PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL PROYECTO LA VIDENA BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA ISO 19650: INTEGRANDO BUENAS PRÁCTICAS Y LECCIONES APRENDIDAS

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Rodrigo Fernando Guedes del Pozo

Elias Sebastian Villanueva Pinto

ASESOR:

Danny Eduardo Murguía Sánchez

Lima, septiembre, 2025

Informe de Similitud

Yo, Danny Eduardo Murguía Sánchez, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada: "ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL PROYECTO LA VIDENA BAJO LOS LINEAMIENTOS DE LA ISO 19650: INTEGRANDO BUENAS PRÁCTICAS Y LECCIONES APRENDIDAS", de los autores Rodrigo Fernando Guedes del Pozo y Elias Sebastian Villanueva Pinto, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 05/09/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 05 de septiembre de 2025

<table>
<tr><td colspan="2">Apellidos y nombres del asesor:
Murguía Sánchez, Danny Eduardo</td></tr>
<tr><td>DNI: 42283195</td><td rowspan="2">Firma</td></tr>
<tr><td>ORCID: 0000-0003-1009-4058</td></tr>
</table>

RESUMEN

La industria de la construcción enfrenta desafíos en productividad, donde la digitalización y el *Building Information Modeling* (BIM) son claves, pero requieren estándares como la ISO 19650. Esta investigación se justifica en la necesidad de analizar la aplicación de dicho estándar de gestión de la información en un proyecto peruano complejo, como fue, el proyecto La Videna de los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos Lima 2019.

La serie ISO 19650 trata sobre buenas prácticas en la gestión de la información en proyectos de construcción, teniendo como base los procesos colaborativos usando BIM (*Building Information Modeling*) en todo el ciclo de vida del activo. Así, con la ISO 19650, se aprovechan las bondades que ofrece BIM para mejorar el flujo de información en los proyectos de construcción, resolviendo el problema de la producción de información coordinada y confiable, y su gestión de cambios; propios de la naturaleza del sector.

En la investigación, primero se hace una revisión de la literatura, donde se busca ahondar en los conceptos relacionados a BIM que fueran pertinentes con los objetivos de la investigación. Luego, se efectúa un exhaustivo análisis de la ISO serie 19650 parte 1 y 2, que servirá como los principales documentos de la investigación. Acto seguido, se selecciona el caso de estudio sobre el proyecto La Videna, para luego realizar entrevistas a los involucrados del proyecto. Finalmente, se analizan los datos en gabinete, para llegar a la propuesta de la investigación: un compendio de problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas del proyecto La Videna sobre la gestión de la información que pueda servir de referencia para los profesionales de la industria de la construcción que deseen gestionar sus proyectos con BIM soportado por procesos colaborativos.

Índice

Capítulo 1: Introducción 1
1.1 Objetivos 3
1.1.1 Objetivo general 3
1.1.2 Objetivos específicos 4
1.2 Justificación de la investigación 4
1.3 Alcance de la investigación 5
Capítulo 2: Marco teórico 7
2.1 Definiciones 7
2.1.2 Building Information Modeling (BIM) 8
2.1.3 Estándar ISO 19650 11
2.2 Proyecto Juegos Panamericanos y Parapanamericanos: La Videna 24
2.2.1 Virtual Design and Construction (VDC) 25
2.2.2 Contratos colaborativos: NEC 3 – Opción F 26
2.2.3 Acuerdos Gobierno a Gobierno (G2G) 27
Capítulo 3: Metodología 28
3.1 Revisión de la literatura 30
3.2 Tipo y diseño de investigación 31
3.3 Participantes 31
3.4 Método de recolección de datos: Entrevistas 33
3.5 Diseño de entrevista general 33
3.6 Procedimiento de recolección de datos 35
3.7 Estrategia de análisis de datos 37
3.8 Consideraciones y Limitaciones de la metodología de investigación 39
Capítulo 4: Proyecto La Videna 41
4.1 Generalidades 41
4.2 Alineamiento Institucional 42
4.4 Gestión de información en el proyecto La Videna 47
4.5 Infraestructura tecnológica 49
4.6 Análisis de entrevistas 51
4.7 Análisis de la gestión de la información en el proyecto La Videna según la ISO 19650 68
4.7.1 Análisis de gestión de la información según la actividad: Evaluación de la Necesidad 69
4.7.2 Análisis de gestión de la información según la actividad: Invitación a licitar 74

4.7.3 Análisis de gestión de la información según la actividad: Presentación de ofertas 76
4.7.4 Análisis de gestión de la información según la actividad: Contrato 78
4.7.5 Análisis de gestión de la información según la actividad: Movilización 83
4.7.6 Análisis de gestión de la información según la actividad: Producción colaborativa de información 87
4.7.7 Análisis de gestión de la información según la actividad: Entrega del modelo de información 92
4.7.8 Análisis de gestión de la información según la actividad: Cierre del proyecto 94
Capítulo 5: Discusión de resultados 96
5.1 Análisis de la problemática del proyecto en base a los procesos implementados y no implementados. 96
5.2 Sinergia entre VDC y la gestión de información 100
5.3 Interacción de la gestión de la información y la gestión de proyectos 105
5.4 Impacto de la gestión de información en la producción 109
5.4.1 Aspectos que impactaron negativamente en la producción 110
5.4.2 Aspectos que impactaron positivamente en la producción 111
Capítulo 6: Conclusiones 115
6.1 Problemática en la gestión de información 115
6.2 Buenas prácticas y lecciones aprendidas en la gestión de información 117
6.3 La interacción entre la gestión de información y la gestión de proyectos 119
6.4 Limitaciones de la investigación 120
6.5 Propuestas para futuras investigaciones 121
Bibliografía 123

Índice de tablas

Tabla 1: Términos frecuentes de la ISO serie 19650..... 13

Tabla 2: Matriz de asignación de gestión de información..... 22

Tabla 3: Listado de entrevistas realizadas 32

Tabla 4: Formato de matriz 8x3 del proyecto La Videna..... 38

Tabla 5: Consolidación de resultados de entrevistas clasificados en problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas según actividades de ISO 19650. 51

Tabla 6: Consolidación de resultados de entrevistas clasificados en problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas según los procesos de ISO 19650 52

Tabla 7: Matriz consolidada que ensambla los hallazgos de las entrevistas del Proyecto La Videna según Actividades y Procesos de la ISO. 54

Tabla 8: Métricas y acciones para aumentar la calidad en el proyecto..... 114

Índice de Figuras

Figura 1: Capas de la gestión de la información según la ISO 19650-1 8
Figura 2: : Estandarización en la adopción BIM. en proyectos de edificación en Lima". 10
Figura 3: Resultados percibidos de adoptar BIM..... 11
Figura 4: Jerarquía de los requerimientos de información. 14
Figura 5: Vista general e ilustración del proceso de gestión de la información. 15
Figura 6: Flujo de trabajo del Ambiente de Datos Compartido (CDE). 17
Figura 7: La gestión de información durante la fase de entrega del proyecto..... 20
Figura 8: Esquema de la metodología de la investigación. 29
Figura 9: Diseño de entrevista general..... 35
Figura 10: Procedimiento de recolección de datos..... 37
Figura 11: Recintos del proyecto La Videna..... 42
Figura 12: Alineamiento institucional del proyecto La Videna 44
Figura 13: Relación de entrevistados con los roles que desempeñaron y los procesos de gestión de información en los que participaron. 46
Figura 14: Equipos de entrega de información y equipos de trabajo según la ISO 19650 47
Figura 15: Visión de legado deportivo..... 48
Figura 16: Esquema de gestión y producción de información en el proyecto.. 50
Figura 17: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Evaluación de la Necesidad" de la ISO. 69
Figura 18: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Invitación a licitar" de la ISO..... 74
Figura 19: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Presentación de ofertas" de la ISO..... 76
Figura 20: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Contrato" de la ISO. 78
Figura 21: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Movilización" de la ISO..... 83
Figura 22: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Producción colaborativa de información" de la ISO..... 87
Figura 23: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Entrega del modelo de información" de la ISO..... 92
Figura 24: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Cierre del proyecto" de la ISO. 94
Figura 25: Análisis de la problemática en la gestión de información 99
Figura 26: Sinergia entre VDC y la gestión de información..... 105
Figura 27: Esquema de herramientas de gestión y su impacto en el proyecto. a. 109

Lista de Acrónimos

AEC: *Architecture, Engineering and Construction* / Arquitectura, ingeniería y construcción

AIM: *Asset information model* / Modelo de información del activo

BIM: *Building information modelling* / Modelamiento de la información para la construcción

PEB: *BIM Execution Plan* / Plan de Ejecución BIM

CAD: *Computer-aided design /* Diseño asistido por computadora

CDE: *Common Data environment* / Entorno común de datos EPC: *Engineering, procurement and construction* / Ingeniería, procura y construcción

ICE: *Integrated Concurrent Engineering* / Ingeniería integrada y concurrente

IPD: *Integrated Project Delivery* / Entrega integrada de proyecto

ISO: *International Organization for Standarization* / Organización Internacional de Normalización

LOD: *Level of development* / Nivel de desarrollo

MEP: *Mechanical, electrical and plumbing* / Mecánica, eléctrica y tuberías

PIM: *Project information model* / Modelo de información del proyecto

VDC: *Virtual Design and Construction* / Metodología de diseño y construcción virtual

Capítulo 1: Introducción

La industria de la construcción reúne múltiples equipos para el desarrollo de proyectos, desde los estudios de diseño de arquitectura, las empresas de diseño de especialidades, la contratista general, las subcontratistas, las empresas proveedoras de materiales, la supervisión y, por último, el cliente; quien tiene la necesidad de que el proyecto se ejecute en plazo, calidad, seguridad y presupuesto. Podemos estar hablando de un sin número de involucrados que interactúan constantemente y generan información - a nivel de requerimientos, propuesta técnicas, planos, sustentos, contratos, subcontratos y especificaciones técnicas - durante todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto. Sin embargo, esta generación de información no es secuencial, sino que genera interdependencias entre los involucrados y especialidades. Es decir, la información se genera, se comparte, pasa revisiones y se vuelve a procesar, convirtiéndose en un proceso complejo que de no tener una buena gestión conlleva a riesgos de pérdidas de información, retrabajos, atrasos y costos no previstos. Toda esta dinámica se engloba en la gestión de la información.

La publicación de la ISO 19650 consiste en la adaptación de un primer documento oficial a nivel global para la gestión de información de un activo construido usando BIM, y su introducción va a tener un impacto significativo en la industria de la construcción a nivel mundial (Dadmehr and Coates, 2020).

La ISO 19650 recopila en su guía las mejores prácticas de la gestión de la información y está enfocada en mejorar el negocio de la construcción haciendo un mapeo de los procesos más importantes que ocurren en cada etapa del proyecto desde la evaluación de las necesidades hasta el cierre del proyecto. Además, incluye temas como la calidad de la información y pertinencia de los procesos, la seguridad y la transparencia de la información en proyectos de construcción.

A nivel nacional, la reciente publicación de la Guía Nacional BIM de Perú tiene como objetivo principal suplir la carencia de estándares nacionales en la gestión de información para proyectos de inversión desarrollados con la metodología BIM. Para ello, la guía se basa en los lineamientos y principios establecidos en el estándar internacional ISO 19650, adaptándolos al contexto y necesidades específicas del sector de la construcción en Perú, con el fin de promover una gestión de información eficiente y colaborativa a lo largo del ciclo de vida de los activos (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Conforme al Decreto Supremo N° 203-2024-EF, que aprueba la actualización del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2024-2030, se establece un marco para la modernización y digitalización de la inversión pública en el país. En este contexto, la aplicación de la metodología BIM se promueve de manera progresiva en todas las fases del ciclo de inversión de los proyectos de infraestructura, abarcando tanto la inversión pública como la inversión privada con participación del Estado. En los proyectos bajo la modalidad de Asociación Público-Privada (APP), su uso es facultativo y dependerá de la entidad pública titular del proyecto en coordinación con el Ministerio de Economía y Finanzas. En el caso de la inversión pública, su adopción sigue los lineamientos del Plan BIM Perú y las normativas establecidas en la NTP-ISO 19650 1 y 2, garantizando la estandarización y eficiencia en la gestión de la información para la construcción.

Para la metodología, se ha optado por realizar un caso de estudio en la presente investigación debido a la necesidad de explorar en profundidad la implementación de la norma ISO 19650 en las diferentes etapas de un proyecto de construcción. Mediante el análisis de escenarios reales a nivel internacional, es posible obtener un conocimiento más detallado sobre los desafíos y factores de éxito asociados con la adopción de estos lineamientos (Somia, 2024). Este enfoque permite identificar patrones, mejores prácticas y áreas de mejora que pueden

servir como referencia para futuras implementaciones, contribuyendo así a una comprensión más integral y aplicada de los estándares internacionales en la gestión de la información en proyectos de construcción.

La presente investigación tiene como objetivo abordar la falta de estándares y procedimientos claros en la industria de la construcción en Perú, a través del análisis de los estándares internacionales de gestión de información de la serie ISO 19650 (Partes 1 y 2). Para ello, se ha seleccionado el proyecto La Videna de los Juegos Panamericanos Lima 2019 como caso de estudio, debido a su avanzado nivel de madurez en la implementación de BIM y su uso de un contrato colaborativo NEC3. Este proyecto emblemático ofrece una oportunidad única para diagnosticar y evaluar la aplicación de metodologías internacionales en un contexto local, identificando buenas prácticas y oportunidades de mejora en la gestión de información para futuros desarrollos en el sector.

Asimismo, el alcance de la investigación se limita al estudio de los procesos de gestión de información en el proyecto La Videna, considerando también el contexto en el que se desarrolla el proyecto, los aspectos de gestión de proyectos, los problemas, lecciones aprendidas y buenas prácticas; y todo a partir de las entrevistas realizadas a la empresa contratista general, estudio de diseño, empresas de modelado y el cliente. Todo esto nos lleva a declarar los objetivos de la investigación, que es el de consolidar un nuevo conocimiento a partir de una recopilación de lecciones aprendidas del proyecto la Videna sobre la gestión de la información según la ISO 19650.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

El objetivo general de la presente investigación es analizar la gestión de información en el proyecto La Videna bajo los lineamientos de la ISO 19650. Este caso de estudio busca

proporcionar una visión práctica y detallada que permita comprender cómo se aplican sus principios en un entorno real y sirva de base para generar directrices y recomendaciones que optimicen la gestión de la información en futuros proyectos del sector AEC.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar la problemática de la gestión de la información en todas las etapas del proyecto.
- Recoger las buenas prácticas y lecciones aprendidas de la gestión de la información en el proyecto.
- Analizar la interacción entre la gestión de la información y la gestión de proyectos en el caso de estudio.

1.2 Justificación de la investigación

La industria de la construcción no ha experimentado un aumento significativo de la productividad en las últimas décadas. Esta tendencia se atribuye a la fragmentación de la estructura de la industria, la falta de procesos estandarizados, y la poca adopción de tecnologías; entre otros. En este sentido, el uso de la metodología BIM puede mejorar la eficiencia de las empresas del sector AEC e integrar la fase de diseño con el resto de la cadena de valor, como señala el estudio “The next normal in Construction” (McKinsey, 2020).

Una evaluación exhaustiva de estos modelos de integración en casos de estudio detallados proporcionaría evidencia concreta sobre la efectividad de los modelos en la optimización de los flujos de trabajo en proyectos de construcción y en el cumplimiento de los estándares BIM, especialmente los establecidos en la ISO 19650. Al validar tanto las fortalezas como las limitaciones de estos modelos, esta línea de investigación contribuiría a cerrar la

brecha entre el desarrollo teórico y su implementación práctica en la industria de la construcción (Abanda et al., 2025).

En un contexto nacional, según el informe "Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima" (Murguía et. al., 2023), "el 80% de encuestados considera que BIM requiere estándares para crear y compartir modelos". Asimismo, el estudio sugiere que "un 93% de encuestados coinciden en que BIM mejora la calidad de información". Estas 2 dimensiones, estándares BIM y calidad de información, se engloban en un concepto más amplio que es la gestión de la información. Por ende, surge la necesidad de explorar lineamientos de gestión de la información en proyectos con BIM.

Como dijo Sir Jhon Egan (1998) en su reporte titulado "Rethinking Construction": "Sabemos que no es fácil sostener una mejora radical en una industria tan diversa como el sector construcción. Pero, debemos de hacerlo para asegurar nuestro futuro" (p.3).

1.3 Alcance de la investigación

El alcance de la presente investigación se centra en el análisis de la gestión de la información conforme a los lineamientos establecidos en la ISO 19650 (2018). Al basarse en este documento, se estudia de forma exhaustiva los procesos y procedimientos que la norma recomienda para la producción, coordinación y actualización de la información en proyectos de construcción que utilizan BIM. Esto implica que los hallazgos y conclusiones estarán limitados a la estructura y recomendaciones de la ISO, lo que permite evaluar la aplicabilidad de estos procesos en un entorno real.

Esta elección del caso de estudio responde a la premisa, de que los estudios de escenarios reales son una vía para comprender las complejidades de la gestión de información que la ISO 19650 intenta abordar. Al analizar un escenario como el del proyecto La Videna, se

revela la realidad práctica de la gestión de la información, donde emergen problemas y desafíos que la teoría por sí sola no logra capturar, permitiendo que los hallazgos sean extrapolables a otros proyectos y futuras implementaciones de la ISO 19650 en proyectos de construcción.

La finalidad última de la tesis es generar un aporte a la industria de la construcción en el Perú, proporcionando un caso de estudio detallado y exhaustivo sobre la gestión de la información en un proyecto de construcción con BIM para la adopción y adaptación de los procesos de la ISO 19650; lo que permite enfocar el estudio de manera precisa para responder a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos propuestos.

Capítulo 2: Marco teórico

En este capítulo se busca explorar conceptos relevantes a la presente investigación, partiendo por definiciones de conceptos clave como la gestión de la información, ISO 19650 y el Building Information Modeling (BIM). Cuando se explica el estándar ISO 19650, encontraremos 2 subcapítulos para las Partes 1 y 2 de dicho estándar. Más aún, cuando revisamos cada parte de la ISO, se explicará en detalle sobre el ambiente común de datos (CDE), el plan de ejecución BIM y la asignación de roles y responsabilidades. Después de esto, se brinda una explicación detallada de los criterios empleados al seleccionar el proyecto para el caso de estudio. Finalmente, se revisan algunos conceptos de la gestión de proyectos en el contexto del proyecto elegido, para entender mejor el impacto y los beneficios que tiene la gestión de la información en la gestión de proyectos y demostrar que no son mutuamente excluyentes.

2.1 Definiciones

2.1.1 Gestión de la información

La gestión de la información es un concepto muy amplio que, para el propósito de la investigación, nos referiremos a la producción de información, tanto como "el intercambio, registro, versionamiento y organización de información por todos los actores involucrados" a lo largo del ciclo de vida de un proyecto utilizando el BIM; tal como se lee en la ISO 19650, Parte 1. Así, se anticipa que para poder investigar este concepto según la ISO 19650, se necesitará escoger un proyecto de construcción que haya utilizado el BIM en sus procesos de producción de información.

Para dar más profundidad a este concepto tan importante para la investigación, se muestra, en la figura 1, 4 capas relevantes a la gestión de la información, las cuales son: la capa del negocio, la capa de información, la capa tecnológica y la capa de estándares. Se entiende

que la ISO 19650 Parte 1 y 2, es la capa de estándares de un proyecto y está relacionada a una capa de tecnología con el uso del entorno común de datos (CDE), una capa de información que está al nivel de data no estructurada, data estructurada y modelos de información integrados (BIM); y finalmente la capa del negocio que indica el creciente beneficio por procesos existentes, habilitados y nuevos con soporte digital.

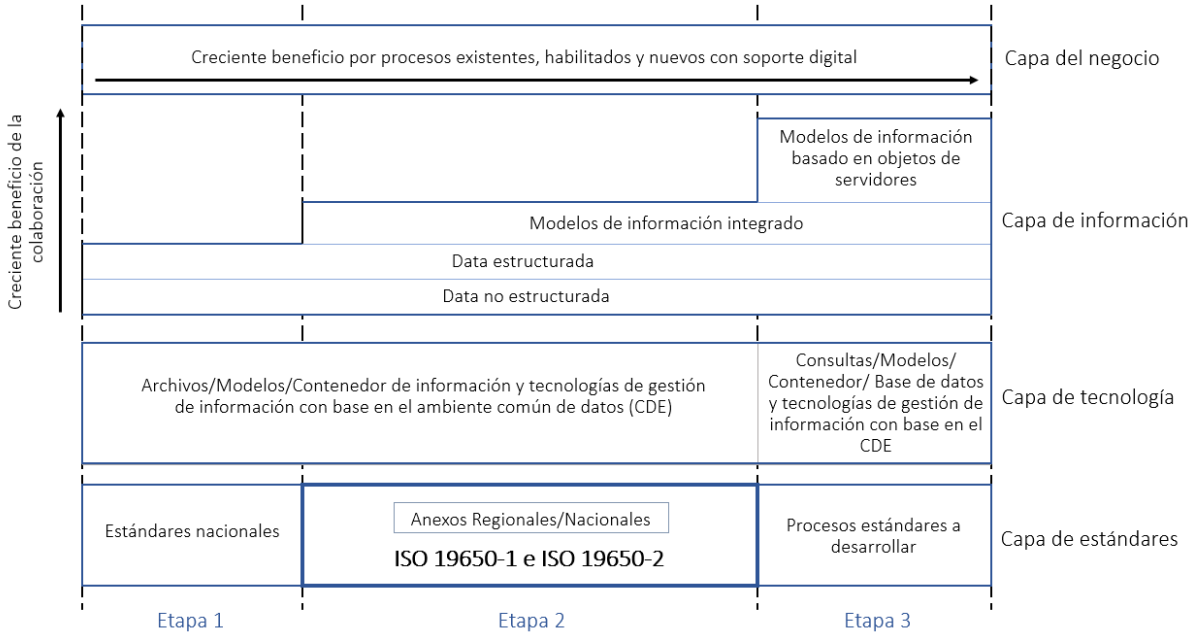


Figura 1: Capas de la gestión de la información según la ISO 19650-1

2.1.2 Building Information Modeling (BIM)

La definición de BIM varía según el contexto y la perspectiva desde donde se mire. Por sus siglas en inglés, se sabe que es el modelamiento de la información para la construcción. Sin embargo, la definición puede tomar más de una vertiente.

Una definición ampliamente aceptada define BIM como herramientas, procesos y tecnologías que son facilitadas en un contexto digital sobre la edificación, y poder medir su performance, planeamiento, construcción y la operación (Eastman et al., 2008). Para Eastman,

BIM es una herramienta tecnológica y sus procesos asociados que nos asisten a lo largo del ciclo de vida del proyecto, y además en la operación y mantenimiento de la edificación.

Una segunda definición es la de Bilal Succar (2011). Él sugiere que BIM es un conjunto de políticas, procesos y tecnologías, que conjuntamente generan una metodología. Succar, a diferencia de Eastman, define a BIM como una metodología, dándole prioridad a los procesos de trabajo antes que a la tecnología que involucra software, modelamiento 3D, modelamiento 4D, entre otros.

Viendo más allá de la terminología, BIM responde a una necesidad del sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción, por sus siglas en inglés) en materia de productividad. BIM surge de la adaptación de la transformación digital en el sector y representa un cambio de paradigma desde el uso de la tecnología CAD (*Computer-aided design*) y documentación 2D con data geométrica, a BIM y el uso de data paramétrica y metadata. Esto último nos permite definir objetos de manera muy detallada y así, crear, por ejemplo, una construcción virtual del proyecto antes de que comience su ejecución para, entre otras cosas, identificar problemas de funcionalidad e incompatibilidades entre las distintas especialidades, que pueden ser Estructuras, arquitectura, MEP (Eastman et. al, 2008).

Cabe mencionar que no sería válido asociar la tecnología CAD con los modelos 2D y BIM con los modelos 3D. De hecho, CAD también permite crear modelos 3D (Eastman et. al, 2008). Sin embargo, la mayor diferencia de los modelos BIM 3D está en la capacidad para emplearse en distintos softwares llevando todos los datos de sus elementos consigo (metadata).

En cuanto al aspecto social de BIM, este representa también un cambio en los nuevos procesos de trabajo. Al generarse mayor información disponible a muchos involucrados de un proyecto, se fomenta una colaboración efectiva entre todos los involucrados y una mayor

comunicación. Pero la colaboración no surge de manera espontánea, ni inmediata, requiere de procesos claros y definidos, que den orden y estructura a la organización que aspire a usar el BIM basado en procesos colaborativos. Así lo corrobora el informe "Tercer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima" (Murguía et. al., 2023) de Danny Murguía en donde, como se ve en la figura 1, ante una población de 211 encuestados (profesionales de obra como residentes, jefes de oficina técnica o jefes de campo), el 81% estaban de acuerdo en que "BIM requiere estándares de procesos para compartir modelos" y al mismo tiempo, un 80% estaban de acuerdo en que "BIM requiere estándares para crear modelos".

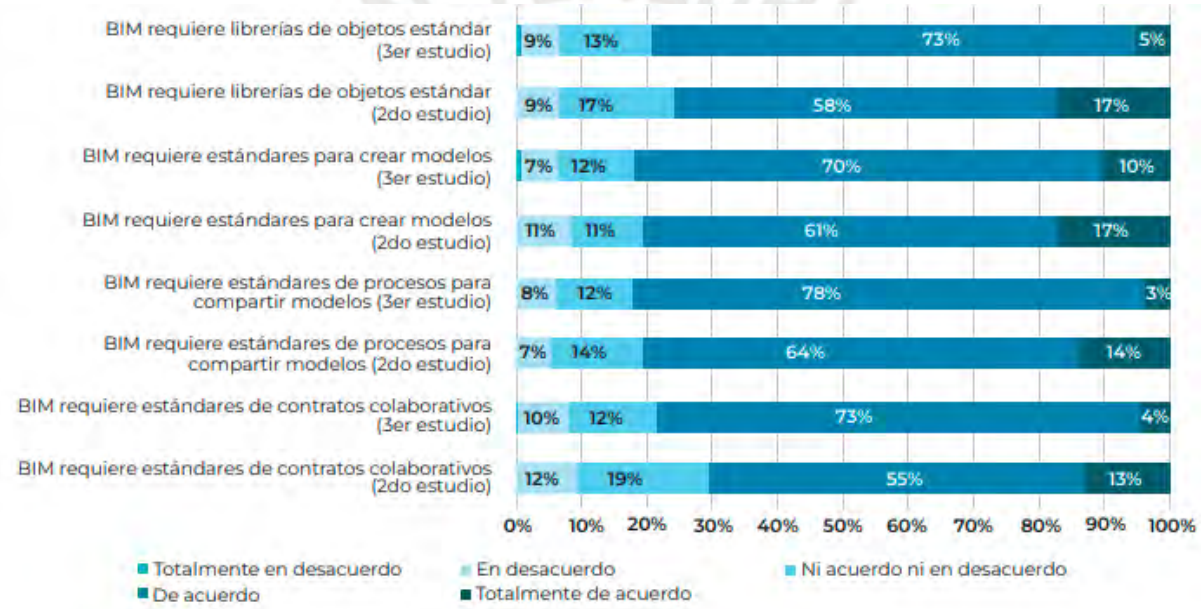


Figura 2: Estandarización en la adopción BIM. Nota: tomado de "Tercer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima" (Danny Murguia et. al, 2023).

Asimismo, el estudio sugiere que un 93% de encuestados de una muestra de 75 profesionales coinciden en que un resultado percibido al implementar BIM es que "mejora la calidad de información"; tal como se ve en la figura 2. Estas 2 dimensiones, estándares BIM y calidad de información, se engloban en un concepto más amplio que es la gestión de la información.

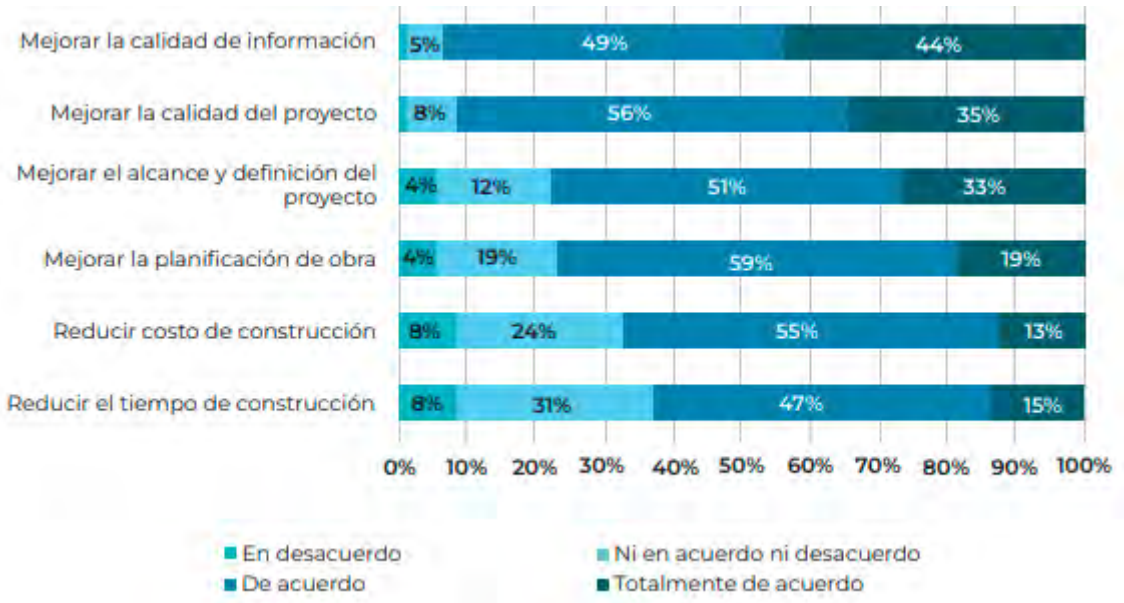


Figura 3: Resultados percibidos de adoptar BIM. Nota: tomado de "Tercer estudio de adopción BIM en proyectos de edificación en Lima" (Danny Murguia et. al, 2023).

2.1.3 Estándar ISO 19650

La serie ISO 19650 se enfoca en brindar recomendaciones para mejorar los procesos del negocio del sector construcción desde el punto de vista de la gestión y producción de información en proyectos de construcción que utilicen BIM. Su objetivo es mejorar los resultados del negocio para los diversos involucrados en el proyecto, reduciendo el riesgo y costo de la producción de información (Norma Internacional serie ISO 19650-1, 2018).

Es importante recalcar que la ISO no hace mayor diferenciación por el tipo de proyecto y su magnitud. Es decir, abarca tanto proyectos de gran envergadura (aeropuertos, carreteras, presas) como proyectos menores, sean edificaciones u obras civiles, y describe los lineamientos generales que se deberían seguir para una gestión y producción eficiente de información. Cada proyecto deberá entonces aplicar estas recomendaciones según crea conveniente por su escala, tipo y complejidad (Norma Internacional serie ISO 19650-1, 2018).

Por otro lado, una limitación que se encuentra en cualquier documento de alcance internacional es el uso de una terminología muy general, lo que dificulta su contextualización. Si consideramos traducciones erróneas el problema podría exacerbarse. Además, cada país tiene un contexto propio según el desarrollo de su industria. La ISO 19650 tiene en cuenta estas limitaciones de terminología y lenguaje, y presenta en la parte 2 un "anexo nacional", a cargo de ser elaborado por cada país, de manera que se tomen en cuenta las normativas locales, que complementen la implementación de esta ISO. Vale recordar que el estándar ISO no es una norma internacional, por lo que no presenta fuerza legal, sino que es un documento que presenta lineamientos y recomendaciones, por lo que quedará a merced de cada país elaborar un marco normativo que complemente los flujos de trabajo que se describen en la ISO.

El *British Standards Institution* (BSI) presentó en diciembre del 2018 los dos primeros documentos de la serie ISO 19650:

> *BS EN ISO 19650-1: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 1: Conceptos y principios.*
>
> *BS EN ISO 19650-2: Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 2: Fase de producción de los activos.*

En la primera parte, se explican los conceptos y los principios de la gestión de la información. En la segunda parte de la ISO, se sugieren procesos de gestión de la información desde la concepción del proyecto y sus necesidades, hasta el cierre del proyecto, donde este pasa a ser un activo. Los procesos de la gestión de información que propone la ISO son 40 y se dividen en 8 actividades.

2.1.3.1 ISO 19650-1

La ISO 19650 parte 1 recopila los conceptos de la gestión de la información en base a estándares británicos, en particular, de los documentos BS 1192, PAS 1192 parte 2, PAS 1192 parte 3 y les da un alcance internacional (Vídeo en Youtube, Canal: NBS).

A continuación, en la tabla 1 se presentan las traducciones oficiales por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) de los términos frecuentes utilizados en la ISO, parte 1 y 2.

Tabla 1: Términos frecuentes de la ISO serie 19650 y su traducción de acuerdo al Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

Términos frecuentes (ISO 19650)	Traducción INACAL
appointed party	Parte nombrada
lead appointed party	Líder de la parte nombrada
appointing party	Parte que nombra
appointment	Nombramiento
delivery team	Equipo de entrega
task team	Equipo de trabajo
asset	Activo
life cycle	Ciclo de vida
delivery phase	Fase de entrega
project information	Información del proyecto
level of information need	Nivel de necesidad de información
federation	Integración
information container	Contenedor de información
common data environment (CDE)	Ambiente común de datos
organizational information requirements (OIR)	Requisitos de información organizativa
asset information requirements (AIR)	Requisitos de información de los activos
project information requirements (PIR)	Requisitos de información del proyecto
exchange information requirements (EIR)	Requisitos de intercambio de información
asset information model (AIM)	Modelo de información de los activos
project information model (PIM)	Modelo de información del proyecto

Fuente propia basada en los términos de INACAL, NTP–ISO 19650–1:2021.

Los términos OIR, AIR, PIR, EIR, de la tabla 1, nos indican los tipos de requisitos que podemos encontrar a lo largo del ciclo de vida del proyecto que devienen en modelos de

información (AIM y PIM). La siguiente figura adaptada de la ISO parte 1 nos explica la relación que existe entre estos términos:

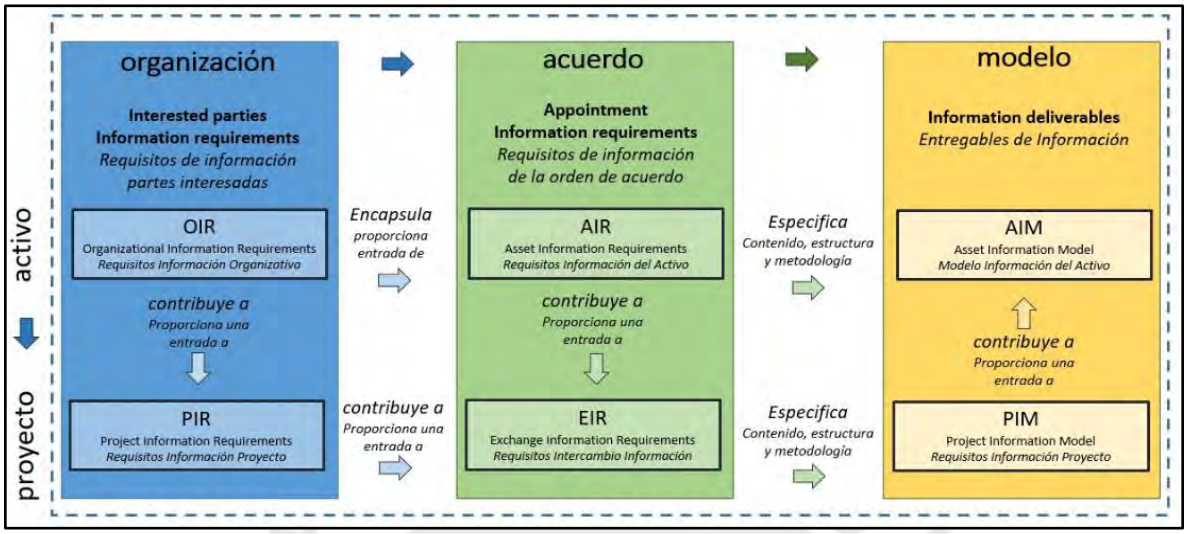


Figura 4: Jerarquía de los requerimientos de información. Fuente: Página Web (https://oliebana.com/2019/02/09/iso-19650/). Consulta: 22/05/2019. Adaptado de ISO 19650-1 (2018).

De la figura 4, notar que hay un flujo de información de izquierda a derecha que explica como los requerimientos de información de la organización del cliente (OIR), junto con los requerimientos de información del proyecto (PIR) y del activo (AIR) constituye las entradas para poder establecer los requerimientos de intercambio de información (EIR). Luego, estos requerimientos generan modelos BIM para la construcción del proyecto (PIM) y cuando se actualizan al cierre del proyecto, nos ayudan a establecer los modelos BIM para el mantenimiento y operación de los activos (AIM). La información sucede de esa manera para garantizar modelos altamente efectivos, es decir modelos BIM sin - o con muy pocos - errores que se traduce en avance del proyecto en el plazo y respetando el presupuesto. Se busca principalmente, poder alinear los objetivos de la organización con los del proyecto.

A manera de resumen, en la figura 5, se muestra un gráfico de especial importancia porque presenta la propuesta de la ISO en relación al flujo de información y con ello los

procesos asociados a la gestión de la información a lo largo del diseño y construcción del proyecto dentro de un entorno común de datos.

El flujo de información empieza por la definición de los requerimientos de intercambio de información (EIR). Como se verá en el subcapítulo 2.1.3.2 ISO 19650 parte 2, el cliente empieza por establecer estos requisitos, y sigue - en flecha azul - la revisión de las capacidades y la movilización. Luego, cuando termina la movilización, empieza la producción de información durante el proyecto (concepto, diseño y construcción), y con esto finaliza el alcance de la ISO 19650 parte 2. Podemos observar que cuando empieza la producción de información del proyecto, empieza a crecer - en verde - la cantidad de información que se gestiona.

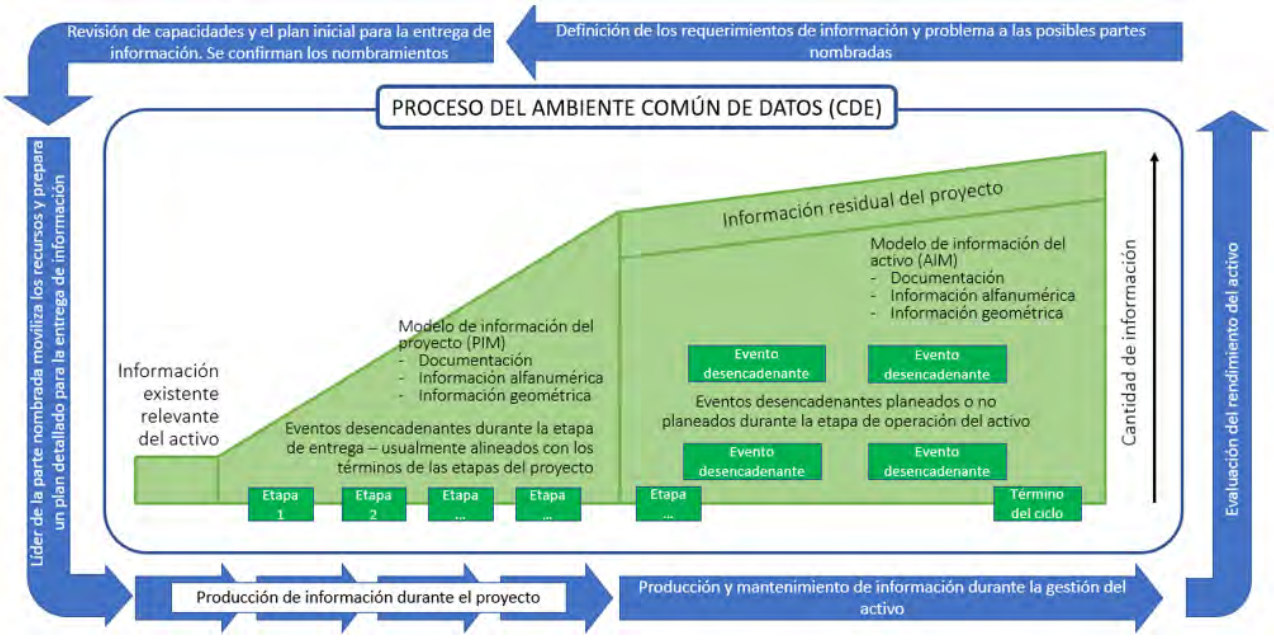


Figura 5: Vista general e ilustración del proceso de gestión de la información. Fuente: ISO 19650-1 (2018). Traducción: Propia.

Finalmente, la ISO 19650-1 fija 4 fundamentos generales para la gestión, intercambio y entrega de información del proyecto en su ciclo de vida. Se puede ver que los tres primeros fundamentos corresponden a aspectos metodológicos del intercambio de información, y solo

el cuarto menciona el medio tecnológico (CDE) por el que se compartirá la información. Se hace énfasis en el flujo de información más que en las herramientas tecnológicas. Los 4 fundamentos generales son:

1. La información es necesaria para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del activo.

2. La información tiene especificaciones en forma de requerimientos que son fijados por el cliente, y la planificación de la información es planeada y entregada progresivamente por los equipos de entrega.

3. Cuando se tiene más de un involucrado en los equipos de entrega, los requisitos de información deben ser pasados al involucrado más importante o al punto donde la información puede ser entregada más fácilmente.

4. El intercambio de información comprende la entrega y coordinación en el entorno común de datos (CDE), usando estándares abiertos de interoperabilidad y estableciendo procedimientos operativos para permitir un flujo de información consistente y efectivo para todos los involucrados.

2.1.3.1.1 Entorno común de datos (CDE)

El ambiente común de datos (CDE, por sus siglas en inglés) es quizá la herramienta más importante de la gestión de la información. En buena parte porque, como veremos a lo largo del desarrollo de la investigación, el proceso de creación de la información en el proyecto viene dado conjuntamente con una gestión de información digital que trasciende a todos los involucrados del proyecto. Como veremos a continuación, el CDE según la ISO 19650 puede llegar a ser tan complejo como sea necesario en un proyecto de construcción.

En la ISO 19650 parte 1, se detallan las soluciones del CDE, así como el flujo de trabajo. El CDE deberá usarse para gestionar la información tanto en la entrega del proyecto (concepto, diseño y construcción), como en la operación y mantenimiento del activo. Al término de cada proyecto, deberá seleccionarse la información necesaria para que los modelos de información del proyecto (PIM) generen los modelos de información del activo (AIM).

Como se ve en la figura 6, el CDE, además, deberá contar con 3 estados de revisión de la información, que serán: trabajo en progreso, información compartida e información publicada. Así, los contenedores de información se podrán clasificar de acuerdo con estos estados de información dentro del CDE. En la transición del proyecto al activo, cuando termina la construcción del proyecto, la información publicada pasaría a un cuarto estado: información archivada. Será a partir de este estado de información que se podrán generar los modelos de información del activo (AIM) (Norma Internacional serie ISO 19650-1, 2018).

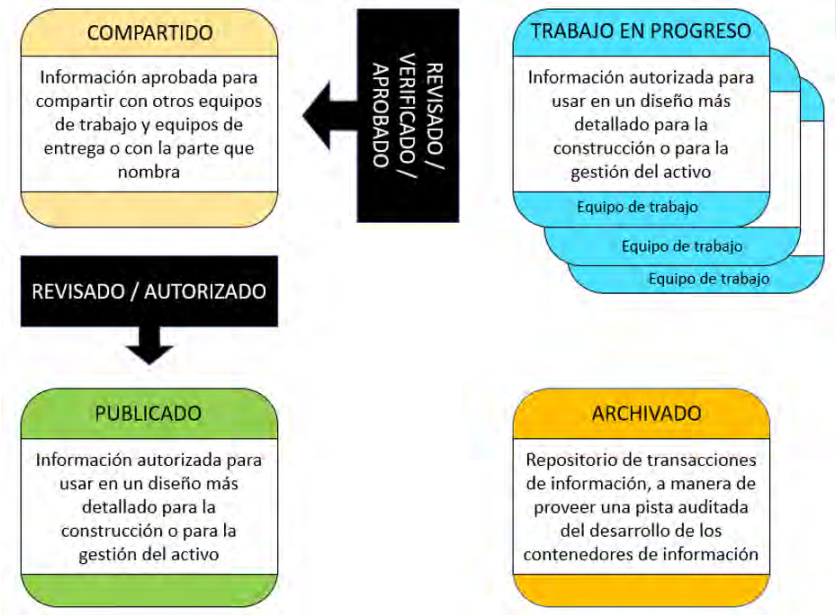


Figura 6: Flujo de trabajo del Ambiente de Datos Compartido (CDE). Nota: traducido de ISO 19650-1 (2018)

Como señala la ISO, el estado de “trabajo en progreso” se usa cuando cada especialidad aún se encuentra desarrollando los modelos de información y en general la información necesaria para cada equipo de trabajo. Luego, hay una primera transición, en donde **cada equipo de trabajo** revisará su propia información - expuesta en el CDE - de acuerdo a los “Métodos y procedimientos de producción de la información del proyecto”.

Aprobada esta primera transición, la información en el entorno común de datos es elevada a un estado de “información compartida”. Este estado tiene el propósito de hacer llegar la información a todo el equipo de entrega del proyecto, es decir al contratista general y los equipos de trabajo, para continuar desarrollando la información, verificar incompatibilidades entre las especialidades, resolver temas de coordinación en obra y restricciones de seguridad. En este punto la ISO sugiere que la información sea visible, más no editable. De requerir algún cambio en los modelos, el contenedor de información (carpeta) deberá retornar al estado “trabajo en progreso” para que la especialidad comprometida pueda resolver oportunamente la observación.

Luego se da una segunda transición entre la “información compartida” y la información publicada”, donde la información dentro del contenedor se compara con los requerimientos de información y en caso se satisfacen dichos requerimientos, el contenedor de información es elevado a un estado de “información publicada”. En este estado podremos encontrar, por ejemplo, los modelos integrados que cuentan con la autorización de uso, para empezar la construcción del proyecto o la operación del activo.

Finalmente, una de las ventajas que ofrece el CDE es que la responsabilidad de la información es de quien la produce. Si bien es cierto, la información se comparte a los involucrados del proyecto, solo el equipo de trabajo especializado que produce dicha

información puede modificarla. Asimismo, la información compartida dentro de un CDE reduce el tiempo y costo de producir y coordinar información.

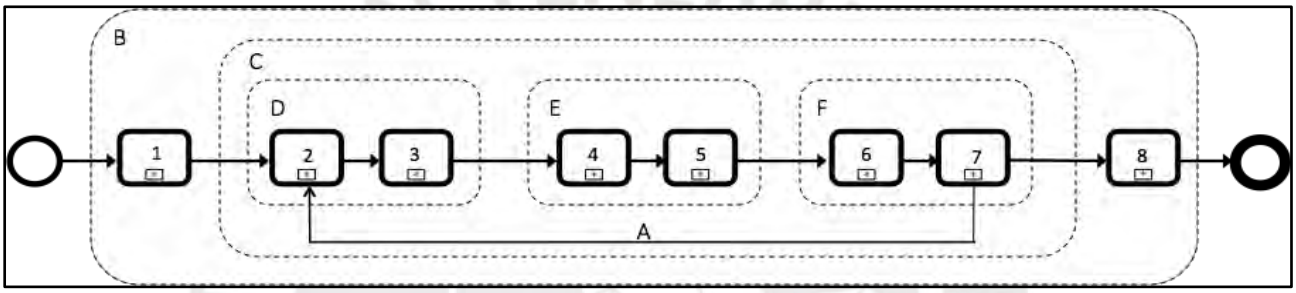
2.1.3.2 ISO 19650-2

En esta segunda parte de la ISO 19650, se encuentra el marco de trabajo colaborativo para una mejora en los procesos de gestión de la información. La ISO 19650-2 sugiere procesos de gestión de la información según actividades en cada etapa del proyecto (concepción, diseño y construcción). Cada proceso se detalla con un listado general con subprocesos, que deberán seguirse de acuerdo al tipo del proyecto y su complejidad; más no al pie de la letra. Esto debe ser fijado según la experiencia del equipo de trabajo y teniendo en cuenta las consideraciones locales de cada país.

Como establece la ISO 19650 -2: “Este documento contiene los requerimientos asociados con la gestión de la información durante la etapa de entrega de los activos, los cuales deberán ser evaluados y revisados de forma regular hasta que se establezcan las mejores prácticas” (Norma Internacional ISO serie 19650 - Parte 1, 2018).

Esto nos confirma la idea de que las metodologías de gestión se ponen a prueba por su empleo en proyectos reales, y son mejoradas luego por su revisión y replanteo mediante un consenso al que llega un grupo de expertos para establecer las mejores prácticas. Con esto, se deduce que los nuevos estándares internacionales no hacen un “borrón y cuenta nueva”, sino que, por el contrario, toman las ideas y las mejores prácticas comprobadas de estándares anteriores. Se intenta explicar que al tomar las recomendaciones de la ISO no sería necesario cambiar toda la forma de trabajo de la organización que la implemente, sino, se debería revisar, mejorar y/o adaptar los procesos de gestión de información existentes.

En el diagrama de flujo de la figura 7, se detallan - en números – las 8 actividades en la gestión de la información en un proyecto de construcción, desde la evaluación de la necesidad, hasta el cierre del proyecto. Asimismo, en letras, se agrupan por etapas la procura, la planificación de información y la producción de información, con las letras D, E y F, respectivamente. Dentro de cada actividad encontramos procesos y subprocesos, para los cuales, la ISO se dirige a cada involucrado del proceso para asignar una tarea. Incluso hay actividades orientadas más a la parte que nombra, que al líder de la parte nombrada; y viceversa.



Actividades	
1. Evaluación de los requerimientos	A. El modelo de información avanza progresivamente por los diversos equipos de entrega
2. Invitación a licitación	B. Actividades realizadas por proyecto
3. Presentación de ofertas	C. Actividades realizadas por contrato (por cada contrato)
4. Contrato	D. Actividades realizadas durante la etapa de procura (por cada contrato)
5. Movilización	E. Actividades realizadas durante la etapa de planificación de información
6. Producción colaborativa de información	F. Actividades realizadas durante la etapa de producción de información (por cada contrato)
7. Entrega del Modelo de información	
8. Cierre del proyecto	

Figura 7: La gestión de información durante la fase de entrega del proyecto. Adaptado de la figura 3 de ISO 19650-2 (2018).

Asimismo, sobre la asignación de responsabilidades y la gestión de la misma, el documento de la ISO 19650 parte 2 presenta en su anexo A una matriz de asignación de gestión de información, como se verá en el siguiente subcapítulo.

2.1.3.2.1 Roles y responsabilidades de gestión de información

La asignación de roles y responsabilidades es una tarea que es mencionada en al menos 3 procesos de la ISO 19650 parte 2. De hecho, el primer proceso de la primera Actividad "Evaluación de la Necesidad" empieza por "definir a los individuos que ejercerán la función de gestionar información". Esta actividad está dirigida al cliente o como se conoce en la ISO, a la Parte que nombra.

Luego, en la actividad de la "Presentación de Ofertas", donde ahora el líder de la Parte nombrada es quien, valga la redundancia, lidera la actividad; se debe nominar a los individuos que ejercerán la función de gestionar la información. Así, en este punto, tenemos 2 matrices de información de gestión de información (ver Tabla 2), la primera, de alto nivel, del lado de la Parte que nombra y, el siguiente, del equipo de entrega, liderado por la contratista general; también conocido en la ISO como el líder de la Parte nombrada.

La tabla 2 presenta una matriz de asignación de roles y responsabilidades sobre la gestión de la información en un proyecto de construcción. La asignación de funciones ocurre desde etapas muy tempranas, desde antes de la contratación, e incluso, en la contratación del equipo de entrega, se confirman los nombres de los individuos que ejercerán esta función. Además, se ve en la matriz la persona que ejecuta la tarea, así como la persona que es el último responsable porque la tarea se ejecute. También se ve la persona a quien es consultada durante la ejecución de una actividad y finalmente, se ve la persona a quien se le informa cuando la actividad ya es ejecutada. Esto ayudaría a mejorar las comunicaciones de un proyecto, y últimamente la gestión del proyecto.

Tabla 2: Matriz de asignación de gestión de información

Leyenda R La persona que ejecuta la tarea A El último responsable de la finalización de la tarea C La persona que se le consulta durante la realización de la tarea I La persona que se le informa cuando finaliza la tarea		Parte que nombra	Empresa tercero	Líder de la parte nombrada	Parte nombrada
1.1	*Proceso 1 de la Actividad 1*				
1.2					
1.3					
1.4					
...					

Fuente: ISO 19650–2 (2018). Traducción: Propia.

2.1.3.2.2 Plan de Ejecución BIM (PEB)

La ISO 19650 parte 1, sobre Conceptos y principios, no define el plan de ejecución BIM como tal, pero presenta algunas consideraciones para el planeamiento de entrega de información; a tener en cuenta:

a) "Cómo la información satisface los requisitos planteados en los requisitos de intercambio de información o en los requisitos de información de los activos.

b) Cuando será entregada la información en relación a los hitos de las fases del proyecto y luego, en relación a las fechas de entrega.

c) Cómo será entregada la información.

d) Quién será el responsable de entregar la información; y

e) Quién será el destinatario de dicha información" (ISO 19650-1. Traducción Propia).

Asimismo, en la ISO 19650 Parte 2, sobre los procesos de gestión de información según actividades, se presentan 2 procesos sobre el Plan de ejecución BIM; esta vez, sí con ese nombre. El primero se encuentra en la actividad de la "Presentación de Ofertas", donde el líder

de la parte nombrada tiene la mayor responsabilidad en las tareas expuestas; y el segundo proceso aparece en la siguiente actividad que es el “Contrato”. Los procesos son:

a) Establecer el Plan de ejecución BIM (pre – contrato) del equipo de entrega

b) Confirmar el Plan de ejecución BIM del equipo de entrega

Es importante notar que, el Plan de ejecución BIM no aparece después de firmar el contrato, en la ejecución del proyecto, sino que más bien, se realiza desde la “Presentación de Ofertas” por el líder de la Parte nombrada y responde directamente a los documentos que el cliente comparte en la “Invitación a licitar” como son los requisitos de entrega de información. Entonces, el Plan de ejecución BIM según la ISO 19650 debe contener:

A. “Los nombres propuestos de los profesionales y sus hojas de vida que se encargarán de gestionar la información del equipo de entrega.
B. La estrategia de entrega de información del equipo de entrega.
C. La estrategia de integración de la información de las distintas especialidades propuesto por el equipo de entrega.
D. La matriz de roles y responsabilidades de alto nivel con las responsabilidades de cada elemento de información del modelo y entregables claves asociados a cada elemento.
E. Cualquier propuesta de cambio sobre los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto que el equipo de entrega solicite.
F. Cualquier propuesta de cambio en los estándares de información del proyecto que el equipo de entrega solicita. Y,

G. Un cronograma propuesto de softwares (incluyendo las versiones), hardware y la infraestructura TI requerida que el equipo de entrega busca adoptar". (ISO 19650-2. Traducción Propia).

2.2 Proyecto Juegos Panamericanos y Parapanamericanos: La Videna

La selección del proyecto para el caso de estudio tenía que tener los pilares antes mencionados como el BIM y la esencia de la ISO 19650 que es la colaboración y la tecnología en un proyecto de construcción. Así, la selección del proyecto La Videna, como parte del proyecto de los Juegos Panamericanos 2019 se fundamenta en varias razones:

- **Madurez y complejidad en BIM:** La Videna se distingue por su avanzado nivel de implementación de BIM y la adopción de procesos colaborativos complejos, lo cual es esencial para contrastar de manera rigurosa los procedimientos teóricos propuestos por la ISO 19650.
- **Relevancia e impacto:** Al formar parte de un evento de alta visibilidad y con plazos que fueron muy exigentes, el proyecto presentó condiciones desafiantes que permitieron extraer evidencias detalladas sobre la gestión de la información en situaciones reales, enriqueciendo el conocimiento en este campo.
- **Diversidad de actores y experiencias:** La amplia participación de diversos stakeholders (cliente, contratista general, consultoras BIM, estudios de diseño, entre otros) proporciona una rica fuente de datos que posibilita el análisis de problemáticas, buenas prácticas y lecciones aprendidas de manera transversal.

Asimismo, la organización que se formó para gestionar el proyecto, Lima 2019, tuvo soporte internacional con la formación de una PMO británica. Para la ingeniería y construcción del proyecto se utilizó una moderna metodología de gestión de proyectos como el Diseño y Construcción Virtual (VDC), contratos colaborativos como el NEC opción F y acuerdos

gobierno a gobierno (G2G). Para entender el análisis de la gestión de información en el contexto del proyecto La Videna, es necesario precisar algunas definiciones, como se verá a continuación.

2.2.1 Virtual Design and Construction (VDC)

La metodología de Diseño y Construcción Virtual (VDC), desarrollada en el CIFE (Center for Integrated Facility of Engineering) de la Universidad Stanford en el 2001, crea un marco de trabajo multidisciplinario para gestionar proyectos de construcción integrando el diseño y la construcción, que parte por establecer los objetivos del cliente y del proyecto. Seguidamente, la estrategia gira en torno a 3 pilares importantes: la ingeniería integrada concurrente (ICE), la gestión de la producción en proyectos (PPM) y el BIM.

El ICE destaca por hacer eficiente y efectiva la comunicación entre los involucrados del proyecto, reduciendo los tiempos de espera para resolver incompatibilidades y menos retrabajos (Chachere et. al, 2009). La teoría de la ingeniería concurrente brinda estructura a las reuniones colaborativas centrándose en que los tomadores de decisiones deben tener una participación más activa y con información actualizada (BIM).

La gestión de la producción de proyectos (PPM) se basa en la teoría de la ciencia de operaciones y/o física de producción aplicada al contexto de un proyecto de construcción. El PPM “busca optimizar el costo, el tiempo y el alcance mediante los factores de diseño de procesos, capacidad, inventario y variabilidad” (Shenoy & Zabelle, 2016). Esto nos ayuda a entender mejor los sistemas de producción, incluso con determinada simbología para el mapeo de procesos productivos orientado a detectar y reducir los tiempos de espera o tiempos muertos.

Finalmente, lo que dificulta su implementación es el tipo de contrato que requiere. La metodología VDC no se restringe a un tipo de contrato necesariamente, pero ayuda muchísimo contar con un contrato colaborativo que pueda integrar el diseño del proyecto y la intervención del constructor en edades tempranas y hacer simulaciones del proceso constructivo.

2.2.2 Contratos colaborativos: NEC 3 – Opción F

Los contratos NEC se basan en "un espíritu de confianza mutua y colaboración, estos facilitan la implementación de principios y prácticas sólidas de gestión de proyectos" (Contratos NEC, 2025). Los contratos NEC según su página web oficial, tienen los siguientes principios:

1. Estimulan la buena gestión de la relación entre las dos partes del contrato y, por tanto, del trabajo involucrado en el contrato.

2. Se pueden utilizar en una amplia gama de situaciones comerciales, para una amplia variedad de tipos de trabajo y en cualquier lugar del mundo. Y,

3. Son claros y están escritos en un inglés sencillo, utilizando un lenguaje y una estructura fáciles de entender.

Existen diversas modalidades de contrato según las necesidades del contratante. Las modalidades u opciones más importantes son:

Opción A - Contrato con precio y calendario de actividades

Opción B - Contrato con precio y lista de cantidades

Opción C - Contrato objetivo con calendario de actividades

Opción D - Contrato objetivo con lista de cantidades

Opción E - Contrato con costo reembolsable

Opción F - Contrato de gestión

Esta última opción, la F, fue utilizada en el proyecto de los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos Lima 2019, principalmente por el enfoque hacia la gerencia de proyectos, donde el contratista principal asume el riesgo de todas las actividades contratadas, pero no necesariamente las ejecuta, sino, mediante la subcontratación. Una característica adicional de esta modalidad es que "está diseñado como un contrato de "costos reembolsables, pues el contratante reconoce y paga a través de las valorizaciones mensuales todos los costos determinados en los que incurre el contratista por los trabajos subcontratados" (Ugarte & Loaiza, 2023).

2.2.3 Acuerdos Gobierno a Gobierno (G2G)

Los acuerdos Gobierno a Gobierno según Medina (2019) son un mecanismo de contratación sirviendo principalmente para la procura en el sector defensa por razones estratégicas. Adicionalmente, esta modalidad permite al estado contratante obtener beneficios como el aprovechamiento de la experiencia y know how del Estado contratista, así como, las economías de escala, el acceso a proveedores internacionales, entre otros.

Estos acuerdos marco fueron relevantes al proyecto Especial de los Juegos Panamericanos Lima 2019 porque "el Reino Unido previó la participación del gobierno inglés en diferentes líneas de apoyo, tales como el desarrollo de las operaciones de los juegos, el desarrollo de la infraestructura, la ejecución comercial, el componente de legado que deben dejar los juegos, la gestión del programa (PMO), entre otros" (Medina, 2019).

Capítulo 3: Metodología

El presente capítulo describe el enfoque, diseño y procedimiento adoptados para alcanzar los objetivos de la investigación, justificando cada decisión metodológica de forma explícita y vinculándola con lo expuesto en la introducción y el marco teórico. Se ha seleccionado el proyecto La Videna como caso de estudio debido a su relevancia en la implementación de procesos de gestión de información basados en BIM, lo que permite analizar cómo estos conceptos se aplican a un entorno real.

Aunque el proyecto no siguió estrictamente los lineamientos de la ISO 19650, esta investigación se centra en estudiar en detalle sus procesos de gestión de información bajo los principios establecidos por dicho estándar. Este enfoque es respaldado por Yin (2018), quien señala que los estudios de caso son ideales para analizar fenómenos complejos en su contexto, permitiendo la adaptación de marcos teóricos a realidades prácticas. Además, Stake (1995) destaca que los casos únicos son útiles para generar aprendizajes transferibles a otros escenarios similares, generando hallazgos que puedan informar y beneficiar a otros proyectos, promoviendo la mejora continua en el campo estudiado.

Siguiendo el modelo de estudio de caso propuesto por Yin (2018), esta investigación se enmarca dentro de un enfoque cualitativo, dado que busca comprender en profundidad la gestión de la información desde la perspectiva de los actores involucrados en el proyecto. Para ello, se han utilizado entrevistas semiestructuradas como método principal de recolección de datos, permitiendo explorar experiencias, problemáticas y buenas prácticas; que son los objetivos específicos de la investigación.

Asimismo, se realiza un mapeo entre los objetivos de la investigación, las preguntas planteadas y la documentación revisada para garantizar la coherencia metodológica del estudio.

Debido a que se trata de un estudio de caso cualitativo, la investigación no busca generalizar estadísticamente los resultados; sino, por el contrario, se pretende que las conclusiones sean extrapolables a otros proyectos y organizaciones del sector AEC que enfrenten desafíos similares en la gestión de la información. En la figura 8, se muestra el detalle de la metodología de investigación seguida.

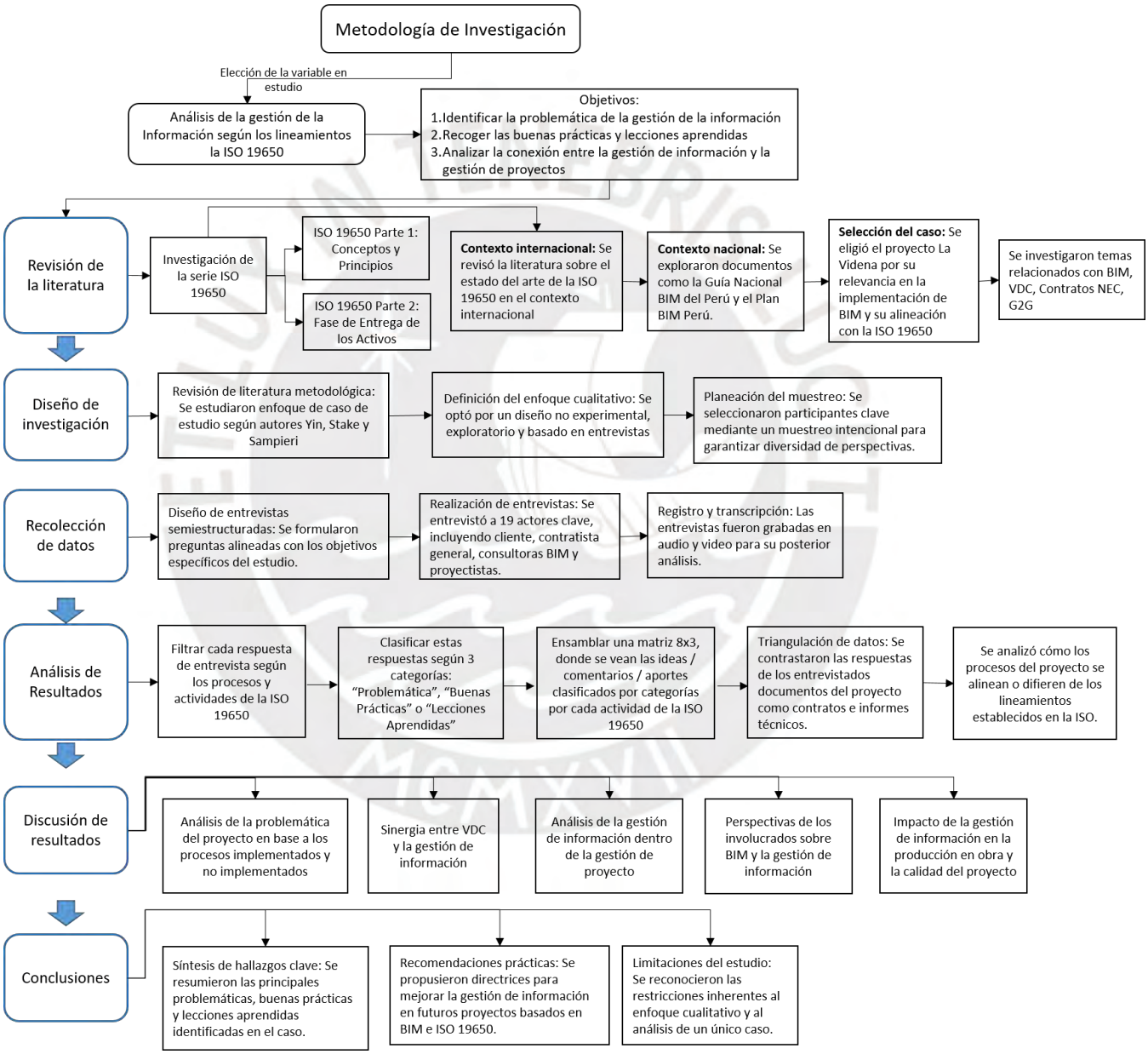


Figura 8: Esquema de la metodología de la investigación. Fuente: Propia.

3.1 Revisión de la literatura

La revisión de la literatura se centra en los fundamentos teóricos y normativos relacionados con la gestión de información en proyectos de construcción, particularmente mediante el uso de BIM (Building Information Modeling) y los lineamientos de la serie ISO 19650. Estos estándares internacionales establecen un marco para la colaboración y el manejo eficiente de datos a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. El análisis aborda tres aspectos clave:

1. BIM y su impacto en la industria: Se destaca cómo BIM permite integrar disciplinas, optimizar procesos y reducir riesgos mediante la centralización y coordinación de información.

2. ISO 19650: Este estándar global detalla principios y procesos para gestionar información colaborativamente, con énfasis en herramientas como el Entorno Común de Datos (CDE) y el Plan de Ejecución BIM (PEB).

3. Contexto peruano: La Guía Nacional BIM del Perú adapta los principios del ISO 19650 Parte 1 y 2, promoviendo su adopción en proyectos públicos y privados como parte del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2024-2030.

Finalmente, se selecciona el proyecto La Videna bajo criterios de madurez BIM y modelos colaborativos de trabajo, de donde se explican conceptos relacionados a la gestión de proyectos que gobernaron el proyecto como la metodología VDC, el contrato NEC 3 utilizado, así como el acuerdo gobierno a gobierno peruano - británico. Este marco teórico proporciona una base sólida para analizar el caso del proyecto La Videna, destacando oportunidades para mejorar la gestión de información en futuros proyectos.

3.2 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación se basa en un enfoque cualitativo del tipo no experimental para poder determinar la problemática, las buenas prácticas, las lecciones aprendidas en la gestión de información del proyecto en base a los lineamientos de la ISO 19650.

Como veremos a lo largo del capítulo, se realiza un diseño transaccional exploratorio para alcanzar el objetivo general de la tesis. Se escoge este tipo de diseño cualitativo porque, según Sampieri en su libro Metodología de la Investigación, este diseño se hace cuando "el propósito de la investigación es comenzar a conocer una variable o un conjunto de variables" (Sampieri, 2014). En este caso, la variable que se intenta conocer es la gestión de la información en el proyecto La Videna.

3.3 Participantes

El proceso de muestreo fue no probabilístico, de tipo intencional, seleccionando actores clave del proyecto La Videna. Este proceso no busca generalizar los resultados, sino profundizar en un caso específico: la gestión de información del proyecto La Videna. Yin (2018) recomienda este enfoque para casos de estudio donde la selección se basa en la relevancia del caso para los objetivos del estudio. Stake (1995) destaca la importancia de seleccionar informantes clave que puedan ofrecer perspectivas únicas y relevantes, lo que enriquece la comprensión del caso.

La población objetivo está compuesta por diversos actores de las empresas involucradas en el proyecto La Videna, como el cliente, el estudio de arquitectura, el contratista general, el proyectista de diseño estructural y los consultores BIM contratados. Al entrevistar a diversas empresas que participaron en el proyecto, se logró tener amplitud y diversas perspectivas de la variable en estudio. Además, se consiguieron entrevistas con participantes que desempeñan funciones diversas, desde director de proyecto, pasando por gerentes de diseño, líderes de

especialidades, coordinadores BIM, hasta modeladores BIM; lo que permitió entrar a un mayor nivel de detalle en la investigación.

La tabla 3 se muestra todos los participantes entrevistados para la presente investigación. Se realizaron 19 entrevistas, cifra que, según Yin (2018), se encuentra dentro del rango de 6 a 20 entrevistas, considerado adecuado para alcanzar la saturación teórica en estudios cualitativos. Las entrevistas abarcaron a todos los involucrados importantes indicados por la ISO 19650: 11 para el contratista general, 2 para el cliente, 4 para los consultores BIM, 1 para la empresa de diseño de arquitectura y 1 para el proyectista estructural. Se registró el rol del entrevistado, la empresa en la que trabajó para el proyecto, la fecha, tipo (presencial o virtual) y duración de la entrevista.

Tabla 3: Listado de entrevistas realizadas

Entrevistado	Rol	Tipo de empresa	Fecha entrevista	Tipo	Duración
E1	Coordinador BIM	Contratista general	09/11/2019	Presencial	1 hora
E2	Líder BIM	Contratista general	09/11/2019	Presencial	1 hora
E3	Líder Estructural	Contratista general	11/11/2019	Presencial	1 hora
E4	Coordinador BIM	Contratista general	18/11/2019	Presencial	2 horas
E5	Arquitecta BIM	Contratista general	25/11/2019	Presencial	2 horas
E6	Coordinador BIM	Contratista general	01/04/2020	Virtual	1 hora
E7	Coordinador BIM	Contratista general	04/04/2020	Virtual	1 hora
E8	Coordinador BIM	Contratista general	18/04/2020	Virtual	1 hora
E9	Coordinador BIM	Contratista general	20/04/2020	Virtual	1 hora
E10	Coordinador general	Contratista general	24/04/2020	Virtual	1 hora
E11	Líder Arquitectura	Contratista general	05/04/2020	Virtual	1 hora

E12	Gerente de Diseño	Proyectista Arquitectura	23/01/2020	Presencial	1 hora
E13	Director Ejecutivo	Cliente	24/09/2019	Presencial	1 hora
E14	Subdirector de Obras	Cliente	24/09/2019	Presencial	1 hora
E15	Gerente consultora BIM	Consultora BIM	24/10/2019	Presencial	1 hora
E16	Modelador BIM	Consultora BIM	22/06/2020	Virtual	1 hora
E17	Gerente consultora BIM	Consultora BIM	28/06/2020	Presencial	1 hora
E18	Modelador BIM	Consultora BIM	28/06/2020	Virtual	1 hora
E19	Modelador BIM	Diseño Estructural	05/07/2020	Virtual	1 hora

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Método de recolección de datos: Entrevistas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a los actores clave del proyecto La Videna. Cada pregunta de la entrevista fue diseñada para mapear directamente los objetivos específicos de la tesis, garantizando que la evidencia recabada aborde las problemáticas identificadas, extraiga buenas prácticas y lecciones aprendidas.

Se llevan a cabo 19 entrevistas del tipo semiestructuradas para recolectar información específica, manteniendo la flexibilidad al poder adaptar las preguntas según las respuestas de los entrevistados. Se realiza entonces, el diseño de entrevista general antes mencionado, buscando abordar las 8 actividades, de manera que la entrevista sea fácilmente adaptable para cada involucrado.

3.5 Diseño de entrevista general

Para el diseño de la entrevista general se investigaron los procesos de gestión de información de la ISO 19650. Para cada proceso se identificó:

1. El responsable del proceso,

2. Las consideraciones para desarrollar el proceso,

3. Las entradas y salidas del proceso, y,

4. La calidad de la información.

Luego, se procedió a elaborar una entrevista general, que pueda abarcar todos los procesos de la ISO y que tuviera la flexibilidad necesaria para poder adaptarse a los diversos entrevistados según los roles que desempeñaron en el proyecto. Para esto, se siguió la secuencia indicada en la figura 9, en la cual se detalla cómo se elaboraron las preguntas del documento del Anexo A. Las entrevistas pueden dividirse en 2 partes: las preguntas generales y las preguntas específicas. En las preguntas generales, se le pide al entrevistado que explique los procesos de gestión de información en los que participó, con el fin de poder mapear el proceso tal cual se dio en el proyecto. Con esto, se tiene identificado el rol que desempeñó el entrevistado y se procede a filtrar las preguntas específicas de la entrevista general en base a los procesos en los que participó. En esta parte, se busca ahondar con mayor detalle según los lineamientos de la ISO 19650, con el fin de poder cumplir los objetivos de la investigación.

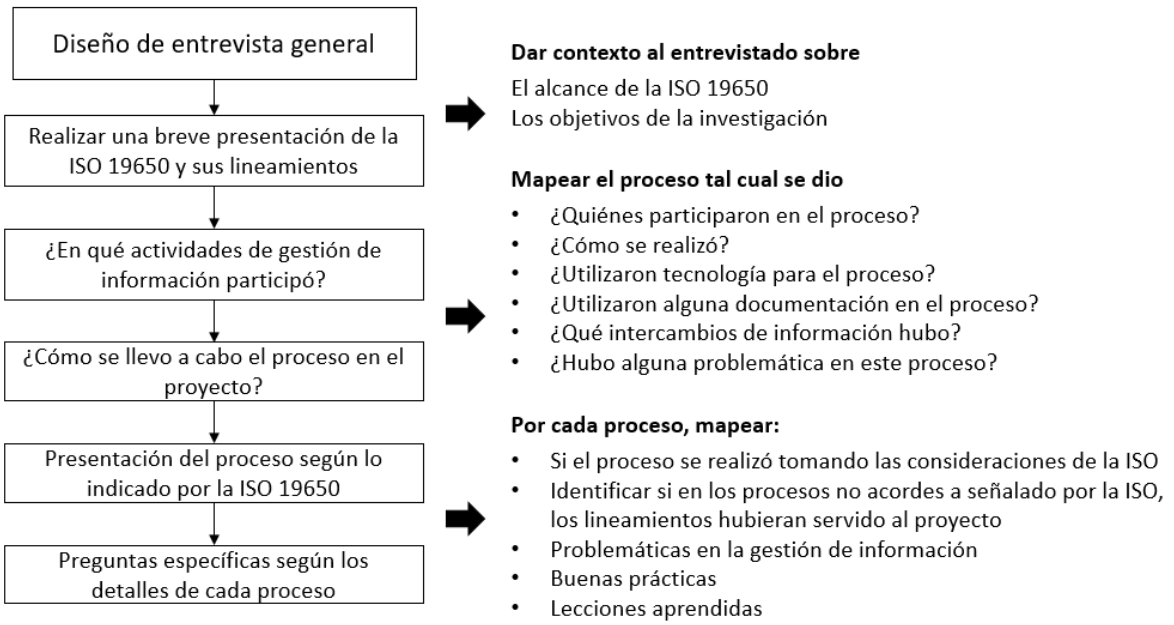


Figura 9: Diseño de entrevista general

3.6 Procedimiento de recolección de datos

Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de 60 minutos. Se registraron grabaciones de audio para las entrevistas presenciales, y grabaciones de vídeo mediante la plataforma Zoom para las entrevistas virtuales, para posteriormente hacer las transcripciones en gabinete. Las 19 entrevistas fueron anonimizadas y se encuentran en el anexo B.

Es importante mencionar que la ISO 19650 no fue un estándar que ninguna de los involucrados haya leído previo al proyecto. Durante las entrevistas se comprobó que, durante la ejecución del proyecto, ninguno de los entrevistados había leído o revisado la ISO 19650, pues era un estándar de publicación muy reciente. Por tal motivo, se incluyó una exposición general de los conceptos de la ISO 19650. A continuación, se detalla el procedimiento de recolección de datos:

1. Exposición general de la ISO 19650: Diagrama de flujo gestión de información y explicación de los conceptos.

2. El entrevistado hace una breve descripción de su rol en el proyecto.

3. Se formulan preguntas exploratorias en base a los procesos de gestión de información del proyecto.

4. Se formulan preguntas específicas sobre los procesos de gestión de información, identificando la problemática, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas.

5. Se realizan preguntas respecto a la calidad de la información del proceso que desempeñó.

En la figura 10, se indica cómo el procedimiento de recolección de datos se diseñó pensando en poder lograr los objetivos de la investigación. En este sentido, las entrevistas empezaron con una introducción a los principales lineamientos de la ISO 19650 (con la ayuda de una presentación gráfica) con el fin de poder brindarle al entrevistado el alcance de la ISO 19650 y el contexto de la investigación. Con esto, se pudo contextualizar el aspecto de "gestión de información", el cual no es tan conocido en nuestro medio, sobre el de "gestión de proyectos".

Luego, se procede a elaborar las preguntas generales, las cuales buscan poder mapear los procesos de gestión de información en los que participó, y la manera en las que se realizaron en el proyecto. Teniendo este mapeo general, se realiza una explicación a mayor detalle de los procesos de gestión de información de la ISO 19650, presentando únicamente los procesos en los que este participó, y se realizan las preguntas de la entrevista general correspondientes de estos procesos.

Es importante mencionar que cada entrevista tuvo repreguntas, las cuales no están mapeadas en el diseño general, sino que dependen de las respuestas del entrevistado y del criterio propio del entrevistador. Las repreguntas se realizan con el fin de poder entrar al nivel

de detalle suficiente para poder mapear la problemática, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas.

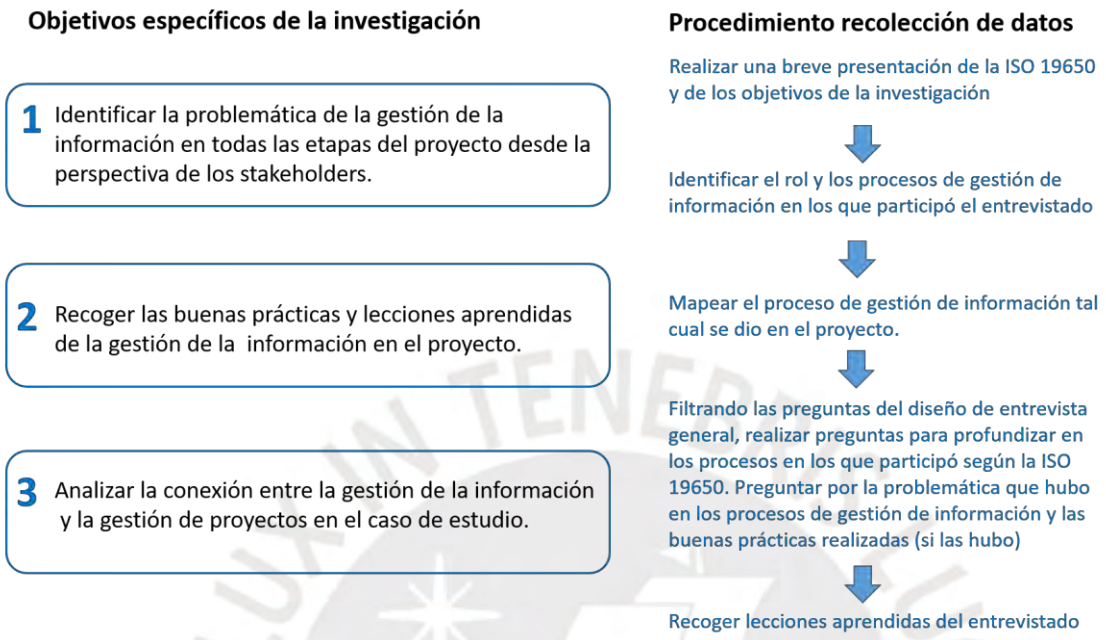


Figura 10: Procedimiento de recolección de datos

3.7 Estrategia de análisis de datos

Tras las entrevistas, se realiza el trabajo en gabinete. Todas las entrevistas se transcribieron manualmente, registrando las preguntas y las respuestas de manera literal. Posteriormente, se procedió a anonimizar las entrevistas, procurando mencionar los roles de los entrevistados sin mencionar nombres propios.

Luego, se filtran las respuestas de las entrevistas en función de las actividades y procesos que propone la ISO. Posteriormente, se clasifican estas respuestas por categorías de problemática, buena práctica o lección aprendida. En base a esto, se consolidan los resultados de todas las entrevistas en una matriz 8x3.

La matriz que se muestra a continuación (tabla 4) contiene las 8 actividades de la gestión de la información de la ISO 19650 y las categorías de estudio: problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas en el proyecto.

Tabla 4: Formato de matriz 8x3 del proyecto La Videna

Actividades / Objetivos de la investigación	Problemática	Buenas Prácticas	Lecciones Aprendidas
1. Evaluación de la necesidad			
2. Invitación a licitar			
3. Presentación de Ofertas			
4. Contrato			
5. Movilización			
6. Producción colaborativa de información			
7. Entrega del modelo			
8. Cierre del proyecto			

Fuente: Propia.

Luego de presentar la matriz y analizar los documentos (Volumen 0 - Invitación a Licitar, 2024 y Contrato N° 026-2017-MTC/PEJP2019.01.03: Mejoramiento de los servicios deportivos de la Villa Deportiva Nacional), se hace un análisis comparativo entre la gestión de la información llevada a cabo en el proyecto, con lo que recomienda la ISO. Para cada actividad propuesta por la ISO, se clasificaron los procesos de gestión de información del proyecto en base a 3 categorías: “proceso acorde a la ISO 19650”, “proceso parcialmente implementado”, y “proceso no implementado”.

Por otro lado, para lograr el objetivo específico de analizar la conexión entre la gestión de la información y la gestión de proyectos en el caso de estudio, se llevó a cabo un análisis detallado de los hallazgos obtenidos en las entrevistas y documentos del proyecto, en el capítulo 5 de “Discusión de resultados” estructurando la discusión en cuatro áreas clave:

1. Análisis de la problemática del proyecto en base a los procesos implementados y no implementados: Se identificaron los desafíos enfrentados durante la gestión de información, evaluando tanto los procesos que se implementaron con éxito como aquellos que no fueron aplicados. Esto permitió comprender las brechas y áreas de mejora en el proyecto.

2. Sinergia entre VDC y la gestión de información: Se examinó cómo la metodología VDC (Virtual Design and Construction) contribuyó a la gestión de información del proyecto, destacando su alineación con los principios colaborativos de BIM y la ISO 19650.

3. Análisis de la gestión de información dentro de la gestión de proyectos: Se evaluó cómo los procesos de gestión de información impactaron en las actividades generales de gestión del proyecto, incluyendo planificación, ejecución y control.

4. Perspectivas de los involucrados sobre BIM y la gestión de información: Se analizaron las opiniones y experiencias de los actores clave respecto al uso de BIM y su impacto en la producción, coordinación y calidad de la información.

5. Impacto de la gestión de información en la producción en obra y la calidad del proyecto.

3.8 Consideraciones y Limitaciones de la metodología de investigación

Se garantizaron principios éticos durante todo el proceso de investigación, tales como la confidencialidad de los datos, el consentimiento informado de los participantes. Asimismo, se reconocen algunas limitaciones inherentes al enfoque cualitativo, entre ellas la imposibilidad de generalizar estadísticamente los hallazgos; sin embargo, la profundidad de la información obtenida y la triangulación metodológica —entrevistas, documentos — siguiendo las recomendaciones de Yin (2018). Stake (1995) explica que la validez en un estudio de caso

cualitativo depende de entender bien el caso y de relacionar lo que se encuentra con el entorno donde ocurre.

Capítulo 4: Proyecto La Videna

Este capítulo analiza la investigación realizada a partir de la recolección de información propia mediante entrevistas, lo que permite conectar directamente con los objetivos del estudio. En la sección 4.1 se describe el proyecto, compuesto por cinco recintos o subproyectos. La sección 4.2 aborda el alineamiento institucional del proyecto, proporcionando una visión general de los modelos de contratación, los contratos y los esquemas organizacionales que han gobernado la ingeniería y construcción del proyecto. En la sección 4.3, se presenta a los actores clave y sus roles, incluyendo al cliente, el contratista general, el estudio de arquitectura, así como las empresas consultoras en BIM, los proyectistas y los subcontratistas. La sección 4.4 detalla la gestión de la información, con un enfoque en los equipos de trabajo, el equipo de entrega, el plan de ejecución BIM y el entorno común de datos, entre otros elementos. La sección 4.5 aborda la infraestructura tecnológica implementada. Luego, la sección 4.6 presenta la recopilación de entrevistas en una matriz consolidada según las actividades de la ISO 19650 clasificadas en problemática, buenas prácticas, y lecciones aprendidas. Finalmente, en 4.7, se presenta el análisis de la gestión de la información del proyecto La Videna según la ISO 19650 parte 2; donde se evalúan los procesos según uso (proceso acorde a la ISO 19650, proceso parcialmente implementado y proceso no implementado).

4.1 Generalidades

El proyecto La Videna corresponde a una de las sedes principales del proyecto Especial Juegos Panamericanos en el marco de los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos, que se realizaron el 26 de julio y 11 de agosto y entre el 23 de agosto y el 1 de septiembre del 2019, respectivamente.

La obra se realizó en un área aproximada de 225 mil metros cuadrados[1] demandando una inversión de cerca a los 170 millones de soles[2]. Como se puede apreciar en la figura 8, el contratista general, organizó el proyecto en 5 recintos o mini proyectos, entre ellos el Polideportivo 3, obras exteriores, el centro acuático, la remodelación del velódromo y el centro de Bowling.

Figura 11: Recintos del proyecto La Videna. Fuente: www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=918

Por otro lado, el proyecto contó con más de 200 involucrados entre proveedores y subcontratistas. Además, el proyecto contrató a una PMO británica para dar soporte con la experiencia de haber realizado proyectos de infraestructura deportiva anteriormente, así como el soporte en la gestión del proyecto. Para entender este esquema de organización del proyecto en el más alto nivel, se presenta en el subcapítulo siguiente, el alineamiento institucional.

4.2 Alineamiento Institucional

El alineamiento institucional mostrado en la figura 12, representa los vínculos contractuales, los acuerdos y, en general, todo el esquema organizacional que gobernó el

[1] COSAPI. Página Web: https://www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=918. Consulta: 28/11/2019.
[2] Id. Consulta: 28/11/2019.

proyecto La Videna. A continuación, se precisa algunas estrategias de gestión, como el *fast track*, el tipo de contrato empleado, y el acuerdo de Gobierno a Gobierno (G2G):

- Al ser un proyecto Fast Track, el equipo de diseño y construcción, realizaban el diseño y la ingeniería en simultáneo. Es decir, no hubo un hito de entrega de diseño para comenzar con la construcción del proyecto, como se realiza convencionalmente. Se establecieron oficinas en el mismo proyecto La Videna para facilitar las coordinaciones.
- El contrato que sostuvieron el equipo de diseño y construcción, con el cliente fue un contrato **NEC 3** opción F. Como comenta el entrevistado E14: *"El contrato NEC se ajusta a tu necesidad. Y en nuestro caso, cuál era nuestra necesidad: plazo. Nosotros teníamos que entregar todas las obras antes del 26 de Julio que empezaban los Juegos. Se ajustó a esa necesidad"*.
- El acuerdo **Gobierno a Gobierno (G2G)** fue una coordinación entre el estado peruano y el estado británico, y fue gracias a este acuerdo que se recomendó una PMO internacional con 2 empresas líderes británicas. Según el entrevistado Carlos Neuhaus (E13): *"Firmamos un acuerdo de colaboración con el gobierno británico, para que nos ayuden con las licitaciones y contratar con leyes internacionales, y que nos ayudarán con asesoría de gente que ya hubiera hecho Juegos [...] Eso nos permitió tener gente que ya se había equivocado y ya sabía qué hacer. El gobierno británico se encargaba de armar el equipo a través de una empresa que también nos apoyaba. O sea, era una mini licitación"*.

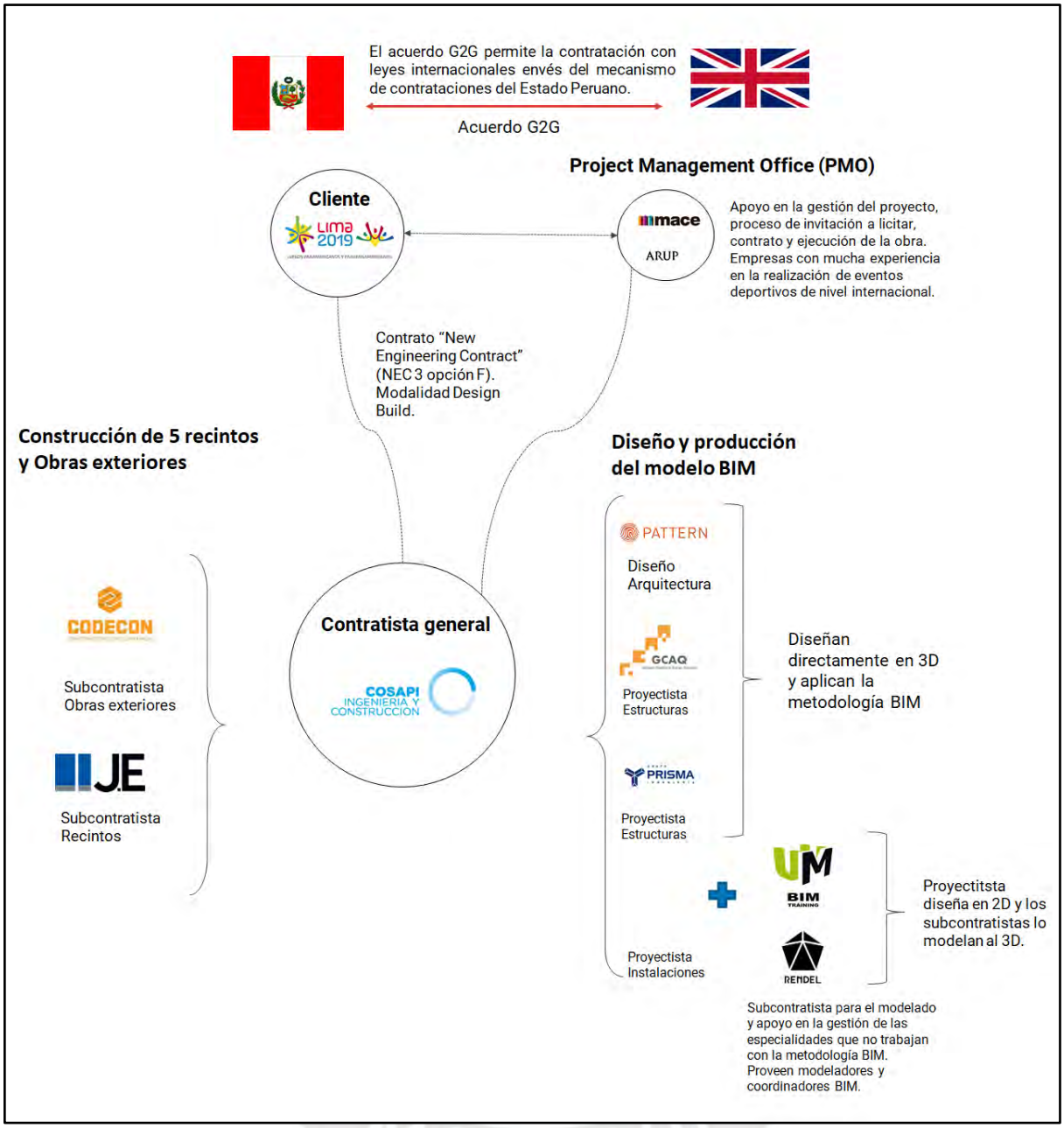


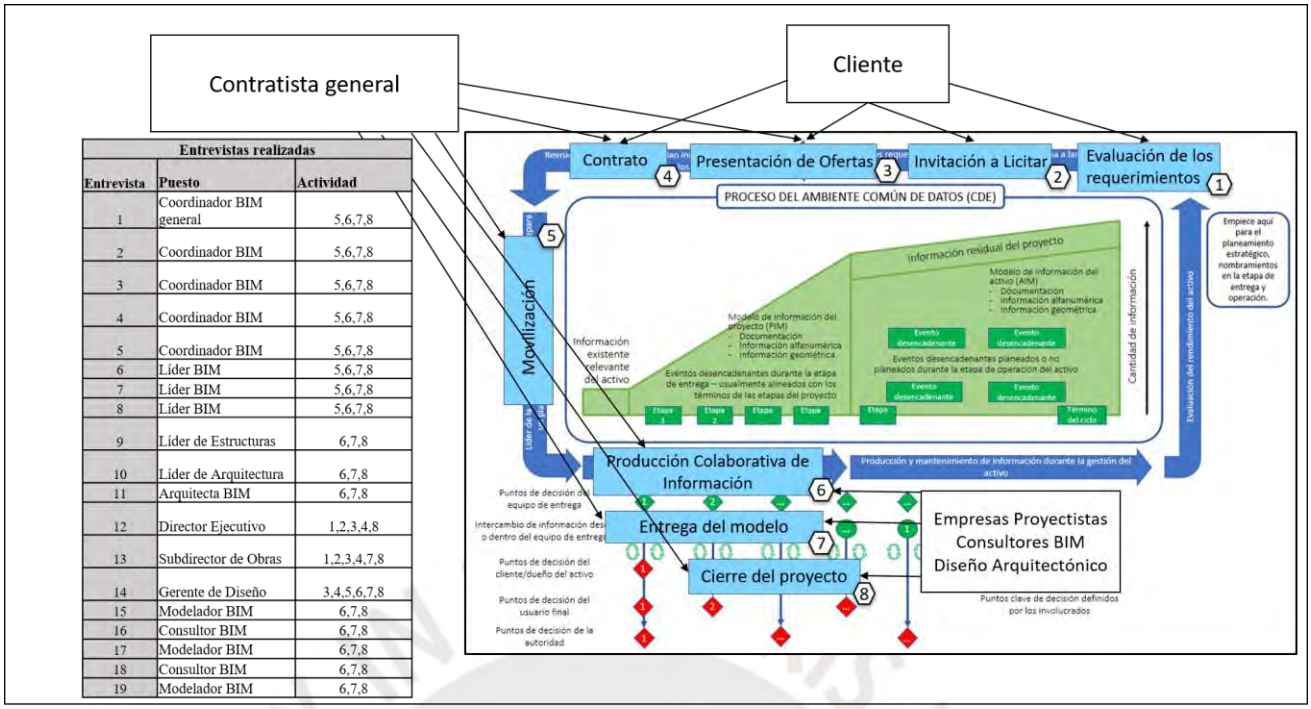
Figura 12: Alineamiento institucional del proyecto La Videna. Fuente: Propia

4.3 Involucrados y roles generales

Se entrevistaron a varios involucrados del proyecto La Videna y se captaron sus perspectivas sobre la gestión de información para obtener un mejor análisis, considerando la variable de estudio y aspectos de gestión de proyectos que gobernaron el proyecto. Así, se realizaron entrevistas a involucrados que desempeñaron roles en la gestión de información en los diferentes involucrados. A continuación, se enumeran los puestos de trabajo de los 19 profesionales entrevistados:

- El Director ejecutivo del Proyecto por parte del cliente
- El Subdirector de Obras por parte del cliente
- El Gerente de Diseño del proyecto
- 5 Coordinadores BIM (cada coordinador encargado de un recinto de la Videna)
- 3 Líderes BIM
- 3 Modeladores BIM (1 de estructuras y 2 de MEP)
- 2 Gerentes de las empresas consultoras en BIM
- 1 Arquitecta BIM
- 2 Líderes de especialidades (de Arquitectura y de Estructuras)

Esta variedad de roles en la gestión de información, tanto a nivel de cargo desempeñado como en la granularidad de la información, lograron que se puedan abarcar todas las actividades de la ISO 19650 Parte 2, como se puede ver en la figura 13.



Entrevistas realizadas		
Entrevista	Puesto	Actividad
1	Coordinador BIM general	5,6,7,8
2	Coordinador BIM	5,6,7,8
3	Coordinador BIM	5,6,7,8
4	Coordinador BIM	5,6,7,8
5	Coordinador BIM	5,6,7,8
6	Líder BIM	5,6,7,8
7	Líder BIM	5,6,7,8
8	Líder BIM	5,6,7,8
9	Líder de Estructuras	6,7,8
10	Líder de Arquitectura	6,7,8
11	Arquitecta BIM	6,7,8
12	Director Ejecutivo	1,2,3,4,8
13	Subdirector de Obras	1,2,3,4,7,8
14	Gerente de Diseño	3,4,5,6,7,8
15	Modelador BIM	6,7,8
16	Consultor BIM	6,7,8
17	Modelador BIM	6,7,8
18	Consultor BIM	6,7,8
19	Modelador BIM	6,7,8

Figura 13: Relación de entrevistados con los roles que desempeñaron y los procesos de gestión de información en los que participaron.

Luego, es importante detallar el esquema organizacional de la ISO en cuanto al equipo de entrega y los equipos de trabajo. Cada uno de los 5 recintos era un equipo de entrega, como subproyectos dentro de un proyecto más grande, que fue La Videna. Como se ve en la figura 9, los equipos de trabajo no solo se conformaron por una empresa subcontratista, sino en muchos casos, la contratista general era parte del equipo de trabajo, por ejemplo, el equipo de estructuras estuvo conformado por la unidad de ingeniería de la contratista general y empresas de diseño estructural. Las empresas consultoras en BIM también participaban en varios equipos de trabajo porque brindaron soporte en la producción de información en varias especialidades, como MEP. El estudio de arquitectura, así como el constructor, también conformaron un equipo de trabajo en la especialidad de arquitectura. Trabajando en equipo para el diseño y la adaptación de los modelos a nivel construcción y procura, reemplazando los materiales que serían muy difíciles de encontrar en el mercado peruano.

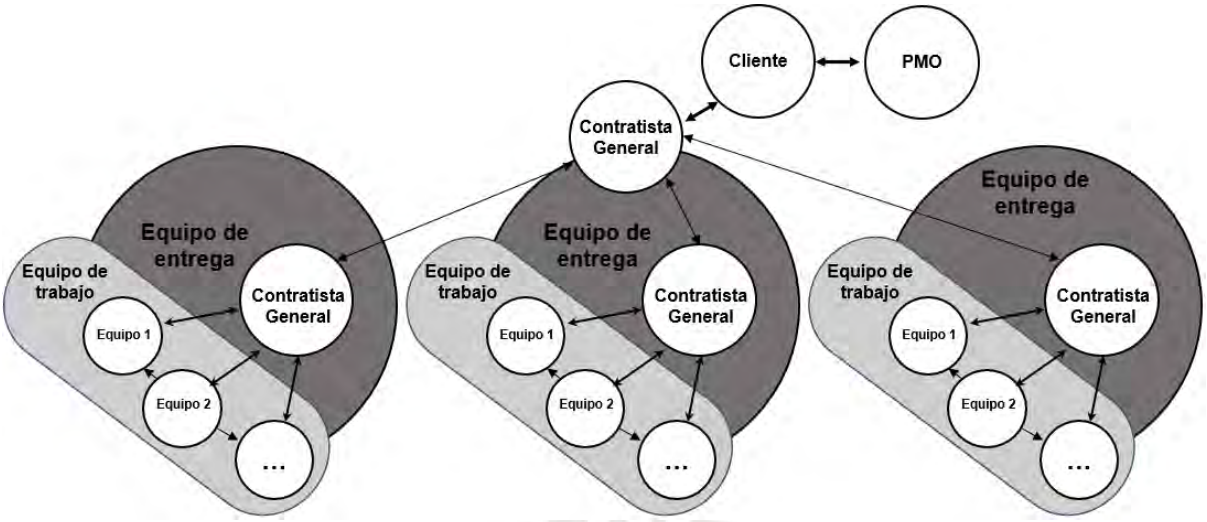


Figura 14: Equipos de entrega de información y equipos de trabajo según la ISO 19650

4.4 Gestión de información en el proyecto La Videna

Para entender la gestión de información - en el más alto nivel - en el proyecto bajo los lineamientos de la ISO, se debe entender, en primer lugar, algunos conceptos que se hacen referencia en la ISO, como son, el OIR y AIR. Recordemos que, el OIR y el AIR son documentos de información que constituyen posteriormente el PIR y el EIR (ver figura 15). Además, se presenta un esquema de gestión y producción de información, para entender las relaciones entre los softwares empleados.

OIR: Los requerimientos de información de la Organización pueden considerarse los del estado peruano con sus políticas deportivas. Lima 2019, conjuntamente con su PMO, establecieron los requerimientos de información de la organización, divididos en 4 aspectos:

1. Legado deportivo: Construir infraestructura deportiva que el país necesita.

2. Legado económico: Poner en valor las instituciones deportivas en beneficio del deporte peruano.

3. Legado socio-educativo: Promover la cultura del deporte en el país.

4. Legado urbanístico: Poner en valor espacios deportivos en la ciudad de Lima que inspiren a más peruanos.

LA GENTE NECESITA	LOS RECINTOS FUERON
Accesibilidad	Accesibles
Inclusión	Económicos
Estilo de vida activo	Multiusos
Identificación de talentos	Enfocados hacia la comunidad
Excelencia deportiva	Centros de excelencia
Participación	Duraderas, sostenibles y viables

Figura 15: Visión de legado deportivo. Fuente: https://www.lima2019.pe/.

AIR: Los requerimientos de información del activo fueron considerados en la Videna bajo la visión de legado que se tuvo a lo largo del proyecto sobre la infraestructura a construir. Esta visión consistía en tratar de optimizar los costos del proyecto para que no sea una carga muy grande para el estado peruano, por lo que se pensó en innovaciones para que la infraestructura cumpla tanto los requisitos del Evento como los de la vida útil del activo al menor costo posible.

Un aspecto importante fue pensar en la Operación y el Mantenimiento de la infraestructura construida a lo largo de la toma de decisiones del ciclo de vida del proyecto. Esto se traducía, por ejemplo, en separar los requerimientos sobre la capacidad de la infraestructura en el evento de los Panamericanos y Parapanamericanos con la gestión del activo. Con esto, se quería evitar obras que se considerasen "elefantes blancos" porque nunca llenarían su capacidad. Por ejemplo, en el proyecto de la Videna, esto se materializó en el uso de tribunas temporales para llegar a la capacidad prevista durante la realización del evento, que

luego fueron retiradas evitando generar mayores sobrecostos durante la vida útil de la infraestructura.

4.5 Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnológica implementada en el proyecto La Videna tuvo 2 tipos de colaboración claramente diferenciados, como se aprecia en la figura 16. Una colaboración de gestión documentaria, principalmente entre los involucrados cliente, contratista general y el estudio de arquitectura, en la plataforma Aconex. Y otra colaboración orientada a la producción del modelo y resolución de interferencias y *RFI*s, con las plataformas Revizto y BIM 360. En ambas plataformas se contó con una gestión de cambios de los documentos y modelos producidos. Las plataformas tecnológicas utilizadas fueron:

- **BIM 360:** Plataforma tecnológica de Autodesk que permite producir el modelo BIM en la nube y a la vez permite la producción en simultáneo con distintos involucrados. Esta plataforma permitió ver las actualizaciones diarias del modelo de arquitectura con los diseñadores que trabajaban desde Inglaterra, y a su vez, con empresas subcontratistas de diseño estructural peruanas. La plataforma eliminó fronteras, de manera que se podía compatibilizar los modelos estructurales con los de arquitectura.
- **Revizto:** Esta plataforma tecnológica se utilizó principalmente para la coordinación de las interferencias halladas en el modelo BIM entre las diversas especialidades. Sirvió también como un medio de comunicación de estas, mediante las herramientas de priorización de las interferencias (grave, muy grave, moderada) y la capacidad de resolverlas por este medio, mediante un gestor de incidencias.
- **Aconex:** Fue, tal vez, la principal solución tecnológica para la gestión de la información del proyecto. Se utilizó con el contratista general para entregar toda la documentación

con fuerza legal al cliente, a nivel planos, *RFI*s, etc. Esta plataforma tiene accesos restringidos, por lo que solo ciertas personas tuvieron acceso a ella.

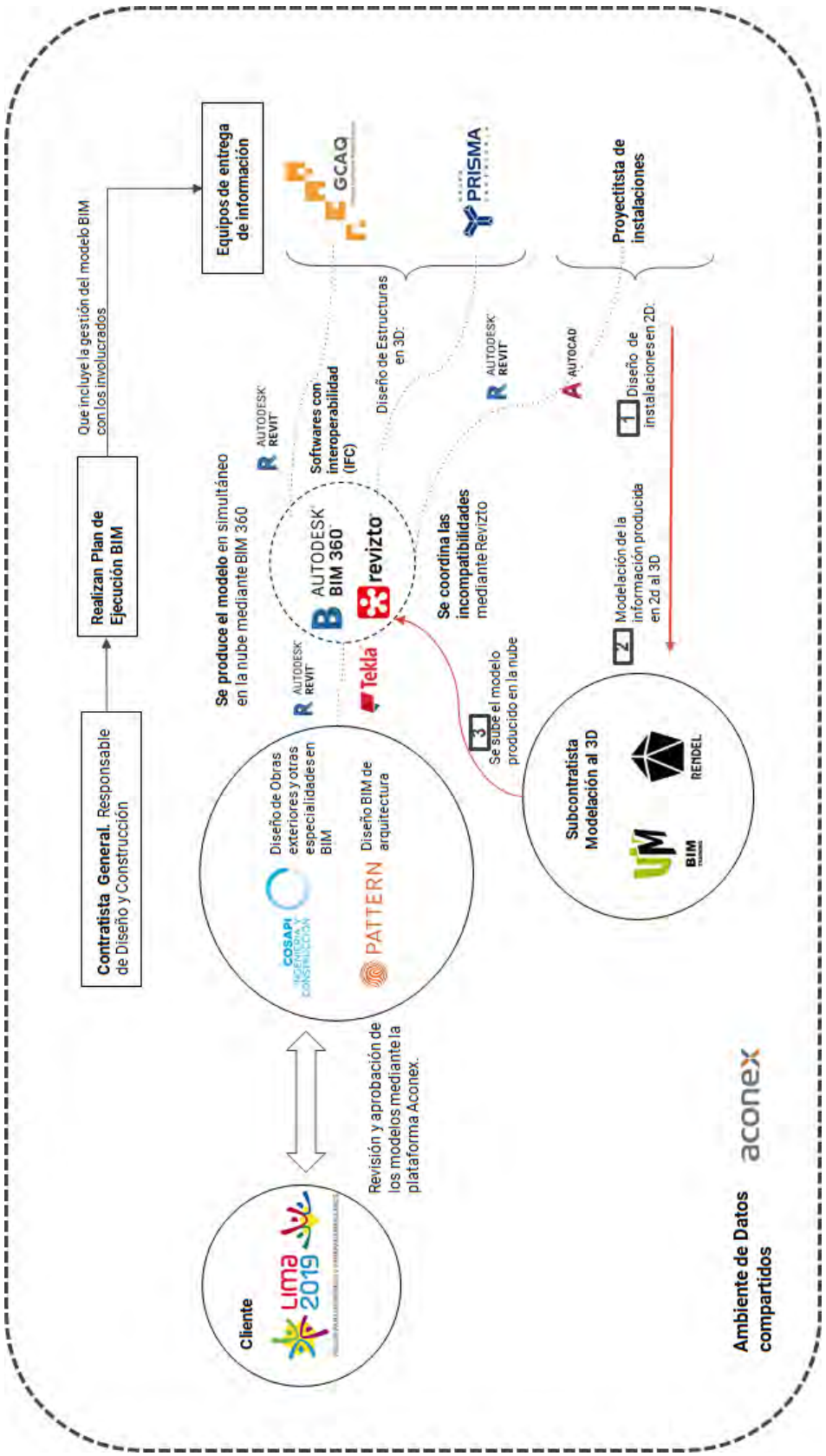


Figura 16: Esquema de gestión y producción de información en el proyecto. Fuente: Propia.

4.6 Análisis de entrevistas

En el presente capítulo se analiza la información recopilada de las entrevistas. Como se mencionó en la metodología, las entrevistas se filtraron por actividad y proceso de la ISO, para luego ensamblar una matriz que clasifica las ideas de las entrevistas en problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas.

Como se observa en la tabla 5, la mayor cantidad de información recopilada es de la actividad de “Producción colaborativa de información", con 16 ideas en problemática, 15 ideas en buenas prácticas y 15 en lecciones aprendidas. Le sigue, en cantidad de ideas, la actividad “Contrato”, y luego “Movilización". La actividad con menos ideas extraídas es “Cierre del proyecto”. Al ser una ISO que da los lineamientos en la gestión de la información y con ello, la producción de información con el uso del BIM y procesos colaborativos, no es de sorprender que la mayor cantidad de problemas, buenas prácticas y lecciones aprendidas estén en la actividad de “Producción Colaborativa de información”. A continuación, se presenta el número de ideas que encontraremos en nuestra matriz por actividad.

Tabla 5: Consolidación de resultados de entrevistas clasificados en problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas según actividades de ISO 19650.

Actividades		Problemática	Buenas Prácticas	Lecciones Aprendidas
1	Evaluación de los requerimientos	2	6	6
2	Invitación a la licitación	1	3	2
3	Presentación de ofertas	1	1	3
4	Contrato	13	12	13
5	Movilización	8	8	10
6	Producción colaborativa de información	16	15	15
7	Entrega del modelo de información	7	5	7
8	Cierre del proyecto	1	2	0

Fuente: Propia.

Asimismo, como se observa en la tabla 6, el proceso con mayor cantidad de información extraída de las entrevistas es “Generación de información”, de la actividad “Producción

colaborativa de información", seguido por el proceso de "Establecer los requerimientos de intercambio de información del contratista general" de la actividad "Contrato".

Tabla 6: Consolidación de resultados de entrevistas clasificados en problemática, buenas prácticas y lecciones aprendidas según los procesos de ISO 19650

Procesos		Problemática	Buenas Prácticas	Lecciones Aprendidas
1.1	Designación de las partes que ejercerán la función de gestión de información	-	1	2
1.2	Establecer los requerimientos de información del proyecto	1	2	-
1.3	Establecer los hitos de entrega de información del proyecto	-	1	-
1.5	Establecer los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto	-	-	1
1.7	Establecer el ambiente de datos compartido (CDE)	1	1	3
1.8	Establecer el protocolo de información del proyecto	-	2	-
2.1	Establecer los requerimientos de intercambio de información del cliente	-	-	2
2.3	Establecer los requisitos de presentación de la oferta y sus criterios de evaluación	1	1	-
3.1	Nominar individuos para asumir la función de gestionar la información	1	-	-
3.2	Establecer el PEB del equipo de entrega (antes del contrato)	-	-	1
3.4	Establecer la capacidad y habilidades del equipo de entrega	1	1	-
3.5	Establecer el Plan de Movilización del equipo de entrega	-	1	-
4.1	Confirmar el equipo de entrega del Plan de Ejecución BIM	4	5	2
4.2	Establecer una matriz de responsabilidades detallada del equipo de entrega	2	2	2
4.3	Establecer los requerimientos de intercambio de información del contratista general	5	4	5
4.4	Establecer el plan de entrega de información por especialidades	1	-	1
4.5	Establecer el "Plan maestro de entrega de la información"	1	-	1
4.6	Completar los documentos contractuales del contratista general	-	1	2
5.1	Movilización de recursos	3	4	4
5.2	Movilización de tecnologías de información (IT)	2	2	3
5.3	Probar los procedimientos y métodos de producción de la información	3	2	3
6.1	Revisar la disponibilidad de información de referencias y recursos compartidos	2	2	2
6.2	Generación de información	10	8	9
6.3	Primera verificación de calidad de la información	3	1	3
6.4	Revisar la información y aprobar para compartir	-	3	-
6.5	Revisión de los modelos de información	1	1	1
7.1	Presentación del modelo para autorización por parte del contratista general	2	-	2
7.2	Revisión y autorización del modelo	3	1	2
7.3	Envío del modelo para la aceptación del cliente	1	1	3
7.4	Revisión y aceptación del modelo	1	-	-
8.2	Lecciones aprendidas para futuros proyectos	1	2	-

Fuente: Propia.

Por último, se elaboró la tabla 7, la matriz consolidada, siguiendo la metodología de investigación, que ensambla los hallazgos encontrados en las entrevistas realizadas. Esta tabla sintetiza las respuestas de los entrevistados en la problemática, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas en la gestión de la información del proyecto La Videna para cada actividad de la ISO.

Tabla 7: Matriz consolidada que ensambla los hallazgos de las entrevistas del Proyecto La Videna según Actividades y Procesos de la ISO.

	Problemática	Buenas prácticas	Lecciones aprendidas
1. Evaluación de la Necesidad	1.2 Establecer el PIR del proyecto 1. Sobre el alcance del proyecto, la consultora Deloitte elaboró un Plan Maestro en el que se encontraron varias deficiencias y errores. Se identificó problemas en la ubicación de la tribuna principal de la Videna al lado de Oriente hasta consideraciones como los vientos con dirección sur en la pista atlética que afectarían la competición. Todo esto se tuvo que replantear en la marcha. 1.7 Establecer el entorno común de datos del proyecto 1. Desde el inicio del proyecto no hubo una plataforma de gestión de la información definida. El equipo decidió utilizar Aconex cuando ya había culminado la ingeniería. En contraste, el cliente decidió también que debía utilizar el Aconex como plataforma de gestión. Entonces, durante la marcha se tuvo que migrar toda la información hacia la plataforma del cliente, y además del riesgo de pérdida de información, se cambiaron las codificaciones y registros. En un proyecto nunca es bueno hacer eso, pues surgen problemas de trazabilidad de la información, que es encontrar el origen de un documento, desde su creación.	1.1 Designar individuos que ejercerán la función de gestionar la información 1. De acuerdo con el organigrama, cada obra, tuvo un jefe de proyectos y un control documentario. Tuvimos un equipo técnico para la supervisión. Sin embargo, el contrato inglés no contempló una figura de supervisión como la conocemos acá, en Perú y Latinoamérica. 1.2 Establecer los requerimientos de información del proyecto 1. El proyecto se estructuró bajo el sistema inglés RIBA que considera 7 etapas de gestión; a diferencia del modelo latinoamericano de anteproyecto y proyecto. Como todas las obras de edificación son complejas, si yo no tengo etapas para poder dividir el proyecto, se hace muy difícil poder ir avanzando de forma certera. Entonces, segmentar el proyecto así, ayudó mucho pues está claramente identificado qué es lo que se debe entregar y quiénes son los responsables de entregarlo. 2. Fue fundamental pensar en el activo construido. El evento de los Juegos Panamericanos duraría 27 días. Se tomó esto en consideración para no sobredimensionar la infraestructura, y se utilizaron tribunas adicionales de manera temporal en el estadio atlético y en el centro acuático. Gracias a esta “visión de legado”, nos pudimos enfocar en el uso posterior de la infraestructura, y en optimizar los costos del proyecto cumpliendo los requerimientos con instrucciones precisas.	1.1 Designar individuos que ejercerán la función de gestionar la información 1. Mace y Arup fueron designadas por el gobierno inglés, en el marco del acuerdo G2G, para que ejerzan la función de PMO. Porque estas empresas tenían mucha gente con experiencia en juegos Panamericanos u Olímpicos anteriores. Tenían toda la experiencia para poder enseñarnos a nosotros - que nunca habíamos hecho esto - cuáles eran nuestras prioridades. Ellos nos han orientado y la relación ha sido directa con ellos. 2. La PMO se hizo en el proyecto y contó con apoyo y asesoría del acuerdo G2G. Contratar bajo las leyes de contrataciones del estado iba a demorar mucho. Lo que se decidió fue tener un convenio G2G, que fue definido con la Contraloría. El acuerdo de colaboración con el gobierno británico ayudó con las licitaciones y contratar con leyes internacionales, y con asesoría de gente con experiencia que ya había organizado Juegos. 1.5 Establecer los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto 1. La especialidad de arquitectura, que es la que manda en proyectos de edificaciones, debería congelar su producción de información al menos 3 semanas antes de su entrega. Con ello, se garantiza un tiempo prudente para la compatibilización de información de las demás especialidades. 1.7 Establecer el entorno común de datos del proyecto

		1.3 Establecer los hitos de entrega de información del proyecto 1. Se establecieron hitos a nivel macro. Para el diseño se tuvo 3 entregables importantes: diseño esquemático, advance IFC y el IFC, cuyos entregables eran todos los planos a nivel de construcción. Este tipo de división en hitos más pequeños benefició al proyecto. 1.7 Establecer el entorno común de datos del proyecto 1. En la licitación se determinó utilizar la plataforma Aconex, y a través de esta, se empezó a organizar el flujo de información; donde incluso se incluyó a la Contraloría. Es así que se utilizaron 2 softwares para el CDE, el ACONEX y el BIM A360. El primero, orientado al intercambio de información contractual con el cliente, y el segundo, orientado a la producción de información de los modelos. 1.8 Establecer el protocolo de información del proyecto 1. Toda producción de información (planos, sustentos, cartas, etc.) tenía que estar obligatoriamente en el CDE. Solo así tendría validez. Asimismo, toda la información de la licitación se colgó en la página web de Lima 2019; y todo lo que estaba allí era lo oficial.	1. El entorno común de datos ha sido un aporte que hizo el gobierno inglés Mace o Arup. Ellos sugirieron, y así se hizo, a través de los contratos que trajeron los ingleses, el NEC, sugirieron el uso del sistema Aconex, para gestionar la información. Nosotros en el Perú, en obras estatales y en obras particulares también, el único medio de comunicación que tenemos es el cuaderno de obra. Ya hay algunas entidades estatales que permiten el uso del cuaderno electrónico. Sin embargo, el Aconex es un sistema mucho más integrado. 2. Sobre la factibilidad de usar esta tecnología según el tipo de proyectos, creo que todas las plataformas se justifican desde proyectos medianos a grandes. Si vas a construir una casa no es necesario, lo puedes administrar con un dropbox o cualquier sistema en la nube. Sin embargo, cuando un proyecto tiene, en aspectos de ingeniería, más de 5 mil entregables, se hace muy relevante que esto se estructure en un CDE. 3. En proyectos internacionales normalmente lo define el cliente, pues es el principal interesado en ser dueño de esa plataforma porque él está comprando esa información, y si esa plataforma no es de él, o de alguno de sus consultores directos, tiene el riesgo de que sus empresas contratistas, en alguna disputa, se queden con la información, y allí él está en una posición de riesgo.
2. Invitación a Licitar	2.3 Establecer los requerimientos de presentación de propuestas y criterios de evaluación 1. Cuando comenzamos en enero del 2018, estuvimos en la sede central de Cosapi, porque en	2.3 Establecer los requisitos de respuesta de la oferta y sus criterios de evaluación 1. El convenio G2G fue un convenio global. Y dentro del convenio vinieron los acuerdos de implementación. Estos	2.1 Establecer EIR cliente 1. En la etapa de invitación a la licitación, no se exigía como parte del contrato que los diseñadores y contratistas utilicen BIM. Sin embargo, había que

	la Videna se estaba recién montando el campamento y haciendo las demoliciones respectivas, y nosotros necesitábamos mucha coordinación con los equipos de diseño, que estaban principalmente en la sede Central y alrededores. En otros proyectos se arma un Big Room donde está todo el equipo en una misma sala, en este caso no se dio porque no hubo tiempo de coordinar eso; hasta que en Abril o Mayo recién nos mudamos a la obra.	exigían que se use un mecanismo de contratación internacional para evitar que las obras se paralicen o que no arranquen a tiempo por impugnaciones; no exigían necesariamente un contrato NEC. 2. Se tuvo un criterio de evaluación de 30% factor económico y 70% la parte técnica, donde incluso se incluía políticas de tratamiento con el sindicato. Así, a las propuestas se les evaluaba, el diseño y la accesibilidad, cómo han resuelto ciertos problemas técnicos; y la innovación. Y, a las empresas que presentaron ofertas se las evaluaba por: ● la capacidad de los contratistas, ● las obras que habían hecho (obras similares), ● sus estados financieros, y ● criterios éticos, como firmar un compromiso de integridad de no estar incursos en ningún lío. 3. Además, tenían que presentar auditorías que certifiquen los números de la empresa y problemas legales o judiciales. Todo ese proceso lo lideró Mace, y Lima 2019 actuó como secretaría general.	diseñar y construir 5 recintos en 16 meses, entonces, se puso como una sugerencia que se utilice una plataforma para poder lograr una coordinación lo más eficiente posible, y así pasarle con mayor rapidez la información a la constructora, en este caso Cosapi. Afortunadamente todos accedieron, sin embargo, no estuvo exento de desafío, como es el hecho que la gran mayoría de equipos de diseño de especialidades no había trabajado antes con BIM y tuvimos que ponerles equipo de apoyo para que lo pudieran lograr. 2. Durante la obra no se consideró el uso que el cliente le pueda dar al modelo luego de terminado el proyecto. Sabíamos que lo podían usar para el Facility Management en la etapa de legado, pero la prioridad era la compatibilización para optimizar el diseño y mejorar el proceso constructivo. Sin embargo, al final sí se tuvo consideraciones, y se avanzó con el desarrollo del modelo para OyM.
3. Presentación de Ofertas	3.1 Nominar individuos que asumirán la función de gestionar la información 1. Durante la marcha, y por necesidad, se asignaron a los responsables de gestionar la información, en la resolución de consultas, cuando surgieron problemas en la producción de información desde los equipos de trabajo. 3.4 Establecer habilidades y capacidades del equipo de entrega 1. En el Perú no se encontraron empresas proyectistas de especialidades MEP que te puedan brindar un diseño directamente en BIM y a su vez,	3.4 Establecer habilidades y capacidades del equipo de entrega 1. Para el diseño estructural sí se encontró una empresa que te brindara un modelo BIM, la empresa PRISMA. Para arquitectura se trabajó con la empresa inglesa Pattern Design, que producía toda la información directamente desde el modelo y que tenía gran madurez en BIM. 3.5 Establecer el plan de movilización del equipo de entrega 1. Se contrataron a 2 empresas consultoras de modelado: Rendel y Urbimaja, para proporcionarles modeladores con experiencia a las empresas proyectistas de especialidades	3.2 Establecer el PEB del equipo de entrega 1. Se pudo haber aplicado un enfoque más Lean en la elaboración del PEB, un enfoque más “Pull”, antes que “Push”. Esto consistiría en pedir feedback a los equipos de trabajo para analizar el flujo de trabajo y analizar su factibilidad, sobre si lo podíamos cumplir, y tomar las medidas correctivas a tiempo. 2. El tema del uso BIM de la nube de puntos se definió después de elaborado el PEB, en algunas de las reuniones. Conforme avanzaba el proyecto se vio la necesidad, porque se contaba con una estructura existente.

	trabajar bajo cierta metodología de diseño. Esa fue una primera barrera que se encontró.	MEP y poder suplir las capacidades BIM que no tenían. A cada coordinador BIM y Líder BIM se le proporcionó un equipo de 6 a 7 modeladores BIM, los cuales tenían que ser asignados a las diversas empresas de diseño de instalaciones para darles el soporte y poder producir el modelo. Se consideró muy importante que estas lo tengan de manera "in-house" para que estén en su día a día y puedan producir los entregables más rápido.	3. Lo más importante que se extrae de un PEB es el orden, el flujo de la información, el método del trabajo, la plataforma de coordinación que se va a usar, la frecuencia de las reuniones, los hitos contractuales que están de cierta forma metidos en el PEB indirectamente y el nivel de detalle.
4. Contrato	4.1 Confirmar el PEB del equipo de entrega 1. Se evaluó que la estructura organizacional que se diseñó desde un comienzo no sería suficiente para alcanzar los objetivos del proyecto. Así, que se tuvieron que rediseñar los roles y funciones durante la marcha. 2. No hubo una definición muy clara sobre el alcance del equipo BIM dentro de la organización del contratista general; porque varias áreas pedían entregables extras no considerados inicialmente. 3. No todos los integrantes que se fueron sumando al proyecto tuvieron acceso al PEB ni otros documentos para producir información, y como no habían estado desde el comienzo la curva de aprendizaje era más lenta. 4. Similar, no todos los profesionales que producían información en BIM tenían los conocimientos técnicos de las especialidades que modelaban. Se dio algunos casos donde un arquitecto modelaba especialidades mecánicas, sin conocer de la normativa y los aspectos técnicos de esa especialidad. 4.2 Establecer la matriz de responsabilidades detallada del equipo de entrega	4.1 Confirmar el PEB del equipo de entrega 1. Lo esencial del PEB es poder comunicar el alcance del modelo y los niveles de detalle, la calidad y los estándares. Así como establecer los lineamientos básicos para presentar información y evitar retrabajos. 2. Además, en el PEB estaba indicado: ▪ las métricas de producción del modelo, ▪ aspectos de la metodología VDC, ▪ flujos de trabajo para los procesos en diseño, ▪ flujos de trabajos para los procesos en campo, y ▪ una matriz de roles y responsabilidades. 3. El PEB también ayudó para establecer los responsables de gestionar la información. A nivel de organigrama se contaba con una persona a cargo de control documentario, otra a cargo de calidad, que revisa que todos los estándares se cumplan, como los procedimientos y codificaciones. Cada una de las empresas tenía que identificar cuál era su punto de contacto, que por lo general es el control documentario, de tal forma que toda la información salga y llegue desde la misma persona y no desde múltiples personas de forma cruzada. 4. El PEB fue un "documento vivo" y se fue adaptando a las necesidades del proyecto. Se realizó un taller donde se convocó al equipo BIM para realizar una lluvia de ideas para mejorar el PEB. Una de las mejoras que se realizó fue el mapeo de procesos que se levantó en la primera versión.	4.1 Confirmar el equipo de entrega del PEB 1. Se pudo haber revisado el PEB con profesionales externos a la contratista general, porque ellos podían complementar el PEB desde su experiencia para darle mayor calidad. Los proyectistas podrían haber sugerido los parámetros que necesitan representar en el modelo. 2. El PEB fue elaborado por el contratista general después de ganado el proyecto, pues este no formó parte de la Propuesta ni de los requerimientos del cliente. Sin embargo, se debió elaborar incluso antes del contrato. 4.2 Establecer la matriz de responsabilidades detallada del equipo de entrega 1. Dentro del PEB agregaron un organigrama donde figuraba quien era el BIM Manager, los coordinadores BIM, los líderes BIM, pero esto no fue suficiente. Ya durante la marcha se vio necesario que para la resolución de issues en el Revizto era necesario saber a quién asignar los issues, quienes eran los responsables y quienes los "accountables". Por ejemplo, para estructuras, había un responsable de estructuras. En ingeniería estaba organizado por el líder de una especialidad y su equipo de trabajo, en este caso el líder de la especialidad es el responsable de la resolución del

	1. Hubo algunos problemas de choque de funciones por indefiniciones o vacíos. Por ejemplo, un coordinador BIM le asignaba una tarea a un modelador sobre cómo resolver una incompatibilidad pero luego venía el líder de la especialidad y le daba otro enfoque a la solución, más acertado. 2. En un momento se tuvo tanta carga de trabajo y todo lo tenía que hacer el área BIM, planos, modelos, metrados. Hubo un periodo de trabajo en que solo se utilizaba CAD, no había tiempo para pasarlo al BIM. 4.3 Establecer el EIR del contratista general 1. Con las subcontratistas que producían información en 2D, se les pedía el CAD que tenían, luego el modelador que asignamos a sus oficinas levantaba el 2D al modelo BIM en Revit. El modelo levantado se pasaba al Revizto y empezaba la interacción con las demás especialidades. Esto sin duda requería un esfuerzo grande y sobretodo un esfuerzo que parece duplicado en el paso del 2D al BIM. 2. Con una empresa de diseño estructural se tuvo inconvenientes en cómo sacar los metrados del modelo, lo que no estaba especificado en el Plan de Ejecución BIM. Sacar metrados era algo más técnico, les dimos unos protocolos, para que pudieran asignar la información, para que puedan hacer los modelos. 3. Se establecieron requerimientos detallados y a veces los proyectistas presentaban otra cosa, sin seguir estos requerimientos. En el papel puede estar claro y en las reuniones no se hacen preguntas, se comparten los estándares y se indica	5. Hubo un PEB tanto para construcción como para diseño. Semanalmente, se medían las métricas de producción del modelo BIM, la coordinación con los especialistas, que representaba cómo iba el avance para los hitos que se tenía. El PEB ayudó en la calidad de los modelos. 4.2 Establecer la matriz de responsabilidades detallada del equipo de entrega 1. El plan de ejecución BIM define claramente los roles y responsabilidades de cada involucrado sobre el BIM. El coordinador, el facilitador, el coordinador general y la gente fuera del BIM, los especialistas. El tema de roles no varió por recinto. Se contó con la lista de responsables de ingeniería y del modelo de dicha ingeniería. No solo se tenían los responsables de COSAPI sino de todas las empresas. Se actualizaba el organigrama en una hoja de cálculo dinámica con todos los integrantes del proyecto. 2. Se crearon 2 puestos nuevos: el de especialista BIM y líder BIM. El especialista BIM era responsable de brindar asistencia técnica y capacitaciones sobre BIM a los equipos de entrega de información que lo necesitaran. Y era responsable de mantener el EIR del contratista general en los entregables, de auditar el modelo presentado. En la etapa de diseño el líder BIM era el responsable de dar el seguimiento a los modelos, el coordinador se encargaba que se cumpla lo estipulado en el PEB, que se planifiquen las reuniones de coordinación, el seguimiento en Revizto. 4.3 Establecer los EIR del contratista general 1. Se estableció el EIR del contratista general con el BIM manager y con el coordinador BIM de cada recinto. Para el modelo BIM, se contaba con un estándar de modelamiento el cual se fue actualizando y retroalimentando.	issue, pero no quiere decir que lo haga directamente. 2. Es muy importante inculcar en el equipo de proyecto el concepto de la responsabilidad que cada uno asume. Se generó un ambiente de trabajo colaborativo, donde nos podíamos apoyar en otros para lograr el objetivo del proyecto. 4.3 Establecer el EIR del contratista general 1. Para los proyectistas de estructuras, se pudo trabajar de manera óptima con el EIR planteado, pues ya tenían experiencia en proyectos con BIM. 2. Un aspecto por mejorar está en incluir más criterios de cómo se debe modelar pensando en el proceso constructivo. Al ser un Fast Track, se iba diseñando, se modelaba y se construía. A medida que se iba construyendo se identificaban algunos errores y se corregían según el proceso constructivo. 3. Se debe estandarizar elemento por elemento, ya sea MEP y arquitectura e ir partiendo cada elemento. El LOD no debe ser general. 4. Se estableció un proceso para la gestión de las comunicaciones. Fue importante definir esto porque se tuvo a un proyectista que estaba en Gran Bretaña. 5. Durante el diseño se tuvo en cuenta la “visión de legado”; es decir, no solamente tener el mejor diseño que cumpla con los requerimientos del evento de los panamericanos, sino también durante la etapa posterior. El uso del BIM apoyo en este sentido, en analizar varias alternativas tanto para

	cómo debe quedar, pero aun así la información no se entregaba según lo requerido. 4. Se tenía que producir información en 2D para que algunos profesionales, como los proyectistas o líderes de especialidades, pudieran entender lo que indicaba el modelo. Esto generaba un trabajo extra, pues si bien contaban con un visualizador del modelo, requerían de mayor asistencia técnica para entender el modelo. 5. Los requerimientos sobre BIM consistían en tener la información centralizada en un modelo BIM, y como requerimiento general, se debía modelar en LOD 300. No hubo más detalle para el modelado. 4.4 Establecer el plan de entrega de información por equipos de trabajo 1. Al ser un proyecto fast track y con un plazo impostergable, el cronograma de entrega de los diseños era muy ajustado, hubo momentos donde la producción del diseño se hacía el cuello de botella y podía correr el riesgo de demorar la ejecución 4.5 Establecer el Plan Maestro de Entrega de Información 1. El Plan de entrega de información se dividió por etapas. En la primera etapa, Estructuras tenía que entregar las cimentaciones, entonces la problemática fue que por proceso de diseño estructural la cimentación es lo último que se diseña, pero era lo primero que se tenía que entregar. Entonces se tuvo que hacer un diseño suponiendo cargas en un techo, haciendo una corrida rápida.	2. La arquitectura y estructura eran realizadas directamente en BIM y se podían extraer planos del modelo. Para los especialistas de instalaciones se les permitía entregar un borrador, un dibujo a mano alzada o un CAD muy elemental para que el modelador lo pueda plasmar en el modelo. 3. Se compartió, a todos los miembros del equipo, la plantilla de revit con su librería de objetos y los colores que debía llevar cada especialidad. Esto fue necesario porque se habían establecido ciertos usos BIM como la extracción de metrados desde los modelos para ciertas partidas, por lo que la plantilla estaba parametrizada. 4. Una buena práctica fue que al firmar el contrato con los proyectistas se requirió que se utilizará el BIM. Si bien el equipo de Cosapi (junto a Rendel y Urbimaja) los iba a apoyar brindándoles asesoría y soporte técnico, esto tenía que estar estipulado en su contrato; que facilitó su uso. 4.6 Completar documentos contractuales del contratista general 1. En los contratos NEC se mencionan incentivos al contratista. Los ahorros se compartieron al 50% por cumplimiento de fechas. Esto incentivó al contratista a ser eficiente. Además, los contratos NEC son “Fit for Purpose”, donde cada contrato se ajusta a la obra y no al revés. Se necesitaba facilitar la ejecución de la obra y no que demore.	optimizar la construcción como para la visión de legado. 4.4 Establecer el plan de entrega de información por equipos de trabajo 1. Se considera que de no haberse aplicado la metodología BIM no se hubieran logrado los hitos de entrega de información, al menos no de manera óptima y con calidad. BIM ayudó mucho en hacer seguimiento a los cambios, que eran constantes y radicales en muchos casos. 4.5 Establecer Plan Maestro de entrega de información 1. El plan maestro es dinámico de acuerdo a la realidad de cada proyecto. Sin embargo, la Contraloría nos criticaba porque no hacíamos exactamente lo que decía el Plan Maestro. No entendían que el Plan maestro no es una cosa rígida, tiene que ser algo dinámico en función de lo que uno encuentra en la realidad y el presupuesto. 4.6 Completar los documentos contractuales 1. Se utilizaron los lineamientos del PMI por una recomendación de los ingleses. Las principales obras de los Juegos Panamericanos se han desarrollado bajo el modelo inglés. Ellos trajeron un modelo de contrato que promovía el uso de la oficina de PMO. 2. Los contratos NEC son contratos redactados por ingenieros para ser manejados por ingenieros. Ante cualquier problema se podía comunicar directamente y tratar de resolver los problemas in situ. Cuando había implicancias más grandes, estas se elevaban, y si no había un acuerdo se tenía el “Dispute Board” para zanjar las diferencias.

5. Movilización	5.1 Movilización de recursos 1. Hay una brecha con algunos profesionales que modelaban. Este personal a veces es más técnico y con poca experiencia en obra. Por lo que no tenían algunos criterios constructivos y esto se veía en el modelo. 2. Se buscó capacitar a los modeladores para que mantengan una buena relación con los proyectistas, porque trabajarían directamente con ellos en sus oficinas, pero al ser personal externo a la empresa del proyectista estos eran vistos con cierto recelo al inicio. 3. Durante la construcción, todo iba contra el tiempo, entonces algunas cosas que probablemente se hacían durante el diseño como las inducciones y capacitaciones ya no se hacían en la obra. La presión era muy alta y no había tiempo para esas reuniones importantes. 5.2 Movilizar tecnologías de información 1. Hubo problemas con la velocidad del internet para poder trabajar con la plataforma BIM 360, tanto en las oficinas del contratista general como en las oficinas de los proyectistas. Al tener muchas personas utilizando la plataforma, hubo momentos en que abrir un archivo demoraba hasta 3 horas, y todos los días se perdía ese tiempo. En la marcha se tuvo que solicitar que se mejorará la velocidad del internet. 2. El Aconex no tiene una interfaz muy buena y es complicada de usar. La interfaz de usuario tiene muchos botones acoplados, muchos pasos para realizar tareas que deberían ser más sencillas.	5.1 Movilización de recursos 1. El equipo que estuvo en la ingeniería en la etapa de diseño, se movilizó a la etapa de construcción en oficina técnica. Se les dio continuidad a los coordinadores que estuvieron en la parte de diseño, para que luego estos sean los coordinadores en la etapa de construcción. Los roles fueron cambiando para que la organización aprovechará las sinergías y canalizara de manera efectiva los trabajos. 2. Las capacitaciones se dieron en Revit. Al personal que modelaba se les impartió conocimientos del estándar de información y cómo usar los parámetros dentro del modelo. También a las empresas proyectistas de especialidades se les enseñó a cómo extraer planos del modelo, cómo colocar los membretes, etc. Y a los que no modelaban se les enseñó a cómo extraer información del modelo y cómo navegar en Revizto. Todos terminaron utilizando el Revizto. 3. Los modeladores BIM se instalaron en las oficinas de los especialistas de instalaciones, para producir el modelo BIM a la par que ellos diseñaban. Esto permitió tener un modelo actualizado y poder encontrar de manera rápida las incompatibilidades, y terminó siendo crítico para el éxito del proyecto. El contratista general sabía que - en el Fast Track - era crítico tener esa velocidad de actualización del modelo. 4. La implementación y “movilización” de estos recursos BIM se dio apenas fue adjudicado el proyecto, porque se sabía con antelación que iba a necesitar un equipo de modelamiento. 5.2 Movilizar tecnologías de la información 1. Los recursos de TI se fijaron antes de iniciar con la construcción virtual. Se establecieron requerimientos para poder trabajar de manera óptima, especificando los detalles técnicos de las PC o laptops a utilizar, y softwares.	5.1 Movilizar recursos: 1. Fue necesario contar con un equipo de modeladores que dominaran la parte técnica del modelado y que también tuvieran habilidades blandas, que sean proactivos porque iban a estar trabajando en las oficinas de los diseñadores de especialidades. 2. Tener un equipo de 20 modeladores no fue eficiente para el proyecto, se generan muchos desperdicios por los tiempos muertos en los que los modeladores no podían producir información. Pero era necesario tenerlos porque cuando llegaba la información se debía producir con la mayor rapidez posible. En el proyecto era mucho más importante no fallar en los hitos de entrega que buscar eficiencias en el recurso humano. 3. Fue importante para poder ganarse la confianza de los profesionales que tenían resistencia al cambio sobre BIM, porque se suele perder la confianza en BIM cuando el modelo no se asemeja a lo que se va a construir, o cuando no es construible. 4. Al inició se buscó generar documentación (videos explicativos, tutoriales) pero lo que más funcionó fueron las capacitaciones personalizadas, donde se enseñaba el funcionamiento del software, cómo se debían responder los issue, cómo enviar los planos para tener un repositorio principal, entre otros. El enfoque personalizado fue más valioso que generar documentación. 5.2 Movilizar recursos TI 1. Se debería tener un software que pueda registrar la normativa en el modelo y poder compatibilizar

	5.3 Probar los métodos y procedimientos de producción de información 1. La documentación generada, como el PEB y los manuales de modelado, no se socializó con todos los modeladores BIM, algunos mencionan haberlo visto en alguna reunión, pero no lo tenían a su disposición. Las direcciones y criterios establecidos en estos documentos se comunicaban en reuniones presenciales, pero no a un nivel de requerimiento formal donde se revisaba la documentación y se tenía acceso a ella. 2. El manual que se utilizó está más orientado al uso del software y a la entrega de la información, que a temas de constructabilidad. En los criterios de modelado no había mucho de constructabilidad. 3. El contratista general tiene sus estándares, tiene sus manuales muy completos, pero como no siempre son explicados ni puestos en la realidad entonces nadie los lee. Eso puede pasar con la documentación en general.	2. Para la movilización de recursos TI, se compraron licencias para los siguientes softwares según lo indicado en el PEB. ● Revizto, para la coordinación y resolución de issues. ● Holo Builder y camara 360, para las liberaciones de calidad. ● BIM 360, para la producción de los modelos en la nube ● Fieldwire, para resolver las observaciones en campo para la etapa de entrega de los ambientes. 5.3 Probar los métodos y procedimiento de producción de información 1. Se compartieron los protocolos y estándares de información con los que los modeladores tenían que alinearse. También se compartieron el cronograma de entrega, y los hitos. 2. El primer Plan de Ejecución BIM se elaboró en la etapa de movilización, cuando el contratista general se encontraba en su sede central. Un aspecto a resaltar fue que la comunicación de estos procedimientos, manuales y forma de trabajar fue comunicada constantemente en sesiones ICE.	según la norma. Porque suele suceder que cuando terminas tu modelo, no hay una revisión sobre si cumple la norma. 2. Es importante colocar en los EIR del contratista general, requerimientos relacionados al software y hardware requeridos para poder cumplir con los requerimientos mínimos para producir información. 3. Un aspecto a resaltar es el liderazgo e iniciativa del cliente y la contratista general para promover y apoyar el uso de las herramientas tecnológicas. Se buscó experimentar de manera ágil y quedarse con las que sirvieran al proyecto. Por ejemplo, el Revizto, el BIM 360, el Holo Builder, el Fieldwire, entre otros. 5.3 Probar los métodos y procedimientos de producción de información 1. En el Revit, se debió tener ordenado todos los parámetros. En el Revit, se deberían ver todos los parámetros, incluso clasificados por etapas de diseño o construcción. Eso hubiera ahorrado mucho tiempo. 2. Un manual debe ser cosas precisas para que verdaderamente se utilice. Además, el manual de procedimientos debería estar en orden alfabético. En el proyecto había un manual, pero encontrar la información tomaba mucho tiempo. 3. En el proyecto era más importante tener una comunicación directa y constante con las personas. Se realizaron varios talleres de VDC e IPD. Fue muy positiva esa interacción con las personas.

6. Producción Colaborativa de Información	6.1 Revisar la disponibilidad de la información de referencia y los recursos compartidos 1. Siendo un proyecto grande, cuando entró en crisis, se hizo todo lo posible para salir adelante. Ahí se empezó a compartir todas las plantillas desesperadamente para que los equipos de trabajo no empezaran desde cero. 2. Las plantillas de Revit entregadas por el contratista general no estaban completas, no se tenía la totalidad de "familias" necesarias para el proyecto. Los modeladores tenían que buscar en internet para crear "familiar". Si bien el modelo de arquitectura de Pattern sí tenía muy buenas familias, las del contratista general eran muy básicas, y no contaban con "familias" brindadas por los proveedores. 6.2 Generación de información 1. El equipo de trabajo de las especialidades MEP no tenía suficientes capacidades para hacer el diseño directamente en el BIM. Esto hacía que el proceso de producción de información se volviera más lento, porque se tenía que poner gente en sus oficinas para que modelen lo que ellos diseñaban. 2. De un momento a otro, pasamos de un LOD específico que nos dieron a un LOD con más detalle. Al no saber el alcance real del BIM, no teníamos un plazo específico. Sin embargo, la fecha de entrega final del proyecto era inamovible. 3. Las empresas consultoras de modelado no sabían si resolver las incidencias en el Revizto o el RFI. También ocurría que el modelador cuando producía información resolvía en el modelo y le pasaba al subcontratista el BIM para que él genere	6.1 Revisar disponibilidad de información de referencia y recursos compartidos 1. A los equipos de trabajo se les socializó toda la documentación pertinente para que puedan empezar con la producción de información. Se les entregó las plantillas de revit y se socializó también el Plan de Ejecución BIM y las métricas de desempeño. 2. En el documento "Criterios de modelado" se explicaba el proceso constructivo y por ende, la manera más adecuada de modelar cierto elemento. Por ejemplo, hasta donde se modela la columna, el nudo, etc. 6.2 Generación de información 1. El coordinador BIM compatibilizaba el modelo a un nivel más general que el modelador. El modelador atendía más los problemas del día a día y el coordinador anticipaba los problemas. El coordinador BIM asistía a las reuniones de lookahead 4 week y plan semanal, para establecer prioridades. 2. El flujo de producción de información fue el siguiente: todos tenían las licencias del BIM 360 Collaboration for Revit y se les permitió trabajar en el modelo en línea, ahí se sincronizaban los modelos con las demás especialidades. Al terminar el día, se subía el modelo por especialidad a la nube, y los líderes BIM descargaban los modelos. Los exportábamos al Naviswork y allí veíamos incompatibilidades antes de llevarlo al Revizto. En el Revizto se clasificaban los "issues" entre leve, moderado o grave. 3. Urbimaja y Rendel, fueron las consultoras de modelado contratadas por COSAPI. Ellos les daban un especialista, y este tenía contacto directo con el coordinador BIM del contratista general. Fue muy útil contar con el especialista BIM que pudiera brindar asistencia técnica tanto para los	6.1 Revisar disponibilidad de información de referencia y recursos compartidos 1. El PEB se compartió a las subcontratistas que hacían modelado en BIM. Sin embargo, las plantillas no contenían librerías de familias. Se debió tener librerías de familias estandarizadas con nombre y tipo de código. Si editas las familias ya no tienes que estar creando o buscando nuevas, lo que ahorra mucho tiempo. 2. Hubiera sido muy útil elaborar al final del proyecto un documento formal que recogiera el conocimiento de los modeladores BIM y los proyectistas, y así extender los "criterios de modelado" con los criterios de diseño que proporcionaban los proyectistas. Para que el documento no esté tan relacionado al modelado sino también a los criterios técnicos de diseño. 6.2 Generación de información 1. Se evaluó la posibilidad de que los subcontratistas pudieran realizar modificaciones en el modelo directamente, pero el riesgo no lo iban a tomar ellos, sino nosotros. Lo ideal hubiera sido que el subcontratista hubiera podido modificar directamente el modelo, pero también teníamos que ver la seguridad de nuestra información y lo que íbamos a presentar al cliente. 2. Lo que hace un buen cliente es que si conoce algo del proyecto te va a plantear algunas cosas porque ellos ya han hecho un proyecto similar antes y saben cómo quieren recibir la información. De hecho los ingleses practicaban esto y nos decían que necesitamos esto y lo otro. Entonces un buen plan puede ayudar a hacer mejor esto.

	su sketch y construya. Pero ese cambio que había hecho en el modelo para solucionar el problema, no estaba validado por el especialista de oficina técnica. 4. Al ser un proyecto Fast Track, la arquitectura cambiaba constantemente, incluso hasta el mismo día de entrega de información, afectando la producción de información de las demás especialidades y la calidad de la información en su conjunto 5. En la producción de información hubo un momento en que los arquitectos de Pattern ya ni te decían que cambios habían realizado en el modelo. El equipo de diseño estructural lo detectaba cuando los cambios eran muy evidentes o cuando les avisaban que el acero de refuerzo estaba 1.5 metros desfasado, en el aire. 6. Al comienzo hubo mucha resistencia al cambio por parte de los proyectistas de instalaciones al uso de la metodología BIM. Había mucho profesional "senior" que no veía con buenos ojos el tener dentro de sus oficinas a modeladores BIM que coordinaban con el contratista general. Sin embargo esto fue mejorando. 7. Algunos modeladores BIM no pudieron estar junto a los especialistas, lo cual demoraba la producción del modelo, por tener que esperar que se realicen los planos en CAD. En otros casos, lo que fallaba era la comunicación directa con ellos, y estos no resolvían las consultas de los modeladores.	aspectos de las tecnologías de información, como al EIR, y los métodos de producción de información. 4. El equipo de diseño estructural en obras exteriores tenía al equipo BIM al costado que permitía anticipar las respuestas a los RFI habiendo detectado la interferencia en el REVIZTO. Así cuando llegaba el RFI ya tenían la respuesta y lo registraban en el ACONEX por trazabilidad. 5. Las especialidades de Arquitectura (Pattern) y la de estructuras (mediante PRISMA y GCAQ) sí lograron una producción de información directamente en el modelo, lo cual aceleraron el flujo de trabajo y optimizó el uso de los recursos. El modelo de arquitectura estaba configurado y parametrizado de tal manera que se podían extraer metrados. Además de contar con familias completas. Pattern presentó un informe con el listado de objetos que se podían metrar directamente de sus modelos. 6. Los modeladores y coordinadores informaban directamente a los especialistas de diseño sobre las últimas actualizaciones, cambios y avances del modelo. En base a esto, ellos podían adecuar o modificar sus diseños y estos ser plasmados rápidamente en el modelo, primero pasándolo a un CAD o a mano alzada. En este flujo de trabajo, se coordina con la oficina principal de Cosapi sobre los avances del modelado de una disciplina, para anotar incidencias o incompatibilidades y poder plantear conjuntamente una alternativa de solución. 7. Se realizó un mapeo del proceso de producción de información que tuvieron en cuenta los predecesores o dependencias de información, con el fin de ayudar a coordinar y asegurar que la información sea entregada en el orden correcto y en los tiempos adecuados.	3. No hubo una herramienta de control de cambios para la producción del modelo. Se debió tener un sistema de alertas de cambios en el modelo del tipo fecha y un breve sustento. La comunicación de los cambios se dio principalmente mediante las sesiones ICE. Esta nueva herramienta debería identificar si un cambio se debe al proceso iterativo, o si es debido a retrabajos o a algo que no fue considerado inicialmente. 4. Los diseñadores de estructuras producen la información en CAD porque para ellos BIM es importante para la coordinación de especialidades, pero no para la estructuración de su diseño. Es por eso que en los diseños estructurales se mantiene la dinámica de producir la información primero en 2D y luego pasarla al BIM. 5. Algunas personas no estaban del todo capacitadas para el flujo de trabajo de producir información en BIM, en el cual uno tiene que trabajar en el modelo y después "cederlo" para que otra persona pueda usarla. 6. Uno de los temas que se identificó que se debía mejorar era la "constructabilidad". Se identificó que hubo mucha separación entre los proyectistas y los que ejecutaban la construcción, y el diseñador no siempre daba la alternativa más construible. Lo ideal hubiera sido que el constructor participe en el diseño. Participaron los líderes de especialidades del contratista general, pero ellos tienen un "know how" específico orientado a la optimización del diseño. 7. Fue muy importante que cada contratista en obra contara con al menos un coordinador BIM por

	8. La parametrización de los modelos no era tan exacta de acuerdo a los procesos constructivos. Por ejemplo, vaciar una columna hasta el fondo de viga y las placas hasta el fondo de losa. En la generación del modelo habían participado algunos modeladores que no tenían muy claro los procesos constructivos. 9. El modelo de diseño del proyecto no se compatibilizó durante la ingeniería por falta de tiempo, por lo que trajo muchos problemas durante la construcción. Se resolvieron los problemas más críticos de acuerdo al plan de construcción, empezando por compatibilizar todos los sótanos. 10. Muchas veces se pedían niveles de detalle del BIM cuando aún se producía información y no se tenía claro cuáles serían las dimensiones finales del elemento. 6.3 Realizar control de calidad 1. Nosotros recibimos el modelo, lo revisábamos y lo lanzábamos. En ocasiones, la información no se entendía. Eso pasaba porque no había un buen control de calidad de los modelos de información. De hecho, formalmente no hacíamos el control de calidad según algún estándar o algo. 2. Por otro lado, el modelo de Pattern cumplía el objetivo de extraer la información en un plano, pero no tenía mucha constructabilidad, pero cuando nos pidieron más cosas como elevaciones, cotas, ahí saltaron los problemas. Incluso, durante la construcción, se montó un equipo de arquitectos locales para "tropicalizar" el diseño con materiales disponibles en el mercado.	8. Para el modelamiento de las especialidades de instalaciones, se optimizó el flujo de trabajo al tener al modelador al costado de los especialistas, donde se podía empezar a modelar con los bocetos a mano alzado o con un CAD muy básico. El nivel de coordinación que hubo entre el diseñador y el modelador logró que la especialidad de instalaciones no sea un cuello de botella para actualizar el modelo general. 6.3 Realizar control de calidad 1. Los controles de calidad que se realizaban al modelo incluían una verificación de los "criterios de modelado". Uno de los criterios de modelado más importantes era que el modelo tenga la estructura para obtener metrados. Para esto se contaban con plantillas que indicaban cómo se debía modelar los elementos. 6.4 Revisión de información y aprobación para compartir 1. En el plan de calidad estaba definido a qué LOD se debía llegar, que marco va a tener el plano, con qué plumas vas a presentar el plano, los espesores. Todos lo trabajamos de esa manera y todos teníamos el mismo formato, y antes de emitir un documento, el área de calidad tenía que realizar una revisión a todo. 2. El uso de la metodología VDC, con las sesiones ICE facilitaron la revisión de los modelos en función a métricas, factores controlables y el uso del Revizto. Se medía el porcentaje de resolución de issues, la participación y el tiempo de respuesta de cada proyectista, entre otras. A estas sesiones asistían los modeladores BIM, los coordinadores BIM de cada recinto y los especialistas. Luego, en el Revizto, se hacían las comunicaciones de cada issue y se clasificaban para resolverlas según su prioridad. 3. El coordinador BIM era el auditor final del modelo. También se auditaba el estándar de información, y lo	recinto, para que recibiera la información y luego esta pueda ser centralizada por el contratista general en un modelo en la nube. Luego de las compatibilizaciones y con la aprobación del contratista general, los equipos ya contaban con un modelo para construir. 8. El flujo de producción de los modelos no fue el ideal, pero fue el óptimo para lo que se tenía. Lo más adecuado hubiera sido modelar directamente en 3D. Pero hacerlo directamente desde el 3D era entregar demasiada responsabilidad al BIM, y sin contar con ese "expertise" hubiera sido muy riesgoso. 9. Con el uso de la metodología VDC se tenía unas métricas para saber si el modelo estaba al día, si llegaba la información a tiempo. Todo esto apoyaba la gestión de la producción del modelo. 6.3 Realizar control de calidad 1. Se hacían observaciones y las contratistas de modelado tenían que hacer cambios. En algún caso ellos no lo hicieron porque no era parte de su alcance, entonces nosotros tuvimos que realizar esos cambios. La lección aprendida es que el contrato con estas empresas de servicio de modelado debe considerar las revisiones de calidad de la información expresamente. 2. Al inicio se utilizó métricas como tiempo de modelado, pero fueron replanteadas por otras más útiles como la métrica de "calidad del modelado" y el "tiempo de respuesta de los proyectistas". Se controló mucho la resolución de los "issues", los cuales al comienzo tenían un valor muy bajo de

	3. Fue un problema que los proyectistas no tengan una gestión de calidad en su proceso de producción de información. Ante esto, nosotros teníamos reuniones semana a semana, sesiones ICE, donde íbamos viendo las restricciones que les faltaban. 6.5 Revisión del modelo 1. Las principales causas de las revisiones constantes eran arquitectura e instalaciones, porque los subcontratistas no podían instalar lo que estaba en el modelo. El modelo fallaba en algunos aspectos técnicos y de constructabilidad. Algunos subcontratistas en obra manifestaron que varios diseños no eran construibles.	realizaban los coordinadores; quienes tenían mayor conocimiento de los estándares. 6.5 Revisión de los modelos de información 1. El contratista general tuvo a coordinadores de ingeniería que se encargaban de gestionar los entregables de todas las especialidades por cada recinto. Y se tenía a los líderes de especialidades, los cuales solo veían una disciplina pero podían ver varios recintos. Estos revisaban los entregables de su especialidad previó a enviárselo al cliente, y supervisaban que cumpliera todos los aspectos normativos y que el diseño sea el óptimo.	resolución, alrededor del 30%, y al final del diseño se llegó al 80%. 3. Se verificaba la calidad del modelo en base a la retroalimentación que brindaba el equipo de obra, pues el principal objetivo del modelo para el contratista general era que este utilizara para la construcción. 6.5 Revisión de los modelos de información 1. En la construcción, un tema con el Revizto fue que como no era el canal formal de comunicación, y al no ser oficial, muchas veces no era tomado en cuenta. Hasta que la información no estuviera en el canal oficial, que era el Aconex, no se resolvía. Se podrían haber mejorado las comunicaciones.
7. Entrega del Modelo	7.1 Presentación del modelo para autorización por parte del contratista general 1. Con las empresas de diseño estructural, hubo problemas con las entregas de los planos fuera de fecha. Las ingenierías no las terminaban en fecha. 2. El contratista general pidió una fecha de cierre para que entreguen todo el diseño de arquitectura, pero este seguía cambiando y actualizándose. Arquitectura no tuvo una fecha de cierre. Se empezó la construcción con un diseño arquitectónico sin terminar, y ahí empezaron los problemas. 7.2 Revisión y autorización del modelo 1. Los proyectistas se demoraban mucho en responder. Se le indicaba que enviaran un bosquejo para que sea modelado, y no tener a todo el equipo BIM parado. En las sesiones ICE se prometían muchas cosas que luego no se cumplían.	7.2 Revisión y autorización del modelo 1. Involucramiento de Pattern para que el diseño esté homologado con los estándares internacionales. Y hacer constructabilidad para disminuir errores de diseño que a su vez se conviertan en pérdidas durante la construcción. 2. El equipo del proyecto logró adoptar la metodología colaborativa de producir información en la nube. Los especialistas de estructuras e instalaciones actualizaban sus diseños en base a las actualizaciones arquitectónicas de Pattern. Se congelaba el modelo hasta cierta actualización de arquitectura para poder "ponerse al día" con esa actualización. 3. Para la coordinación del modelo para el seguimiento y levantamiento de interferencias o "issues", fueron muy importante las sesiones ICE semanales y el uso del Revizto. 7.2 Revisar y autorizar el modelo	7.1 Envío del modelo de información para aceptación del contratista general 1. En un Fast Track, donde se comprime la etapa de diseño, se requiere de una mayor interacción y de mayores recursos BIM que un proyecto tradicional, pues los retrabajos son mayores. 2. Si no se hubiera contado con ese equipo grande, con los modeladores, coordinadores BIM, coordinadores de diseño, líderes BIM, BIM Manager, no se hubiera podido llegar a la meta, porque los retrabajos hubieran atrasado más el proyecto. Al menos para este proyecto en particular, el enfoque de contar con muchos recursos para BIM fue el acertado. 7.2 Revisión y autorización del modelo 1. El uso de softwares como Revizto, con una plataforma que permite la comunicación de las interferencias, favoreció la comunicación y el

	2. En arquitectura se habían generado unas configuraciones que no eran reales para el contexto peruano. No se había analizado si había vigas de amarre, y demás detalles constructivos. 3. Al ser un Fast Track, el diseño se aceleró y no hubo tiempo a revisar el modelo; el cual se tuvo que revisar y completar en la etapa de construcción. Se compatibilizaba el modelo por piso para darle frente de trabajo a los subcontratistas. 7.3 Envío del modelo para la autorización del cliente 1. Lima 2019 tenía tanta información que revisar, que no se daba abasto para estar aprobando y revisando la información del ACONEX. No tenían un brazo técnico con capacidades del BIM. Así que, más que todo, se enfocaban en los planos. 7.4 Revisión y aceptación del modelo 1. Tiempos y capacidad de equipo técnico del cliente estuvieron limitados para la compatibilización del modelo de información.	1. La integración de los proyectistas y los subcontratistas al BIM fue muy exitosa. En la etapa de diseño se coordinaba el modelo y en la etapa de construcción los subcontratistas realizaban solamente la extracción de planos. Se entregaban los modelos de las diversas especialidades ya coordinadas, y se extraían todos los cortes y vistas de planta necesarias. Hubo un flujo donde se enviaba al contratista general los planos, este los auditaba, y se hacían las correcciones necesarias. Luego se firmaban los planos y recién en ese momento podían usarse en la obra. 7.3 Envío del modelo para la autorización del cliente: 1. Cuando los equipos de trabajo nos entregaban su información, nosotros la aprobamos. Una vez aprobado, COSAPI tenía que traspasarlo a Lima 2019 como supervisión. Entonces había una entrega formal mediante un trasmital / submital, un RFI en algunos casos si es que era un cambio importante. La primera aprobación es de nosotros para ver si está modelado, la siguiente aprobación era por el área de oficina técnica, que sea posible y construible. Finalmente, la manera como se entrega esa información al cliente fue a través del ACONEX. Regresaba de la misma manera, ya con firma digital de Lima 2019, y eso le enviamos a la subcontratista de manera formal. Lo escaneamos y lo subíamos a la nube para que también lo tuvieran de forma digital.	control de cambios en el proyecto. 2. Como muchas interferencias tuvieron varias dependencias con diversas especialidades, la comunicación constante y en tiempo real fue crítica para este proyecto. 7.3 Envío del modelo para la autorización del cliente 1. Les pasábamos el Naviswork al cliente. Pero, la verdadera entrega eran los planos, y el modelo era un complemento. 2. A pesar de que era un modelo colaborativo, igual había un antagonismo de cliente - contratista. Es decir, mientras más información le das al cliente, ellos podrían criticar e incluso, parar tú trabajo. Así que, no los hicieron parte del proceso. 3. La relación con el cliente era muy buena. En otros proyectos los clientes no aceptan los cambios. En este proyecto el cliente aceptaba los cambios cuando estaban bien sustentados.
8. Cierre	8.2 Capturar lecciones aprendidas 1. Hubo equipos que capturaron sus lecciones aprendidas, pero estás luego no fueron comunicadas ni pedidas por el contratista general. Algunas empresas lo hicieron de manera interna. Estas tampoco fueron almacenadas en un repositorio de información del proyecto.	8.2 Capturar lecciones aprendidas 1. Al final del proyecto el equipo BIM se dio el tiempo para realizar entre sus integrantes el “feedback” sobre etapa de diseño, sobre el proyecto y sus lecciones aprendidas. 2. Algunos equipos de trabajo dentro del proyecto recogieron las lecciones aprendidas. Por ejemplo, las consultoras BIM, tenían un compendio de lecciones aprendidas. Contaban con un documento que se iba	

		actualizando en cada proyecto, en el que se enfocaba no solamente en temas de modelado, sino en temas de compatibilización y diseño normativo.	

Fuente: Propia.

4.7 Análisis de la gestión de la información en el proyecto La Videna según la ISO 19650

En base a la información recogida de las entrevistas, y con la información extraída de los documentos oficiales (Volumen 0 – Invitación a Licitar, 2024) y (Contrato Nº 026-2017-MTC/PEJP2019.01.03: Mejoramiento de los servicios deportivos de la Villa Deportiva Nacional), se analizó el proceso de gestión de información que se dio en el proyecto, comparándolo con los lineamientos de la ISO 19650. El propósito de esta comparación no es auditar ni evaluar el proyecto en cuanto a su cumplimiento del estándar ISO 19650. En cambio, se busca identificar cuáles procesos de gestión de la información fueron implementados de manera orgánica; es decir, sin seguir lineamientos preestablecidos ni otros estándares, sino guiados por las necesidades específicas del proyecto. Asimismo, se llevará a cabo una evaluación de los procesos aplicados y se analizarán las problemáticas que surgieron en la gestión de la información durante el desarrollo del proyecto.

A continuación, se analizará los procesos de gestión de la información del proyecto La Videna, clasificándolos siguiendo 3 categorías:

1. **Proceso acorde a la ISO 19650:** Todos los procesos que se hayan implementado siguiendo en mayor medida los lineamientos de la ISO 19650.

2. **Proceso parcialmente implementado:** Los procesos que siguieron algunos de los lineamientos de la ISO, pero que se implementaron parcialmente o en otra actividad.

3. **Proceso no implementado:** Los procesos que no se realizaron.

4.7.1 Análisis de gestión de la información según la actividad: Evaluación de la Necesidad

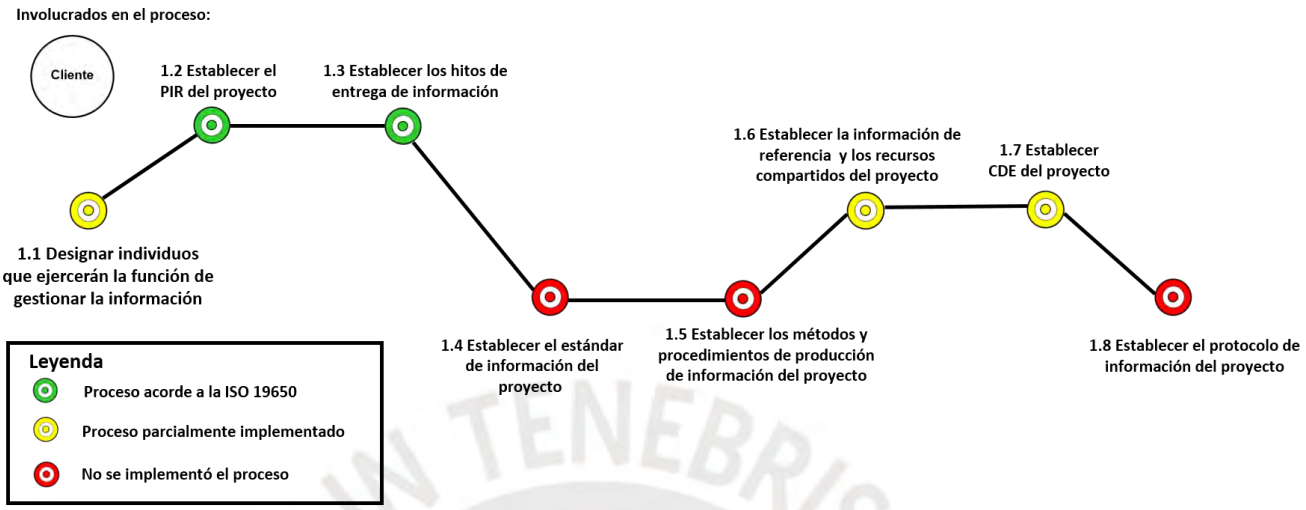


Figura 17: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Evaluación de la Necesidad" de la ISO.

- **Designar individuos que ejercerán la función de gestionar la información:** *Proceso parcialmente implementado*. Se tuvo la orientación de la PMO bajo el acuerdo G2G, en donde las empresas Mace y Arup, asesoraron al cliente para encargar las labores y dirección de los paquetes de trabajo, entre ellos, La Videna. En un nivel estratégico, la prioridad desde el inicio fue tener un mecanismo de contratación ágil, y poder suplir los conocimientos con asesoría técnica de profesionales con experiencia en la realización de eventos deportivos internacionales. Debido a esto, se tomó la decisión, bajo recomendación de la PMO, de utilizar los contratos NEC por su adaptabilidad a las necesidades del proyecto, bajo el concepto *Fit for Purpose*, qué quiere decir que el contrato se adaptaba al propósito y visión del proyecto y no al revés. Finalmente, en un nivel operativo, se asignó a un responsable de control documentario para gestionar el envío y recepción de información con las futuras contratistas generales.

- **Establecer el PIR del proyecto:** *Proceso acorde a la ISO 19650.* En el 2017 el Plan Maestro de los Juegos Panamericanos sufrió un replanteamiento. A partir de ese momento, cuando faltaban solo 2 años para el evento, se establecieron los requerimientos de información del proyecto. El cliente, asesorados por la PMO, las empresas británicas, aseguraron el plan de trabajo, así como el alcance. Integraron al constructor y a la firma de diseño británica. El alcance es un documento donde se establecieron los requerimientos prescriptivos que el contratista general tenía que seguir. Establecer desde el comienzo una "visión de legado" hizo que desde los requerimientos se priorizará el uso que se le daría al activo a construirse – se tenía un modelo para el evento de los Juegos Panamericanos y otro para la Operación del activo después de terminado los juegos. La visión se estructuró con un plan de trabajo de acuerdo a las etapas de diseño de RIBA, en que se tenían 7 etapas de gestión de proyectos. Bajo este esquema, se pudo gestionar mejor la producción de información, ya que, la segmentación de varias etapas del diseño ayudó a controlar mejor lo que se producía y en caso tener errores, regresar a la etapa anterior, teniendo menos pérdidas de información por proceso de diseño. Además, estaba claramente identificado que era lo que se tenía que entregar y quiénes serían los responsables de hacerlo.

- **Establecer los hitos de entrega de información:** *Proceso acorde a la ISO 19650*. Las etapas de gestión de RIBA facilitaron la entrega de información al contar con hitos intermedios. Así, los hitos que se utilizaron para la entrega de información del proyecto fueron 3: el fin de la etapa del diseño conceptual, el fin de la etapa de la coordinación espacial y el fin de la etapa del diseño técnico, también conocido como IFC, de información para la construcción, por sus siglas en inglés. Lo que podemos apreciar, es que esta manera de gestionar un proyecto no es distinta a otras propuestas de marcos de trabajo como el *Stage Gate Process*, o el Proceso de Puertas, donde para pasar a la

siguiente etapa, se deben cumplir ciertos criterios, que en la ISO se conocen como los "puntos de decisión clave".

- **Establecer el estándar de información del proyecto:** *Proceso no implementado.* El cliente Lima 2019 no había gestionado proyectos antes con esta arquitectura de gestión. Hubo mucho aprendizaje desde la incorporación de las empresas británicas y la PMO; y posteriormente, la empresa de diseño británica, que ya tenía experiencia diseñando recintos deportivos de la más alta calidad. Así, el estándar de información del proyecto hubiera ayudado desde un inicio a saber el alcance de lo que se tenía que producir a detalle, especificando el nivel de detalle de información por elemento o especialidad. También, el estándar hubiera ayudado a estructurar la información desde para la fase de operación y mantenimiento del activo. Si bien, se tuvo la visión de legado, una de las maneras de hacer efectiva esta visión era a través de conocer exactamente la información que se necesitaría para dicha fase. Además de establecer claramente las maneras de intercambio de información con las futuras contratistas generales, incluido el flujo de trabajo y detalle de las tecnologías necesarias.

- **Establecer los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto:** *Proceso no implementado*. Este es uno de los procesos que de no hacerse correctamente y a tiempo, impacta negativamente en la producción de información del proyecto, cuando se establece el diseño y la ingeniería. Debemos suponer acá que el cliente es un cliente informado, que ha realizado proyectos similares en más de una ocasión por que es parte de la cadena de valor de su negocio. Es así, que el cliente es quien mejor sabe cuál es el propósito de producir cierta información, cómo se va a consumir, y cómo se debería compartir. Consideremos 2 puntos clave, que son, el alcance de la información y los tiempos de procesamiento en la producción de

información, entendiendo las interdependencias de información entre las especialidades y el flujo de aprobaciones.

i. Para el primer punto, considerar el alcance de la información a producir especificando el nivel de detalle requerido para cada contenedor de información. En ese sentido, no toda información debe producirse en un LOD 350, sino con el detalle suficiente que facilite la toma de decisiones. Un ejemplo, se dio en el cálculo estructural, donde era suficiente para la toma de decisiones una producción de información en CAD 2D, generando ciertos inconvenientes con el estudio de arquitectura que todo lo requería modelado en BIM.

ii. Para el segundo punto, tener en cuenta que para el procesamiento de información hubiera requerido congelar la producción de información del diseño, al menos 2 a 3 semanas antes de la construcción, para que las demás especialidades puedan compatibilizar el modelo de información y evitar el exceso de retrabajos.

- **Establecer la información de referencia y los recursos compartidos del proyecto:** *Proceso parcialmente implementado*. Se recolectó la información que se tenía del activo, que consistía en la infraestructura existente en La Videna y el Plan Maestro de la consultora Deloitte, pero no se generaron recursos compartidos como plantillas, librería de objetos 2D o 3D; entre otros. Se tuvieron que crear durante la marcha.

- **Establecer el entorno común de datos del proyecto:** *Proceso parcialmente implementado.* El cliente estableció el entorno común de datos, pero meses después de empezar la ejecución del proyecto. La ISO recomienda fuertemente que el cliente establezca este entorno desde la licitación y presentación de ofertas en un entorno seguro y así evitar que se filtre información confidencial. Además, el cliente es el

principal interesado en la ejecución y culminación del proyecto, y con ello, de toda la información que se produce del activo.

La PMO sugirió el uso de una plataforma para gestionar la información como es el ACONEX. Posteriormente, cuando ya se había seleccionado a la contratista general, ellos venían gestionando con la misma plataforma. Es así que el primer ACONEX del proyecto se estableció gracias a la contratista general. Meses después, se hizo una transferencia de información para que el cliente sea el gestor de la plataforma y no el contratista. Esto se hizo durante la marcha, considerándose un potencial riesgo de pérdida de información.

A nivel táctico y operativo, toda documentación formal fue a través del ACONEX, y la producción de información, se llevó a cabo mediante el BIM A360. Se puede decir que el entorno común de datos del proyecto, consistió en estos 2 softwares.

- **Establecer el protocolo de información del proyecto:** *Proceso no implementado*. El cliente no tenía un protocolo de información de anteriores proyectos. Recordemos que Lima 2019 se formó exclusivamente para los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos. Es así, que el protocolo de información se estableció en la marcha, cuando se fijó que todo documento formal, sea planos, respuestas a RFI, cambios de ingeniería, entre otros; y flujo de aprobaciones sea por el canal del ACONEX como única plataforma de intercambio de información. Además, el cliente colgó las bases en la página web de Lima 2019, y todo lo que se subía por la web era formal y oficial.

4.7.2 Análisis de gestión de la información según la actividad: Invitación a licitar

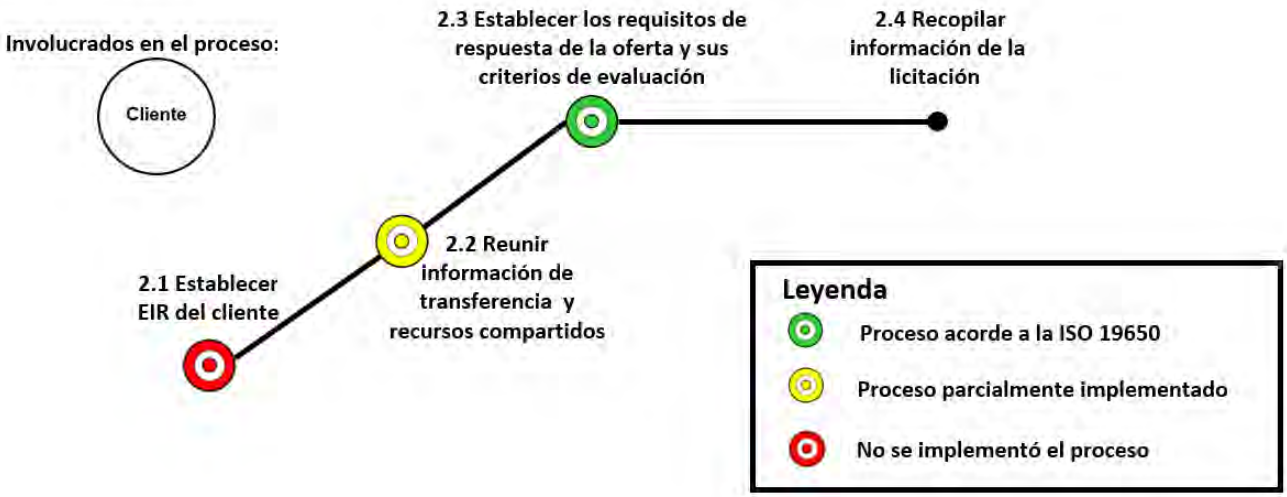


Figura 18: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Invitación a licitar" de la ISO.

- **Establecer el EIR del cliente:** *Proceso no implementado*. No se tuvo los requerimientos de intercambio de información por parte del cliente. Esto hubiera ayudado muchísimo principalmente en 2 ejes clave:

  i. El alcance de la información que se produce: Esto es fundamental porque marca los hitos de producción de información en función de todo lo que se tiene que producir, especificando el nivel de detalle. Si alguno de los niveles de detalle cambia, la producción de información se ve afectada y con ello retrasa el proyecto. Y si se produce más información de la necesaria, seria pérdida de HH del personal dedicado al modelamiento en BIM. De igual forma, afecta a la producción y la predictibilidad del planeamiento.

  ii. La necesidad de la información en la etapa de Operación y Mantenimiento: Muy importante cuando se trata de un cliente informado cuyo modelo de negocio se basa en aumentar la capacidad instalada de sus operaciones. Pensemos en

ampliaciones en mina para un cliente minero o nuevos edificios de hoteles para un cliente hotelero.

- **Reunir información de referencia y recursos compartidos:** *Proceso parcialmente implementado.* Como se mencionó en 1.6, no se establecieron los recursos compartidos del proyecto, pero sí, la información de referencia que fue compartida a los potenciales contratistas generales. La recopilación no es más importante que establecer o definir en 1.6, pero si se tiene 1.6, este proceso sería un proceso de seguimiento en la Invitación a Licitar. No sería un proceso crítico.

- **Establecer los requerimientos de presentación de propuestas y criterios de evaluación:** *Proceso implementado.* Las propuestas fueron evaluadas por el diseño, la accesibilidad, las capacidades y competencias o experiencia del potencial contratista general, e innovación. Según nos comenta el Director Ejecutivo de Lima 2019, se tuvo un criterio de evaluación de 30% de aspectos financiera / económica y 70% de aspectos técnicos, donde se incluía políticas de tratamiento con sindicatos e integridad de los postores. Sin embargo, lo que hubiera ayudado muchísimo al proyecto es un plan de movilización de las potenciales contratistas. Saber cómo sería la movilización y arranque del proyecto hubiera resuelto el problema que tuvieron de la coordinación en un espacio común, también conocido como *Big Room*; donde lo que se busca es la velocidad de respuestas en las interacciones propias del diseño como en RFI, consultas técnicas, entre otros.

  También, hubiera sido pertinente considerar, que los postores presenten el Plan de Ejecución BIM e incluso, los criterios de evaluación de la ISO estarían orientados no solo al cumplimiento de este entregable, sino el contenido del PEB. Recordemos que el PEB es un documento vivo y dinámico.

4.7.3 Análisis de gestión de la información según la actividad: Presentación de ofertas

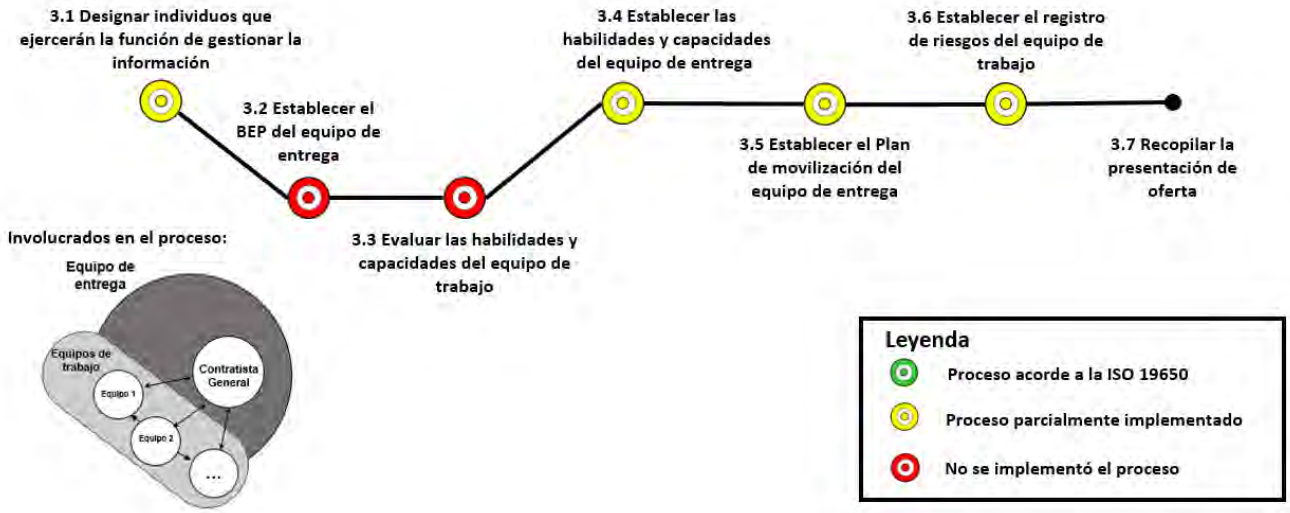


Figura 19: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Presentación de ofertas" de la ISO.

- **Designar individuos que asumirán la función de gestionar la información:** *Proceso parcialmente implementado*. Este proceso es clave para evitar problemas de comunicación durante la producción de información, y es llevado a cabo por el potencial contratista general desde la presentación de la propuesta. Es importante establecer desde la presentación de ofertas a los encargados de gestionar la información, desde el control documentario hasta los encargados de solucionar consultas para cada especialidad, llámese, líderes de especialidad, coordinadores BIM, aprobadores en la resolución de consultas, proyectistas y modeladores.

- **Establecer el Plan de Ejecución BIM del equipo de entrega:** *Proceso no implementado.* El Plan de Ejecución BIM no se estableció desde la presentación de la propuesta y esto llevó a indefiniciones en los niveles de detalle de los modelos de información; que es clave para dimensionar la carga de trabajo y con ello, el tamaño de los equipos de trabajo en la producción de información. Fue relevante durante la producción de información que, para evitar mover la fecha de entrega del diseño, se

evitó llegar a un mayor nivel de detalle que requería el proyecto. Asimismo, los usos BIM se definieron sin relacionarlas a los objetivos del proyecto. En ese sentido, el Consultor BIM nos comentó: *"Se pudo haber aplicado un enfoque más Lean, en la elaboración del PEB, un enfoque más Pull"*. En un enfoque *Pull* la necesidad del proyecto "jalaría" los usos BIM que se van requerir en la ejecución como el uso del BIM a partir de un levantamiento con nube de puntos.

- **Evaluar las habilidades y capacidades del equipo de trabajo:** *No se implementó el proceso.* Los equipos de trabajo se formaron después del contrato por lo que no hubo oportunidad para que estos equipos de trabajo puedan autoevaluarse.

- **Establecer las habilidades y capacidades del equipo de entrega del proyecto:** *Proceso parcialmente implementado.* Si bien los equipos de trabajo se formaron después del contrato, sí se sabía que no había empresas especializadas en MEP (Mecánica, eléctrica y tuberías) que puedan desarrollar modelos en BIM. Esto dio lugar a que se estableciera un plan para suplir esta deficiencia.

- **Establecer el plan de movilización del equipo de entrega**: *Proceso parcialmente implementado.* Antes del contrato se tuvo un plan para equipar los equipos de trabajo con profesionales de 2 empresas consultoras de modelado. Sin embargo, hubiera servido contar con un plan de movilización general para contar con las especificaciones del entorno común de datos y definir a tiempo las herramientas tecnológicas – hardware y software - que usaría el proyecto en su ejecución. Además de saber cuánta capacitación y entrenamiento requeriría el equipo de entrega y qué recursos compartidos adicionales se tendrían que desarrollar para garantizar un buen arranque.

- **Establecer el registro de riesgos del equipo de entrega:** *Proceso parcialmente implementado.* Hubo un registro de riesgos por parte de la potencial contratista general, en un documento llamado "Matriz de riesgos", y supuestos del contrato antes de la firma del mismo. Sin embargo, el registro de riesgos no tuvo consideraciones de la gestión de información durante la ejecución del proyecto, como los riesgos asociados al no cumplimiento de la estrategia de entrega de información, a la calidad de información, seguridad de información y tecnológicos.

4.7.4 Análisis de gestión de la información según la actividad: Contrato

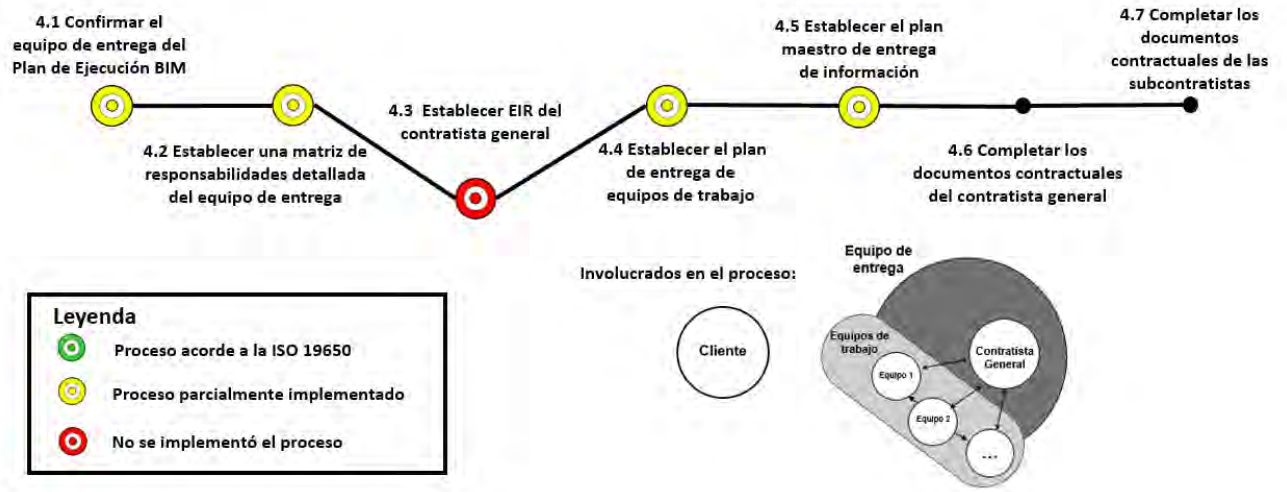


Figura 20: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Contrato" de la ISO.

- **Confirmar el Plan de Ejecución BIM del equipo de entrega:** *Proceso parcialmente implementado.* No hubo un proceso de confirmar como tal un plan de ejecución BIM antes del contrato. Tal como comenta el entrevistado E7, *"El PEB fue elaborado por el contratista general después de ganado el proyecto, pues este no formó parte de la Propuesta ni de los requerimientos del cliente. Sin embargo, se debió elaborar incluso antes del contrato"*. Este proceso, de haberse realizado a tiempo y con la rigurosidad que exige la ISO, hubiera ayudado muchísimo al proyecto, en cuanto a la estrategia de entrega de información, la definición de responsables encargados de gestionar la

información, los métodos y procedimientos de producir información, y el software, hardware, e infraestructura de TI que utilizaría el equipo de entrega de información en la ejecución del proyecto. Así, se hubiera evitado en un gran porcentaje la problemática que se tuvo en el proyecto sobre la estructura organizacional, la falta de definición en el alcance y entregables considerados; y la difusión misma del PEB ligado a las capacitaciones del personal nuevo. En ese sentido, hubiera servido realizar una estrategia de Diseño y Construcción Virtual en etapas tempranas para identificar los objetivos del cliente y del proyecto, y sobre ello, toda la estrategia en las dimensiones del BIM, PPM e ICE.

Este proceso es crítico porque consolida varios procesos de actividades anteriores al contrato, como 1.5 donde el cliente establece los métodos y procedimientos de producción de información, 2.1 donde el cliente establece los requerimientos de intercambio de información según los requerimientos de su organización, de operación y mantenimiento, y del proyecto; 3.1 donde el contratista general da a conocer a los responsables de gestionar la información en el proyecto; y finalmente, 3.2 donde el contratista general establece el PEB. Si algunos de los procesos mencionados, no se realizó correctamente en la Evaluación de los requerimientos, en la Invitación a licitar, o en la Presentación de Ofertas, respectivamente, es en este proceso 4.1, de la actividad Contrato, la última oportunidad de poder encaminar el proyecto a una exitosa gestión de la información, y, por ende, a una exitosa gestión del proyecto.

- **Establecer una matriz de responsabilidades detallada del equipo de entrega:** *Proceso parcialmente implementado*. La matriz de responsabilidades se fue actualizando durante la ejecución del proyecto y según las necesidades que demandaba el mismo. Por ejemplo, se agregaron al personal que resolvía las consultas técnicas de

cada especialidad. Como comenta el entrevistado E2: *"Dentro del PEB agregaron un organigrama donde figuraba quien era el BIM Manager, los coordinadores BIM, los líderes BIM, pero esto no fue suficiente".* Se tuvieron problemas de choque de funciones por indefiniciones en los flujos de trabajo y problemas de sobrecarga de trabajo ya en la producción de información durante la construcción. Para este proceso hubiera servido realizar una matriz RACI donde además de ver el responsable por especialidad en la columna de la letra "R", se ve además quien es la persona "*Accountable*", la persona a quien se le consulta (C), y a quién se le debe informar (I) mediante un correo o sistema de alerta. Esto ayudaría a fomentar una cultura de trabajo donde uno es "*accountable*" aun sin ser responsable, es decir, tiene la decisión, por ejemplo, un líder de especialidad, pero no lo ejecuta el mismo, sino lo ejecuta, en este caso, un modelador.

- **Establecer los requerimientos de intercambio de información del contratista general:** *No se implementó el proceso.* Lo que se logró desarrollar con el BIM Manager y los coordinadores de cada recinto fue el plan de ejecución BIM y el estándar de para modelado de información; más no el EIR del contratista general hacia las subcontratistas que desarrollarían información. Sobre este proceso, 3 puntos importantes.

    i. Lo primero en establecer los requerimientos de intercambio de información es definir cada requerimiento de información, saber de donde nacen, cuál el propósito e intención de producir cierta información. Esto es también que el contratista general pueda compartir los requerimientos de información del cliente para tener a todo el equipo de entrega alineado hacia un mismo objetivo.

ii. Segundo, es saber el alcance de cada requerimiento de información, detallado. Es decir, el LOD no debe ser general, como ocurrió en el proyecto, y esto generó indefiniciones y retrabajos; como comenta el entrevistado E1: *"Se compartieron los estándares y se indicaba cómo tenían que quedar [los entregables], pero aun así la información no se entregaba según lo requerido".*

iii. Como punto 3, y no menos importante, en líneas a mejorar la calidad de la información, hubiera sido muy útil para el contratista general establecer los criterios de aceptación de la información producida, de las subcontratistas, en referencia al estándar de información del proyecto y los métodos y procedimientos de producción de información, que recomienda la ISO. Como comenta E1, sobre este punto: *"Un aspecto por mejorar está en incluir más criterios de cómo se debe modelar pensando en el proceso constructivo".* Para esto el documento "Métodos y Procedimientos de Producción de Información" pretende aliviar las dificultades en la producción de información al incorporar y gestionar el conocimiento de procesos constructivos de la organización. Con esto no solo se mejoraría la calidad de información en el modelado y los entregables, sino que ayudaría a los modeladores BIM superar la curva de aprendizaje en menor tiempo y con esto ganar eficiencia operativa en la producción de información.

- **Establecer el plan de entrega de equipos de trabajo:** *Proceso parcialmente implementado*. En este proceso la ISO recomienda, con un enfoque más "Pull" que "Push", que los mismos equipos de trabajo establezcan sus planes detallados de entrega de información, a partir, del requerimiento de información del contratista general donde le informa las fechas para cada requerimiento como hitos de entrega de información.

En el proyecto, se dio de manera diferente, porque fue la contratista general, quien estableció el plan de entrega de cada equipo de trabajo y luego hacían seguimiento de los hitos.

- **Establecer el plan maestro de entrega de información:** *Proceso parcialmente implementado*. Con la información de planes de entrega de cada equipo de trabajo el contratista general debería establecer el plan maestro de entrega de información. En el proyecto, el contratista general fue quien elaboró este plan maestro y luego compartió los hitos a los equipos de trabajo con los que los fue presionando durante el desarrollo del diseño, como ocurre de manera tradicional. Este enfoque se conoce como "Push" y busca ejercer una carga de presión muy alta a los equipos de trabajo para el cumplimiento de las fechas. Lo positivo de la gestión de información del proyecto La Videna fue el uso del BIM. Como menciona el entrevistado E4: *"Al ser un proyecto Fast Track y con un plazo impostergable, hubo momentos donde la producción del diseño se hacía el cuello de botella… Se considera que de no haberse aplicado el BIM no se hubieran logrado los hitos de entrega de información, al menos no de manera óptima y con calidad"*.

4.7.5 Análisis de gestión de la información según la actividad: Movilización

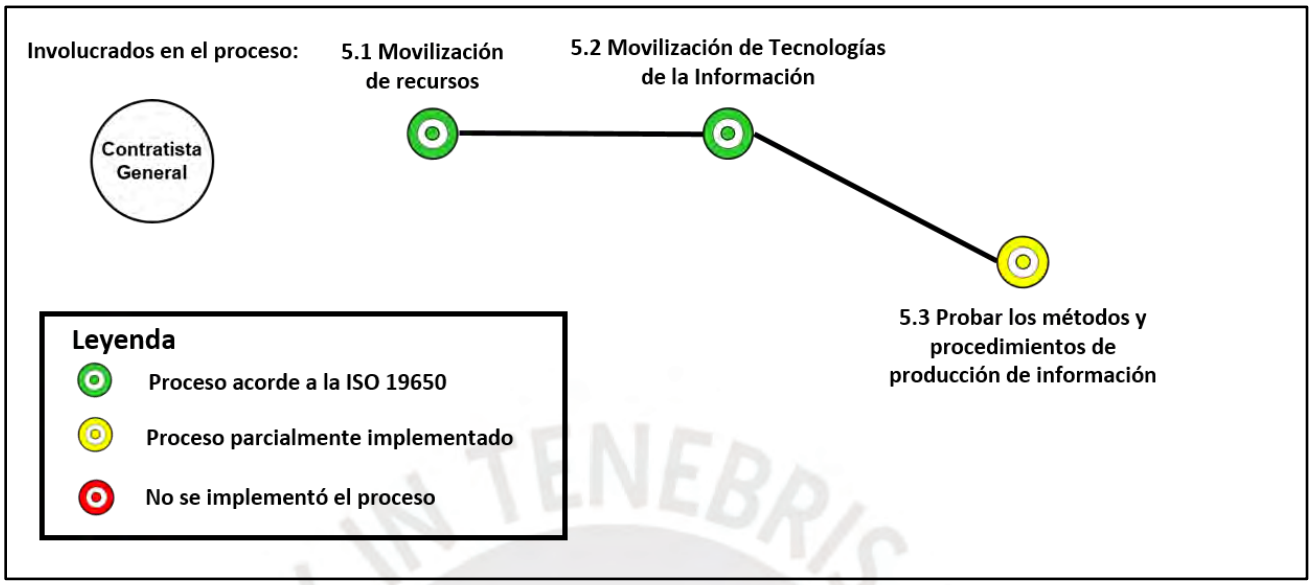


Figura 21: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Movilización" de la ISO.

- **Movilización de recursos**: *Proceso acorde a la ISO 19650***.** La movilización empezó con la elaboración del Plan de Ejecución BIM, el cual no formó parte de la propuesta ni el contrato. En el PEB, se establecieron varios aspectos relacionados a la movilización, como las capacitaciones que se llevarían a cabo a los equipos de trabajo, en aspectos de VDC, producción colaborativa de información, uso del Aconex, uso del Revizto y explicación de las métricas y procesos descritos en el PEB.

  Una de las primeras acciones implementadas fue la contratación de los consultores BIM, los cuales brindarán soporte y capacidades BIM a las empresas proyectistas de instalaciones. Así, se contrataron los servicios de las empresas de modelado de información, las cuales brindaron modeladores y líderes BIM a las diversas empresas proyectistas. Se contrataron así aproximadamente 20 modeladores BIM y 3 líderes BIM de estas empresas, los cuales fueron distribuidos a las oficinas de los proyectistas de instalaciones para que trabajaran presencialmente y de manera sincrónica con ellos. Este punto resultó ser muy importante para el éxito del proyecto, porque disminuyó

notablemente el tiempo de producción y de entrega de los modelos. Se formó con un equipo BIM muy grande para lograr el reto de producir el diseño en tan poco tiempo. Hubo 5 coordinadores BIM, 1 coordinador BIM general, 1 BIM Manager, 3 Líderes BIM, más de 20 modeladores BIM y 1 Especialista BIM. Se dimensionó el equipo de esta manera con bastante agilidad, poco después de adjudicarse el proyecto, lo cual fue crucial para lograr los objetivos del proyecto.

En el arranque del proyecto, hubo una reunión de inicio, el kick-off meeting, donde se reunieron todos los involucrados principales, y a partir de ello se generó un flujo y se definieron las actividades de arranque. Se definieron ahí las actividades de movilización, ya que no se había elaborado previamente un "Plan de movilización".

- **Movilización de tecnologías de la información**: *Proceso acorde a la ISO 19650***.** Cómo se señaló anteriormente, el contratista general estableció la plataforma Aconex como CDE luego de la adjudicación del proyecto, cuando ya se estaba produciendo y enviando información. Esto se dio a diferencia de la ISO, que indica que el cliente debe establecer el CDE del proyecto previo a la licitación. En el proyecto, Lima 2019 accedió a la solicitud del contratista general de establecer un CDE, y compró las licencias de la plataforma Aconex. Este escenario no es el ideal y puede ser potencialmente riesgoso para el cliente, pues corre el riesgo de no poder acceder a la información o perder parte de esta al tener algún conflicto con el contratista. El cliente, al ser el dueño de la información, debe establecer la plataforma donde se intercambia la información.

  Es importante resaltar el uso intensivo de la tecnología de información que se dio en este proyecto. Estas tecnologías fueron planteadas para lograr los objetivos del proyecto, que estaban definidos en el Plan VDC y en el PEB. Un aspecto a resaltar es el liderazgo e iniciativa del cliente para promover y apoyar el uso de todas estas

herramientas tecnológicas. Estos costos eran aprobados por el cliente de manera ágil, por lo que fue factible adquirir los siguientes softwares:

a) Revizto: para la coordinación y resolución de las “incidencias”. Se compraron aproximadamente 150 licencias de Revizto.

b) Holo Builder y cámara 360: para las liberaciones de calidad.

c) BIM 360: para la producción de los modelos en la nube.

d) Fieldwire, para resolver las observaciones en campo para la etapa de entrega de los ambientes.

Se buscó experimentar de manera ágil con las mejores herramientas del mercado. Cada uno de estos softwares se compró e implementó con un uso distinto que impactó positivamente al proyecto. Por ejemplo, el software Revizto se utilizó para la coordinación y resolución de incidencias de manera colaborativa entre los proyectistas, el equipo BIM y la obra. Todos los entrevistados que hicieron uso del Revizto resaltaron su importancia para lograr los objetivos del proyecto.

Dentro de los aspectos por mejorar, se encontró que la velocidad de internet de los equipos de trabajo no era la adecuada para producir información en la nube. Algunas empresas proyectistas tenían muy poca velocidad y esto afectaba la producción de los modelos. En el proyecto, la descarga de los modelos en la nube podía demorar hasta 3 horas todos los días, generando mucha pérdida de tiempo y recursos parados.

Debido a esto, es importante colocar en el EIR del contratista general requerimientos relacionados al software y hardware requeridos para poder adoptar eficientemente el flujo de trabajo propuesto. Para un proyecto como La Videna, con una producción del

modelo en la nube, hubiera sido beneficioso que estos requerimientos de TI sean exigidos en los contratos con los proyectistas.

- **Probar los métodos y procedimientos de producción de información:** *Proceso parcialmente implementado*. En este proceso, la ISO 19650 indica que se deben testar los "Métodos y procedimientos de producción de información". En esta etapa, no se realizaron pruebas sobre el flujo de trabajo colaborativo en la nube previo a la producción de información, sino que esta se realizó sobre la marcha.

  El flujo de trabajo consistía en la producción de información en la nube de Autodesk BIM360. Dentro de esta dinámica, se cuenta con un modelo central o "madre" en la nube. Así, los equipos de trabajo producen información en modelos locales que están vinculados al modelo central. Esto permite que varios usuarios puedan trabajar en simultáneo en el modelo, pero deben seguir ciertos protocolos o flujos de trabajo para evitar conflictos. En el flujo de trabajo, el modelo se divide en *worksets* (conjuntos de trabajo) que pueden ser asignados a diferentes usuarios o equipos. Cuando un usuario edita un elemento o *workset*, adquiere propiedad temporal sobre ellos, y mientras un usuario tiene propiedad sobre ciertos elementos, otros usuarios no pueden editarlos hasta que sean liberados.

  En el proyecto, no todos los miembros del equipo estaban capacitados en el flujo de trabajo de producir información colaborativamente en la nube. Se dio el caso que un usuario accedió al modelo de arquitectura y no cedió el modelo, por lo cual el equipo de diseño en Inglaterra no pudo acceder ni trabajar con el modelo ese día, y por la diferencia horaria no se pudo resolver a tiempo este error, con lo cual se perdió un día de trabajo.

4.7.6 Análisis de gestión de la información según la actividad: Producción colaborativa de información

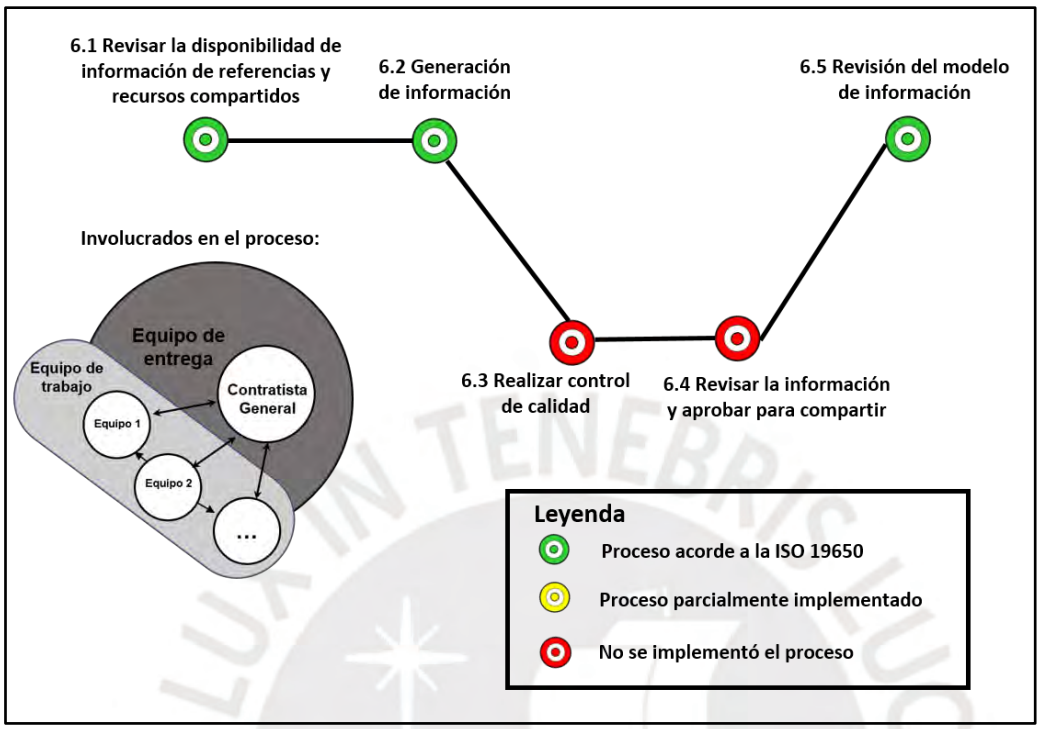


Figura 22: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Producción colaborativa de información" de la ISO.

- **Revisar la disponibilidad de información de referencia y recursos compartidos:** *Proceso acorde a la ISO 19650*. Se generaron recursos compartidos con los diversos equipos de entrega de información. Se socializó toda la documentación pertinente para que puedan empezar con la producción de información, como el Plan de Ejecución BIM, la plantilla de revit, el documento "Criterios de modelado", en el cual se explica el proceso constructivo y la manera más adecuada de modelar cada elemento.

  Un aspecto por mejorar fue que las librerías de objetos o "familias" compartidas por el contratista general eran muy básicas para la producción del modelo, por lo que se tenía que crear o descargar en internet librerías de objetos que no contaban con toda la información paramétrica necesaria. Además, algunos entrevistados señalaron que los manuales y estándares generados estaban más orientados al uso del software y a la

entrega de información, pero le faltaban aspectos más técnicos como criterios de modelados y aspectos de constructabilidad.

En las entrevistas se encontró que, en algunos recintos, los recursos compartidos no fueron socializados con todos los miembros del equipo de trabajo. Las direcciones y criterios establecidos en estos documentos se comunicaban en reuniones presenciales, pero no a un nivel de requerimiento formal donde se revisaba la documentación y se tenía acceso a ella.

- **Generación de información:** *Proceso acorde a la ISO 19650*. Este proceso, sin duda uno de los más críticos en el proyecto, tuvo muy buenas prácticas y un alto grado de madurez en comparación con la forma tradicional de producir información en el Perú, como el hecho de producir la información directamente en el modelo BIM para las especialidades de estructuras y arquitectura, debido a que las empresas de arquitectura y de estructuras tenían capacidades BIM y experiencia en producir información de esta manera. Esto le dio mucha velocidad al proyecto, pues para estas especialidades no era necesario producir primero un CAD para luego pasarlo al modelo BIM, lo cual es la manera tradicional de hacerlo en la industria peruana. Las empresas proyectistas de instalaciones no pudieron sumarse a esta dinámica de producir directamente en el BIM, pues no contaban con experiencia ni capacidades para hacerlo, y no era factible esperar que desarrollen las capacidades necesarias en tan poco tiempo. Debido a esto, como se explicó en el proceso de movilización, el contratista general les brindó un equipo de modeladores BIM, los cuales trabajaron directamente en las oficinas de los proyectistas de instalaciones, para que la dinámica de producir la información en 2D y luego pasarla al modelo BIM se diera a cabo con la menor latencia posible. Debido a esto, fue posible que los modeladores BIM recibieron bosquejos, dibujos a mano alzada o CAD muy

elementales, y pudieran producir el modelo casi de manera sincrónica a como este era diseñado por los proyectistas.

Dentro de la dinámica de producir información, los equipos de trabajo producían su modelo de manera local, con el software Revit 2018, y luego este era integrado en la nube de BIM360.

- **Realizar control de calidad:** *Proceso no implementado*. No se realizaba un control de calidad de los contenedores de información propiamente dicho. Es importante señalar que tampoco había un proceso o estándar sobre cómo se debía realizar. Sin embargo, los modeladores BIM aseguraban que se cumplieran ciertos parámetros establecidos en el PEB, como la verificación de la nomenclatura y la estructura de archivos.

- **Revisar la información y aprobar para compartir:** *Proceso no implementado***.** Los equipos de trabajo no realizaban una revisión formal del modelo. Los modelos eran cargados al CDE sin una revisión a detalle dentro de cada equipo de trabajo. La revisión se realizaba en una etapa posterior, en las sesiones ICE con el coordinador BIM y líderes de especialidades del contratista general. Como se pudo apreciar en las entrevistas y en la matriz elaborada, este fue uno de los procesos que más perjudicaron la producción de información, porque el contratista general recibía modelos que no cumplían varios criterios de calidad importantes. Es importante señalar que una de las principales causas de que no se realice esta revisión era la falta de tiempo, el cual hacía ocasionó que se tuviera que enviar la información al contratista general apenas esta era producida porque de lo contrario se iban a retrasar los demás equipos de trabajo que dependían de esta información para producir.

Si bien luego hubo una revisión del modelo por el contratista general, como se verá más adelante, muchos de estos errores no eran encontrados en las posteriores revisiones, y estos errores fueron subsanados durante la construcción, lo cual impactó al proyecto.

- **Revisión del modelo de información:** *Proceso acorde a la ISO 19650*. La revisión del modelo de información era realizada por el equipo de entrega de información, que consistía en los siguientes integrantes:

    A. **Por parte del contratista general:** coordinador BIM, coordinador de ingeniería, líderes de especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones), especialista BIM, entre otros.

    B. **Por parte de los equipos de trabajo:** líderes BIM, modeladores BIM, proyectistas.

La revisión se realizaba de manera presencial en sesiones ICE siguiendo la metodología VDC, las cuales convocaban a todos los integrantes pertinentes del equipo de entrega de información según la agenda y los temas a tratar. La mayoría de los convocados asistía presencialmente a una sala acondicionada para realizar la sesión, con la infraestructura física y tecnológica vistas en movilización.

En las sesiones ICE, se hacía uso intensivo de la plataforma Revizto, en la cual eran anotadas todas las incidencias, llamadas “issues”, encontradas en la revisión del modelo. Revizto permitía poder crear issues y asignarles responsable, estatus (abierto o cerrado), nivel de criticidad, comentarios, notas o imágenes adjuntas, ubicación, fecha estimada de cierre y de creación, entre otros parámetros. Esta plataforma, que funciona parecida a un motor de videojuego, permite hacer recorridos al modelo sin mucha

latencia. Todos los entrevistados que la utilizaron destacaron que su uso facilitó la coordinación, comunicación y control de cambios en las revisiones del modelo.

Las revisiones del modelo se hacían siguiendo diversos criterios de calidad. Se realizaba las siguientes revisiones:

a) **Revisión del estándar de información**: El especialista BIM, que daba asistencia y soporte en los aspectos más técnicos de la metodología BIM (como interoperabilidad, estándar de información, LOD, parametrización, georreferenciación del modelo), auditaba el modelo para asegurarse que siguiera los estándares de información establecidos en el PEB.

b) **Revisión del diseño**: El equipo de entrega realiza una revisión del diseño en base a la normativa, requerimientos del proyecto, estándares de calidad, entre otros. Esta revisión era realizada por los líderes de especialidades, gerente de proyecto, jefe de oficina técnica, entre otros.

c) **Revisión de incidencias**: Se realizaba una revisión de las incidencias encontradas en el modelo, la cual era liderada por el coordinador BIM de cada recinto, junto al resto del equipo de entrega. En esta revisión, se veían aspectos como la detección de incompatibilidades, errores de modelado, coordinación entre especialidades, y un aspecto muy importante, la constructabilidad. En la constructabilidad, el equipo de entrega revisaba que tan "construible" u optimizado para la construcción estaba el modelo, y se revisaron aspectos técnicos, la estrategia, la secuencia constructiva, entre otros. Lo que se pretendía con la constructabilidad, era que se tuviera en cuenta los criterios constructivos en la etapa de diseño, pues luego de la aprobación de diseño el contratista

general sería responsable de su ejecución. Si bien se puso mucho énfasis en este tema, uno de los aspectos por mejorar fue que se debió integrar más al equipo que ejecutaría la construcción. En algunos recintos del proyecto se dio este caso, donde el jefe de producción o residente asistía a algunas sesiones ICE de diseño para revisar criterios constructivos y brindar soluciones, pero en la mayoría de los casos el análisis de constructabilidad fue realizado por el equipo de entrega, y con la asistencia de otros ingenieros de mucha experiencia.

4.7.7 Análisis de gestión de la información según la actividad: Entrega del modelo de información

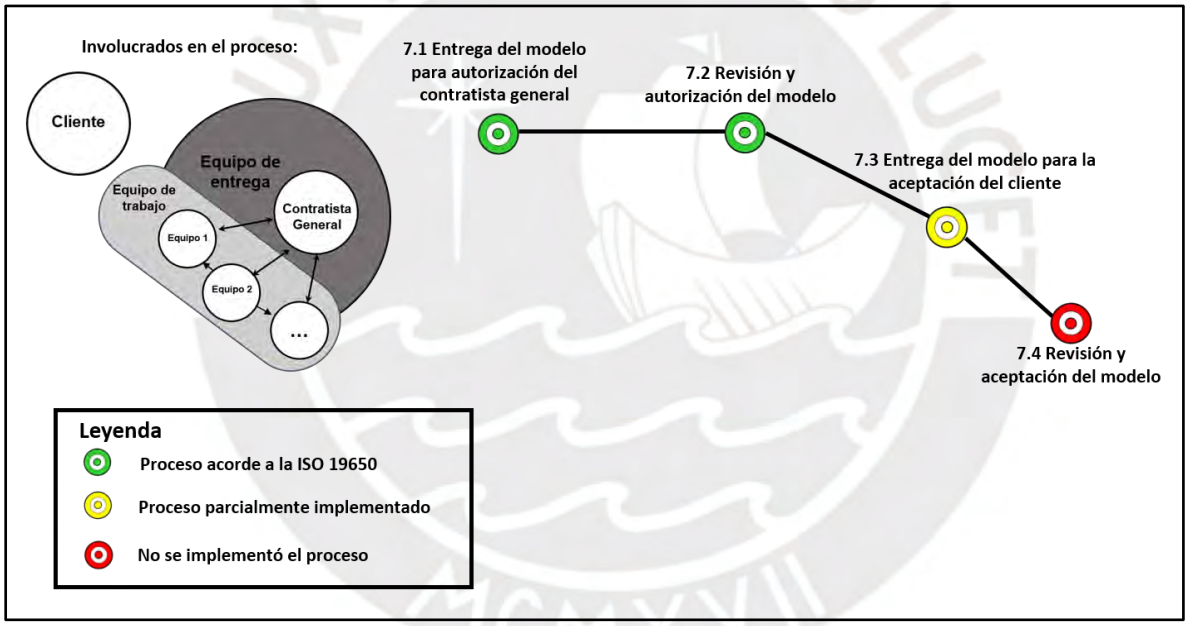


Figura 23: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Entrega del modelo de información" de la ISO.

- **Entrega del modelo para autorización del contratista general**: Proceso acorde a la ISO 19650**.** Los equipos de trabajo enviaban su modelo al contratista general en la nube del BIM 360 para su aprobación.

- **Revisión y autorización del modelo**: Proceso acorde a la ISO 19650**.** El contratista general realizó varias revisiones al modelo y en diversos niveles de calidad de la

información**.** El jefe de oficina técnica de cada recinto realizaba la última aprobación del modelo previo a su envío al cliente.

- **Entrega del modelo para la aceptación del cliente:** Proceso parcialmente implementado. Se entregaba al cliente el modelo en Naviswork junto a la entrega de los planos. Sin embargo, y como se explica en el siguiente proceso, la entrega de los planos no era obligatoria ni tenía carácter contractual, sino que constituía un pedido "extra" del cliente al cual el contratista general accedió de manera colaborativa.

- **Revisión y aceptación del modelo**: Proceso no implementado. Si bien el modelo BIM era entregado al cliente mediante el CDE, estos no eran revisados ni aprobados por el cliente. El entregable contractual del diseño eran los planos en CAD, por lo que el modelo BIM servía más como una referencia que podía ayudar en la revisión de los planos, pero no tenía carácter contractual. Además de esto, el cliente no contaba con un equipo técnico con las capacidades necesarias para revisar y aprobar la información de los modelos.

4.7.8 Análisis de gestión de la información según la actividad: Cierre del proyecto

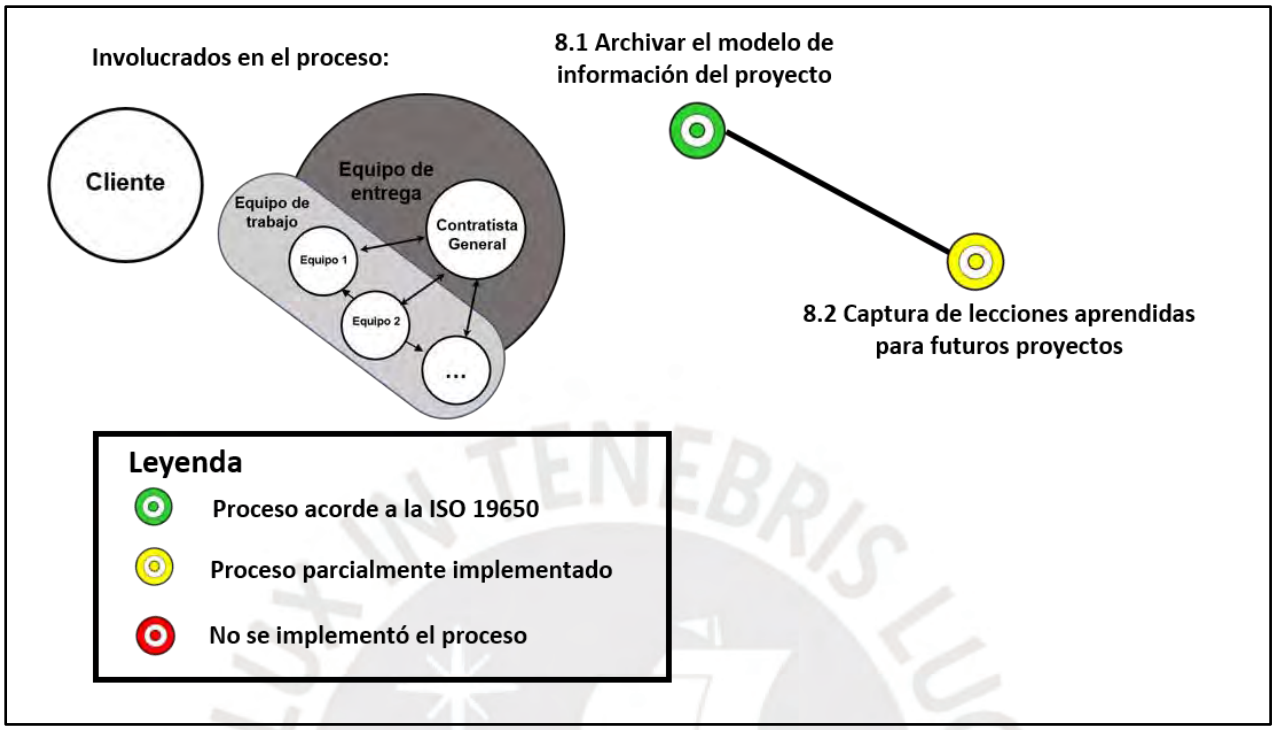


Figura 24: Comparativo de procesos de gestión de información del Proyecto con los procesos de la actividad "Cierre del proyecto" de la ISO.

- **Archivar el modelo de información:** Proceso acorde a la ISO 19650. Se generó un modelo de información del activo, el modelo As-Built, el cual fue comparado con el modelo generado para el diseño para poder identificar desviaciones sobre lo que se había aprobado en el diseño. En el modelo As-Built se modelaron alrededor del 90% de los elementos de la construcción. Esto debido a que hay elementos que no son modelados porque el costo-beneficio de hacerlo es bajo y hace más pesado el modelo. Además, se extrajeron más de 600 planos directamente del modelo, el cual fue archivado en el CDE del proyecto para su posterior uso en la Operación y Mantenimiento.

- **Captura de lecciones aprendidas para futuros proyectos:** Proceso parcialmente implementado. Algunas empresas recopilaron sus lecciones aprendidas de manera interna, pero estás no fueron comunicadas ni solicitadas por el contratista general ni por

el cliente. No se dio una gestión del conocimiento integral para todo el proyecto, sino que esta se dio de manera aislada y no fueron almacenadas en un repositorio de información como el CDE del proyecto.

Capítulo 5: Discusión de resultados

A continuación, se presenta una discusión de resultados a partir del análisis de las entrevistas realizadas, enfocadas en la problemática, las buenas prácticas y las lecciones aprendidas en la gestión de la información del proyecto La Videna. Asimismo, se discuten las interacciones de los procesos de gestión de información y las prácticas de gestión realizadas en el proyecto. El objetivo es proporcionar una visión integral de los desafíos enfrentados y saber qué acciones impactaron significativamente en el éxito del proyecto.

5.1 Análisis de la problemática del proyecto en base a los procesos implementados y no implementados.

En este apartado, se presenta un análisis detallado que vincula la problemática de gestión de la información observada en el proyecto con el grado de implementación de los procesos de gestión de información conforme a la ISO 19650. En el capítulo anterior, se clasificó el nivel de alineamiento de dichos procesos en tres categorías: procesos totalmente implementados, procesos parcialmente implementados y procesos no implementados. Con esta base, en la figura 25, se relacionan las problemáticas identificadas con cada uno de estos niveles, con el fin de determinar si los inconvenientes surgieron por la ausencia total de los procesos (no implementados), por la adopción incompleta (parcialmente implementados) o incluso a pesar de haberlos aplicado (implementados). Este enfoque permitirá, en un segundo nivel de análisis, evaluar si la correcta aplicación de los lineamientos y procesos propuestos en la ISO 19650 habría mitigado o evitado los problemas en los casos donde no se implementaron, así como analizar por qué aún persisten desafíos en aquellos procesos que sí se aplicaron de forma completa. Las principales problemáticas de gestión de información fueron las siguientes:

- Al ser un proyecto *fast track* con un plazo impostergable, el cronograma para la entrega de los diseños era extremadamente ajustado. Hubo momentos en los que la producción del diseño se convirtió en un cuello de botella, lo que podía poner en riesgo la ejecución de la obra.

- El modelo BIM no se compatibilizó completamente durante el diseño por falta de tiempo, lo cual generó muchos retrabajos y demoras en la construcción. El proyecto tuvo que priorizar las incidencias más críticas, y llegó a liberar el 80% de estas antes de la construcción.

- No se encontraron en el mercado peruano empresas proyectistas de especialidades MEP que puedan brindar un diseño directamente en BIM y adaptarse a la metodología. Como consecuencia, la producción de información con los proyectistas MEP fue lenta, ineficiente y poco colaborativa.

- Las empresas peruanas carecían de librerías de objetos o familias BIM suficientemente completas para producir información paramétrica que el proyecto requería. El contratista general tenía una plantilla con familias básicas, lo cual obligaba a los modeladores tener que buscar familias en internet. Por otro lado, en la industria nacional muy pocos proveedores cuentan con familias BIM para sus productos. En contraste, la empresa de diseño arquitectónico del Reino Unido, disponía de librerías de objetos adaptadas a su flujo de trabajo y a las necesidades del proyecto.

- Se presentaron algunos problemas con los métodos y procedimientos para producir información en la nube, lo que afectó negativamente la eficiencia y la producción colaborativa de información. La velocidad de internet en las oficinas del contratista general y de los proyectistas no era la óptima para el uso efectivo de la plataforma BIM

360, generando retrasos de hasta tres horas diarias para acceder al modelo en la nube. Además, la falta de capacitación adecuada al equipo en el flujo de trabajo colaborativo en la nube provocó situaciones problemáticas. En un caso, un usuario no "liberó" el modelo de arquitectura, impidiendo que el equipo de diseño en Inglaterra accediera al modelo durante un día completo. Estos desafíos resaltan la importancia de contar con una infraestructura tecnológica adecuada y de capacitar al personal en los procedimientos de gestión de información colaborativa.

- El cliente Lima 2019 no tenía la capacidad técnica suficiente para revisar y aprobar la información entregada en el Aconex. Tampoco contó con capacidades adecuadas en el uso del BIM, por lo que no revisaban el modelo.

- El diseño arquitectónico experimentaba cambios constantes, incluso hasta el mismo día de entrega de información. Estos cambios frecuentes afectaban directamente la producción de información de los equipos de trabajo; y esto a su vez, generaba que la información no llegara a tiempo para construir.

- La entrega de información por parte de los proyectistas tenía muchas deficiencias en numerosas ocasiones. Esto se debía a que los equipos de trabajo no realizaban un control de calidad adecuado de los modelos de información antes de su entrega al contratista general.

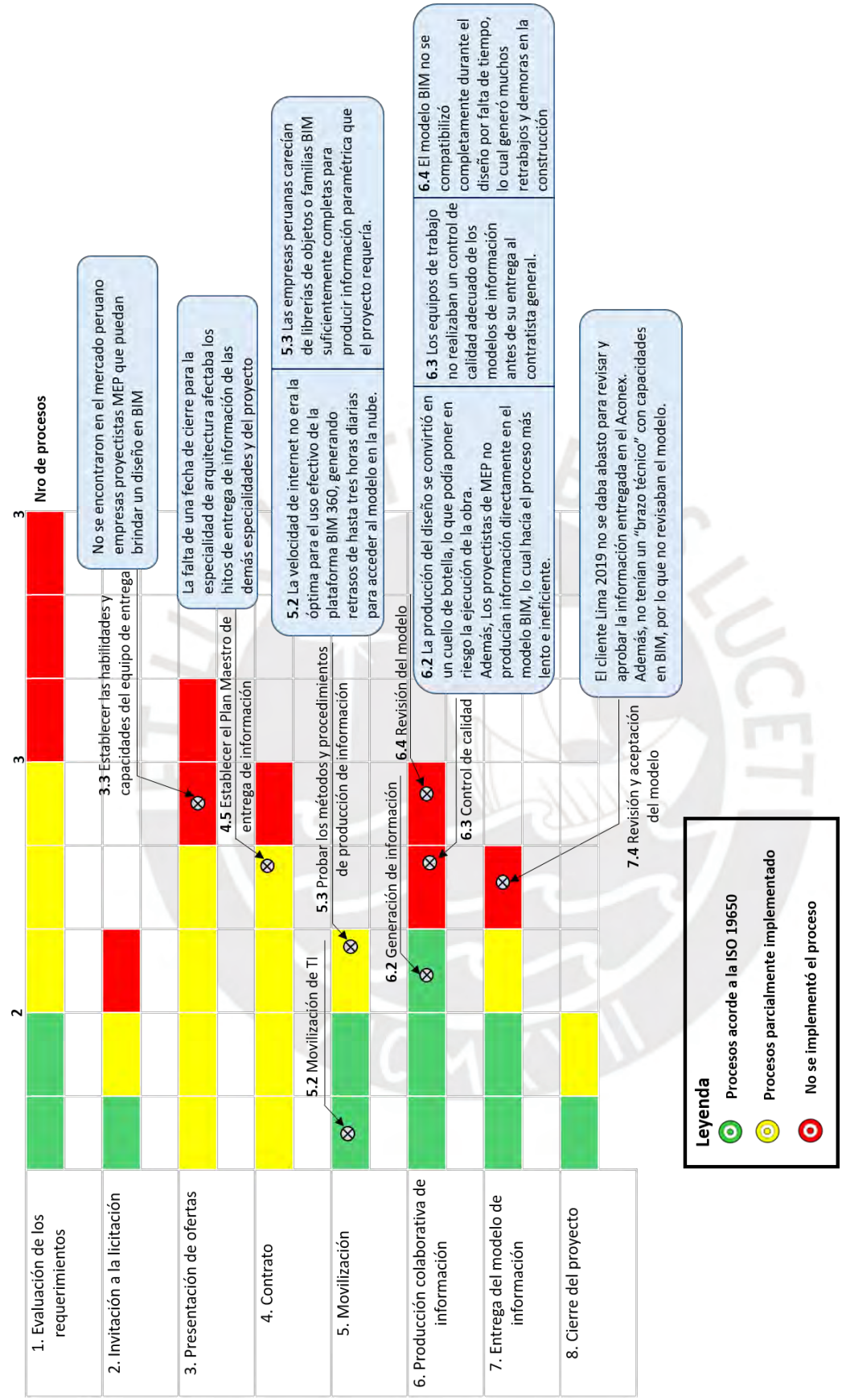


Figura 25: Análisis de la problemática en la gestión de información

5.2 Sinergia entre VDC y la gestión de información

El presente subcapítulo busca dar a conocer las sinergias que se pueden encontrar en una implementación VDC considerando las buenas prácticas y lecciones aprendidas de la gestión de la información, basado en el proyecto La Videna. Si bien una implementación VDC y su estrategia va cambiando a lo largo del proyecto, se puede ver en la figura 26, una representación genérica del marco de trabajo VDC con sus componentes ICE, BIM y PPM; así, como componentes de la gestión de la información que soportan dichas estrategias de gestión de proyectos.

Cabe mencionar que la estrategia genérica VDC que se muestra en la figura 26 está basada en la información extraída de las entrevistas y que se presentan en la tabla 5, matriz consolidada. Este marco VDC tiene fines netamente académicos, para ilustrar la sinergia entre la gestión de información y la metodología VDC.

La metodología VDC empieza por el reconocimiento de los objetivos del cliente y luego los del proyecto. A pesar de compartir recursos, cada recinto se manejó como un proyecto independiente porque tenía objetivos de proyecto particulares. Así como había un coordinador BIM por recinto, se estableció un marco de trabajo VDC para cada recinto; y, por ende, una estrategia de ICE, BIM y PPM, diferenciada. A continuación, se detalla los distintos componentes del marco VDC, incluyendo métricas:

Objetivos del cliente

Los objetivos del cliente fueron 2 claramente definidos. El primero tiene que ver con el uso de la infraestructura deportiva para el evento. Es el objetivo de mayor importancia, porque la fecha de la inauguración era inamovible. El segundo objetivo tiene que ver con el legado del proyecto, bastante relacionado a lo que se mencionó en el capítulo anterior, sobre los requisitos

de información de la organización (OIR) y los del activo (AIR). Esta diferenciación tuvo nombre propio, el “modo juegos” y el “modo legado”, respectivamente. Por ejemplo, en el modo juegos un espacio podría servir de camerinos y en el modo legado ese mismo espacio debía convertirse en almacén. O, en el modo juegos se instalaron butacas temporales y en el modo legado, estas se retiraban.

Objetivo del proyecto

Los objetivos del proyecto, eran particulares por cada recinto. Como el cliente tenía una fecha de inauguración inamovible, los objetivos del proyecto estuvieron relacionados principalmente al plazo y por ende, a los hitos de entrega de la infraestructura deportiva más la documentación asociada (hitos de entrega de información).

Ingeniería concurrente integrada (ICE)

Esta componente del VDC tiene que ver con la organización y las personas. Entonces es válido preguntarse: ¿Quiénes deben trabajar juntos? ¿Cuál es la carga de trabajo? ¿Qué habilidades necesito? Estas 3 preguntas buscan diseñar la organización temporal, explorando los roles del equipo, la capacidad de producción del equipo y las habilidades individuales que deberían tener.

En el proyecto La Videna se diseñó la organización y se evaluaron capacidades necesarias que debía tener el equipo. Se encontró que el mercado no tenía proveedores MEP con capacidades de producción de modelos BIM. Se ideó una estrategia para soportar a estas empresas proyectistas MEP con consultoras de modelado BIM. Por otro lado, se desarrollaron talleres en etapas tempranas del proyecto para enseñar la metodología VDC.

Asimismo, durante la etapa de construcción del proyecto, se tuvieron algunos objetivos de ICE como la identificación de potenciales riesgos de la producción y la solución de

incompatibilidades del modelo de información. Para lograr estos objetivos se tuvieron algunos factores controlables como el uso de la matriz RACI para fomentar el "*accountability*" en el desarrollo del modelo y cambios del modelo; comunicación constante del plan de ejecución BIM (PEB) mediante talleres de retroalimentación y las sesiones ICE. Para esto, se tuvieron en cuenta algunas métricas como el porcentaje de participación de las sesiones ICE y sobretodo, el porcentaje de resolución de incidencias del modelo en cada sesión ICE (previamente se seleccionaban incidencias críticas a ser resueltas en la sesión). Adicionalmente, como comentó el entrevistado E16:

> *"Las sesiones ICE con todos los miembros de los equipos, facilitaron la revisión de los modelos en función a métricas y factores controlables. A estas asistían los modeladores BIM, los coordinadores BIM, los coordinadores de cada recinto y los especialistas. Previó a estas sesiones ICE, se compartía la agenda de la reunión, y se hacía uso del software Revizto para apoyar la reunión, lo cual facilitó mucho la coordinación, la revisión del modelo y la solución de incompatibilidades".*

Building Information Modeling (BIM)

La estrategia de este componente VDC empieza por responder a la pregunta: ¿Qué herramientas debería usar el equipo para ser más eficientes? Así, se acordó desde la licitación que la producción colaborativa de información utilizaría el BIM y el software BIM 360, y que el intercambio de información formal con el cliente no sería el tradicional cuaderno de obra, sino más bien, una tecnología en la nube de tipo CDE como es el ACONEX. Más aún, para reforzar el uso de la tecnología BIM, se decidió que las empresas proyectistas utilizaran el BIM, y por ende, se especificó en el contrato esta tecnología. Si bien, como se mencionó en el acápite anterior, las consultoras BIM brindarían soporte a las empresas proyectistas, aun así, el

incluirlo en el contrato, fomentaría el uso del BIM y el alineamiento hacia la metodología VDC con relación a las reuniones ICE y apertura hacia el BIM.

Cabe resaltar la importancia de que tanto el cliente como el constructor estén completamente alineados sobre el uso de la tecnología BIM y metodologías colaborativas de gestión. Cuando ambas partes comparten una visión clara sobre su implementación, se facilita la curva de aprendizaje y se elimina la discusión sobre su utilidad, asegurando que todos los involucrados adopten la metodología de manera integrada. En el caso del proyecto La Videna, el contratista general valoraba el uso de BIM como un factor clave para optimizar procesos, mientras que el cliente veía en esta tecnología una oportunidad para acceder a información en tiempo real, lo que favorecía una toma de decisiones más ágil y efectiva.

Por otro lado, el plan de ejecución BIM fue un documento vivo y dinámico. Si bien, una lección aprendida captada en las entrevistas fue que el PEB debió tener un enfoque más "Pull", para dimensionar la carga de trabajo y las prioridades del modelado, es cierto, que ayudó mucho en la calidad y revisión del modelado. Como dijo el entrevistado E7:

> *"En el Plan de Ejecución BIM estaba indicado el nivel de detalle, las métricas que teníamos para revisar los modelos, porque nosotros no revisábamos los planos. Nosotros nos enfocábamos en la calidad del modelo. Y los estándares que manejábamos estaban estipulados en el PEB. Y en base a eso nosotros revisábamos y aprobábamos que lo que estaban modelando cada proyectista estaba bien".*

Dado que el uso del PEB y más aún, el uso de un PEB dinámico captando las perspectivas de los involucrados, son acciones que el proyecto decide ejecutar o no; se dice, que son factores controlables. Este factor controlable, en particular, impacta en el objetivo de contar con información confiable para construir y que llegue a tiempo para construir. Por ende,

la métrica del BIM estuvo asociada con saber si el modelo estaba actualizado y si la información llegaba a tiempo para construir. Otra métrica que se usó, fue el tiempo de respuesta de los proyectistas, pues las indefiniciones son restricciones de la producción del modelado y por ende, de la producción de obra también.

Gestión de producción del proyecto (PPM)

La información de obra a nivel planos que no llega a tiempo para construir se convierte en una restricción de la producción. La gestión de la producción se soporta de la gestión de la información en la definición de los procesos colaborativos de producción de información, de manera que sean eficientes. Entonces, si en la estrategia BIM se define la herramienta a utilizar, en la estrategia PPM se definen los procesos a seguir para que esta organización temporal, con las herramientas idóneas, generen valor impactando directamente a los objetivos del proyecto y estos a su vez, a los del cliente.

Un factor controlable que se utilizó fue el de mapear el proceso de producción de información y buscar que sea lo más colaborativo posible considerando la realidad del proyecto. Por ejemplo, se buscó integrar a los subcontratistas para que puedan hacer cambios en el modelo directamente, pero se vio que - para la realidad del proyecto - no sería posible porque la responsabilidad recaería 100% en la contratista general. Sin embargo, como se ha visto en la revisión de la literatura, la propuesta de la ISO 19650 es que la producción colaborativa de información pasa por definir estados de información dentro del CDE (en proceso, compartido, publicado y archivado) y permisos; de manera que, se brinda más seguridad y control sobre la información que se produce. Esto hubiera sido relevante implementar en el proyecto. Como comentó el entrevistado E8:

"Lo ideal hubiera sido que el subcontratista hubiera podido modificar directamente el modelo, pero también teníamos que ver la seguridad de nuestra información y lo que íbamos a presentar".

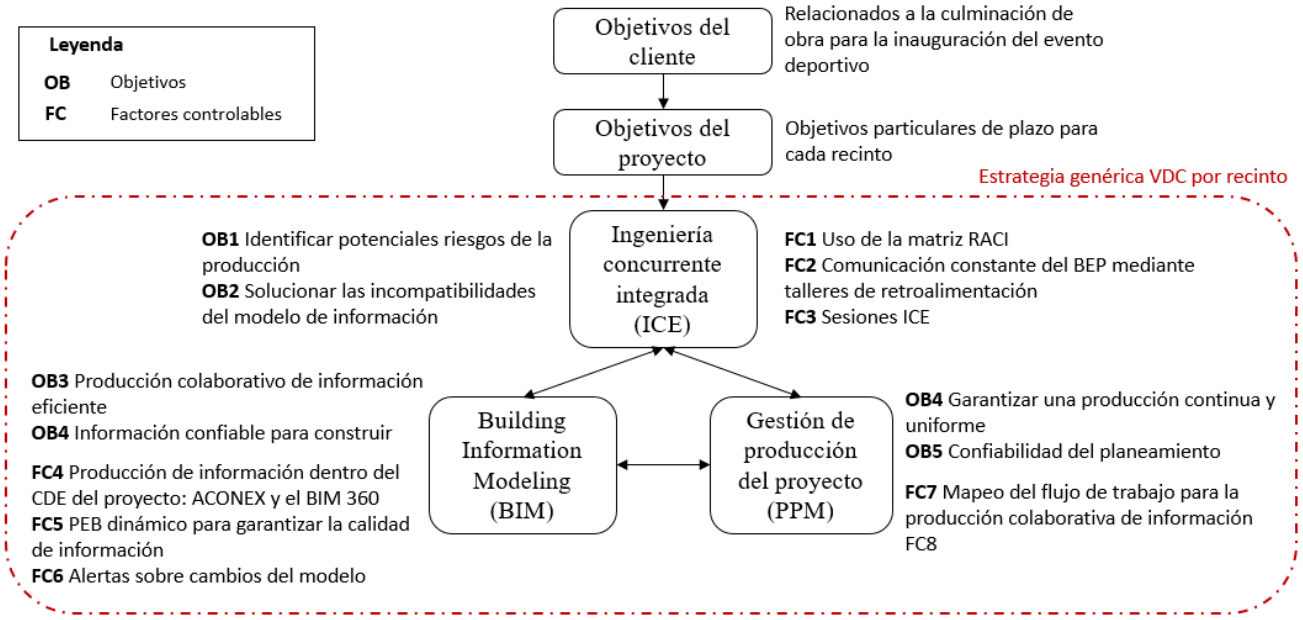


Figura 26: Sinergia entre VDC y la gestión de información

5.3 Interacción de la gestión de la información y la gestión de proyectos

La gestión de la información y la gestión de proyectos son dos dimensiones interdependientes que se complementan y refuerzan mutuamente. Una gestión de la información eficiente permite distribuir (intercambio de información), recopilar (registrar), actualizar (versionamiento), y organizar datos de forma oportuna y precisa, lo que es esencial para la toma de decisiones y la coordinación de equipos dentro de un proyecto. Todas estas componentes de la gestión de la información vistas desde los lentes de la ISO 19650 a lo largo de la investigación son fundamentales para planificar, monitorear y controlar cada fase del proyecto. A continuación, se detallan algunos aspectos relevantes de la gestión de la información que impactaron significativamente en el éxito del proyecto, y otros, que al implementarse pudieron impactar positivamente al proyecto:

- La conformación de una PMO internacional mediante el acuerdo gobierno a gobierno, la que contaba con mucha experiencia en la ejecución de eventos deportivos a nivel internacional, hizo que llegará gente muy capacitada para asesorar al cliente Lima 2019 en todas las etapas del proyecto. Esto logró suplir la falta de experiencia en la ejecución de eventos de tal magnitud en el Perú.

- El acuerdo gobierno a gobierno (G2G) fue un convenio global, y dentro del convenio se tuvieron acuerdos de implementación, dentro de los cuáles se hizo énfasis en que la contratista general use un mecanismo de contratación internacional para evitar que las obras se paralicen o que no arranquen a tiempo por impugnaciones. Esto hizo que el contratista busque modelos de contratación colaborativos, lo que terminó decantando en el uso del contrato NEC 3 opción F. Esto fue así para el proyecto La Videna, pero no debe generalizarse el uso del contrato colaborativo debido al convenio global. Es decir, la aplicación del contrato NEC puede darse incluso si no se usan los acuerdos gobierno a gobierno. Como comenta el Director Ejecutivo del Proyecto, el entrevistado E13:

  > *"Yo creo que una de las cosas que debería implementarse en nuestro país son los contratos NEC. Porque no podemos estar haciendo acuerdo G2G para cualquier cosa. Tiene que haber una buena justificación [...] En nuestro caso, la justificación fue el plazo tan ajustado y el hecho de que en el Perú hace mucho tiempo que no se construye un estadio, un centro acuático. Tenías que tener gente capacitada."*

- Asimismo, en los contratos NEC se establecieron incentivos al contratista general. Los ahorros se compartieron al 50% por cumplimiento de fechas, lo cual incentivó al contratista general a ser eficiente. El contrato NEC fue hecho a medida del proyecto,

"Fit for Purpose", donde se priorizó la entrega del proyecto en el plazo establecido. Como indicó el director del Proyecto (E13):

> *"Los contratos NEC son contratos redactados por ingenieros para ser manejados por ingenieros. Porque normalmente tienes abogados y al ingeniero le dices que lea el contrato y tiene que tener su código civil y su asesor legal para entenderlos, y eso no funciona".*

- El proyecto se basó en el sistema inglés que considera varias etapas de gestión, a diferencia del modelo tradicional. Este facilitó la gestión del proyecto, pues los hitos del proyecto estuvieron divididos por etapas bien definidas y desglosadas (diseño esquemático, advance IFC e IFC), que contaban con un objetivo claro y preciso, lo cual facilitó las entregas de hitos parciales del proyecto. Como comenta el entrevistado E12:

  > *"Como todas las obras de edificación son complejas, si yo no tengo etapas para poder dividir el proyecto, se hace muy difícil poder ir avanzando de forma certera. Entonces, segmentar el proyecto así según RIBA, ayuda mucho pues está claramente identificado qué es lo que se debe entregar y quiénes son los responsables de entregarlo"*

- En la licitación, se tuvo un criterio de evaluación de 30% factor económico y 70% la parte técnica. Esto logró que el costo no fuera el único criterio de evaluación del proyecto, lo cual es usual en las contrataciones con el estado. Se evaluaron aspectos críticos para el éxito del proyecto, donde se incluyó el criterio de las políticas de tratamiento con el sindicato de cada potencial contratista. Así, a las ofertas presentadas se les evaluó por los siguientes criterios:

- el diseño (que incluía su accesibilidad)
- Las soluciones a ciertos problemas técnicos
- la innovación
- la capacidad de los contratistas,
- las obras que habían hecho (obras similares),
- los estados financieros,
- criterios éticos, como firmar un compromiso de integridad de no estar incursos en ningún lío.

➢ No se implementó una gestión integral del conocimiento por parte del cliente ni del contratista general. Aunque algunos equipos aislados generaron compendios de lecciones aprendidas, pero estas no fueron solicitadas por el cliente ni por el contratista general.

Se elaboró la siguiente figura 27, para explicar la relación de las distintas herramientas de gestión que se implementaron en base a las necesidades del proyecto, y cómo estas acciones impactaron en el proyecto.

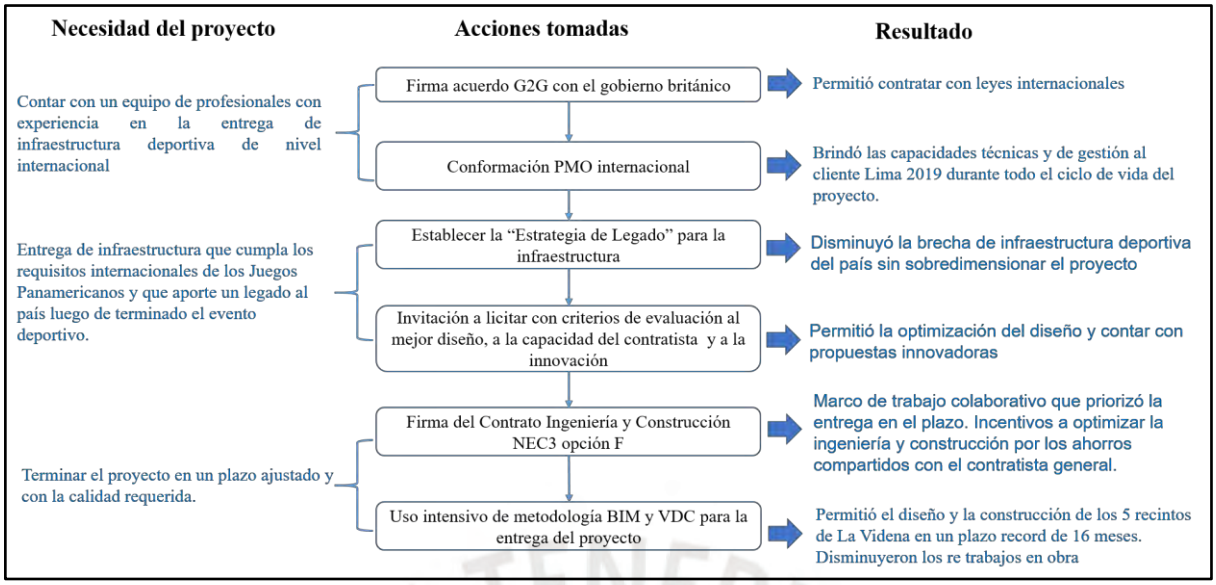


Figura 27: Esquema de herramientas de gestión y su impacto en el proyecto. Fuente: Propia.

Mientras la gestión de proyectos define y supervisa los procesos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos, la gestión de la información asegura que esos procesos se ejecuten con datos fiables y actualizados. Estos hallazgos resaltan la importancia de integrar estrategias de gestión de información desde las primeras fases del proyecto para maximizar su impacto en la eficiencia y calidad durante la construcción.

5.4 Impacto de la gestión de información en la producción

A continuación, se describe el impacto que tuvo la gestión de la información en la producción en obra, considerando los desafíos y logros del proyecto La Videna. Como se ha señalado en los capítulos anteriores, el proyecto se desarrolló bajo la modalidad de Fast Track, con hitos críticos de entrega de información (diseño esquemático, advance IFC e IFC), lo que generó una superposición constante entre las fases de diseño y construcción. Este cronograma acortado y con plazo impostergable dejó poco margen de error, exigiendo una coordinación impecable en el flujo de producción, revisión y aprobación de información. A pesar de las dificultades, el contratista general y su equipo lograron resultados destacables en un entorno altamente retador.

Se presentan los aspectos que impactaron negativamente en la producción, derivados principalmente del plazo acortado para la producción colaborativa de información y la complejidad de gestionar cambios en tiempo real. Luego, se destacan los factores positivos, como la adopción de herramientas colaborativas, metodologías ágiles, uso de tecnología, implementación de métricas y acciones para aumentar la calidad.

5.4.1 Aspectos que impactaron negativamente en la producción

- Competencias técnicas y experiencia en obra: Algunos modeladores BIM tenían dominio del software, pero carecían de conocimiento en procesos constructivos, lo que generó modelos poco adaptados a la realidad constructiva. Esto afectó la parametrización y en la obra afectó la precisión de metrados, como en el caso de las bloquetas, cuyos modelos "idealizados" no reflejaban las secuencias reales de construcción.

- Falta de "constructabilidad" en el diseño: El modelo de arquitectura, aunque útil para planos básicos, no consideraba métodos constructivos locales ni disponibilidad de materiales. El modelo presentaba fallos en aspectos técnicos y de constructabilidad, como incompatibilidades entre sistemas y detalles constructivos impracticables. Esto obligó a formar un equipo de arquitectos locales para adaptar el diseño a la realidad de la industria peruana, adaptándolo a proveedores peruanos. Como señaló el entrevistado E4:

  > *"Uno de los temas que se identificó que se debía mejorar era la "constructabilidad". Se identificó que hubo mucha separación entre los proyectistas y los que ejecutaban la construcción, y el diseñador no siempre daba la alternativa más construible. Lo ideal hubiera sido que el constructor participe en el diseño."*

- Control de calidad insuficiente en el modelo: Las entregas de los proyectistas frecuentemente presentaban deficiencias debido a la ausencia de auditorías previas. Para mitigarlo, se implementaron revisiones por niveles de calidad (parámetros requeridos, completitud y exactitud), auditorías del especialista BIM (georreferenciación, interoperabilidad) y sesiones ICE con plataformas como Revizto para gestionar incidencias.

- Las incidencias podían deberse a las siguientes fuentes de error:

    A. Errores de coordinación con otras especialidades

    B. Incumplimiento de la normativa de diseño

    C. Diseño no óptimo

  Además, en la etapa de construcción las incidencias se debían a las siguientes fuentes de error:

    A. Faltas de diseño no identificadas en las revisiones anteriores

    B. Faltas u omisiones en los criterios constructivos

    C. La elección de una secuencia de construcción no óptima

    D. Errores en los metrados que se extraían del modelo

5.4.2 Aspectos que impactaron positivamente en la producción

Para garantizar la calidad de la información en cada etapa del proyecto, se implementaron procesos estructurados de revisión y acciones correctivas. Como se muestra en la tabla 8, se establecieron métricas claras para medir la calidad del modelo BIM. Estas acciones permitieron mantener un control efectivo a pesar de los desafíos del Fast Track, donde

la superposición de diseño y construcción exigía revisiones ágiles y precisas. Entre los aspectos positivos destacan:

- Revisiones del modelo: Se pudo identificar las siguientes revisiones del modelo BIM que aseguraban el cumplimiento del EIR del contratista general. Además, como se señala más adelante, la última aprobación del modelo BIM estaba a cargo del jefe de oficina técnica en obra, para asegurar que los planos y modelos utilizados no contengan deficiencias para evitar retrabajos:

    A. El Especialista BIM realizaba una auditoría al estándar de información en el modelo. Entre otras cosas, revisaba que los modelos locales estuvieran bien georreferenciados con las coordenadas reales para su posterior integración en la nube. Además, revisaba y brindaba soporte en aspectos de interoperabilidad.

    B. El coordinador BIM revisaba el modelo para ver que cumpliera los criterios de modelado y que contenga la estructura para obtener los metrados.

    C. El equipo de entrega de información, conformado por coordinador BIM, líderes de especialidades, los proyectistas, los coordinadores de cada recinto, entre otros, revisaba en sesiones ICE de diseño las incidencias del modelo, y con la ayuda de Revizto se gestionaba la liberación de incidencias.

    D. En la obra, el jefe de oficina técnica de cada recinto realizaba la última aprobación del modelo previo al envío al cliente. Se revisaban los metrados extraídos del modelo.

- Verificación As-Built: En la etapa de comisionamiento, tecnologías como escáner láser, nubes de puntos y tablets permitieron contrastar el modelo construido con el diseñado.

Esto ayudó en la homologación de los recintos y en medir las desviaciones que podrían haber ocurrido durante la construcción.

- Uso de métricas relacionadas a calidad: En el proyecto se utilizó la métrica de "% de incidencias liberados en el modelo", el cual llegó a tener un valor de 80% antes de la construcción. Este porcentaje alcanzado refleja lo sucedido en el proyecto, donde si bien se pudieron solucionar las incompatibilidades más críticas, no fue posible llegar a la etapa de construcción con un modelo libre de interferencias, lo cual impactó en demoras y retrabajos.

Tabla 8: Métricas y acciones para aumentar la calidad en el proyecto

Etapa	Métrica de producción	Medidas tomadas en obra para aumentar la calidad
Diseño	● Porcentaje de liberación de incidencias ● Calidad de las coordinaciones	● Los coordinadores BIM realizaban auditorías del modelo, donde se verificaba que cumpliera con los criterios de modelado. ● El especialista BIM realizaba auditorías al modelo para verificar que se cumpla el estándar de información. ● Seguimiento del cumplimiento de entrega de información de los proyectistas. ● Sesiones ICE de diseño, integrando a proyectistas, contratista general y el cliente. ● Integración del equipo de construcción para sesiones de "constructabilidad", para optimizar el diseño con sus criterios constructivos
Arranque	Capacidades de las empresas proyectistas	● Búsqueda y evaluación de las empresas proyectistas con capacidades BIM. Se contrataron 2 empresas consultoras en BIM. ● 20 modeladores BIM para brindar capacidades BIM a las empresas proyectistas MEP.
Construcción	Calidad del modelo	● El equipo de obra retroalimentaba sobre errores de compatibilidad o de aspectos constructivos. ● Uso del software Fieldwire para gestionar y coordinar las observaciones de calidad en campo. ● Verificación de la información paramétrica del modelo. La oficina técnica realizaba una revisión de los metrados de estructuras y arquitectura que se extraían del modelo. ● Sesiones ICE de construcción integrando al equipo de Obra, los subcontratistas y el cliente. ● Registro de incidencias en la plataforma Revizto con la asignación de los responsables y la observación. ● Se elaboraron plantillas que indicaban cómo se debía modelar los elementos para poder extraer metrados. ● Los planos utilizados durante la construcción debían salir del modelo BIM. ● El área de Oficina Técnica debía aprobar los modelos BIM, los planos de pases y "Field Sketch" previo a su uso en obra.
Comisiona _miento	Desviaciones modelo As-Built con As-Design	● Uso de tablets y distanciómetros para verificar que se cumpla lo pactado en el modelo. ● Uso del scanner láser y la nube de puntos para hacer un match con el modelo BIM. Match del As-Built con As-Design. ● Elaboración de modelo y planos As-Build con el uso de la nube de puntos.

Capítulo 6: Conclusiones

La presente investigación tuvo como objetivo central analizar la gestión de información en el proyecto La Videna bajo los lineamientos de la ISO 19650, con el fin de identificar problemáticas, recopilar buenas prácticas y lecciones aprendidas; y analizar la interacción entre la gestión de información y la gestión de proyectos. A través de un caso de estudio exhaustivo, se exploraron los desafíos y logros de un proyecto emblemático, caracterizado por su complejidad técnica, plazos críticos y la integración de estándares internacionales en un contexto local. A continuación, se presentan las conclusiones que responden a los objetivos de la investigación, complementadas con un análisis de las limitaciones del caso de estudio y una propuesta para futuras investigaciones.

6.1 Problemática en la gestión de información

- La producción colaborativa de información se vio afectada por algunas deficiencias relacionadas al proceso “Probar los procedimientos y métodos de producción de la información” descrito por la ISO 19650 en actividad de Movilización. Deficiencias como la velocidad del internet en las oficinas del contratista general y de los proyectistas que generaba hasta 3 horas para la descarga del modelo de información o la falta de capacitación al equipo en temas de alcance del modelado y formas de trabajo colaborativo, resaltan la importancia de contar con una infraestructura tecnológica adecuada desde el arranque del proyecto y a lo largo de su ejecución.

- La producción colaborativa de información se vio afectada porque las empresas peruanas carecían de librerías de objetos BIM suficientemente completas para producir información paramétrica que el proyecto requería. El contratista general tenía una plantilla con familias básicas, lo cual obligaba a los modeladores tener que buscar familias en internet. Además, en la industria nacional muy pocos proveedores cuentan

con objetos BIM para sus productos. En contraste, la empresa de diseño arquitectónico del Reino Unido, disponía de librerías de objetos adaptadas a su flujo de trabajo y a las necesidades del proyecto.

- Dentro del EIR del contratista general, se establecieron criterios de "constructabilidad", para que la información producida sirva los objetivos de la producción en obra. Sin embargo, algunos modeladores BIM tenían poca experiencia en obra y un perfil más técnico, orientado al uso del software; quienes no tenían muy claro los procesos constructivos y los criterios de modelado. Esta brecha en las competencias de algunos profesionales hizo que la parametrización de los modelos no estuviera adaptada para la construcción. Esto se remedió posteriormente con capacitaciones de los coordinadores BIM hacia los modeladores, donde le transmitieron criterios de constructabilidad en el modelado de información. Asimismo, el documento de la ISO 19650 de "Métodos y Procedimientos de producción de información" así como el estándar BIM, ayudaron a suplir esta brecha de conocimientos de los procesos constructivos llevados al proceso del modelado de información.

- El proyecto La Videna tuvo constantes revisiones de calidad, principalmente por temas de constructabilidad. Es decir, en muchos casos, los subcontratistas no podían instalar lo que se había modelado. El modelo de arquitectura cumplía el objetivo de extraer información básica en planos, pero carecía de "constructabilidad". Cuando se solicitaron elementos adicionales, como elevaciones y cotas detalladas, surgieron problemas significativos. Durante la construcción, fue necesario conformar un equipo de arquitectos locales para adaptar el diseño a la realidad nacional. Las constantes revisiones se debían principalmente a problemas en los diseños de arquitectura e

instalaciones, ya que los subcontratistas no podían instalar lo que se había modelado. El modelo presentaba fallos en aspectos técnicos y de constructabilidad, como incompatibilidades entre sistemas y detalles constructivos impracticables.

- El proyecto, bajo la modalidad Fast Track, inició la etapa de construcción sin un modelo libre de interferencias (sólo al 80% de interferencias liberadas), debido a que tuvo un plazo muy ajustado para la producción colaborativa de información.

- Muchos de los problemas en la producción colaborativa de información se debieron a no seguir el proceso de "Control de calidad del modelo" descrito en la ISO 19650, pues los proyectistas no auditaron sus modelos en base al EIR del contratista general previo a la entrega a este, lo que resultaba en entregas de información con muchas deficiencias.

6.2 Buenas prácticas y lecciones aprendidas en la gestión de información

- Los hitos de entrega de información parciales facilitaron la gestión del proyecto, pues estuvieron divididos por etapas bien definidas y desglosadas (diseño esquemático, advance IFC e IFC) que contaban con objetivos claros y precisos. Estos entregables, con varias etapas de gestión y más acotados, mejoraron el flujo de trabajo de producción, entrega y aprobación de información. Por ejemplo, esto permitió que se pudiera empezar con labores de excavación y subestructura mientras se resolvían las interferencias del modelo.

- Fue fundamental establecer la "visión de legado" para todo el ciclo de vida del proyecto. Esta visión engloba el legado deportivo, urbanístico y social que se quería dejar al país luego de concluido el evento deportivo. Esto facilitó establecer requerimientos de información del activo a construirse y buscó optimizar los costos del proyecto, por lo

que se pensó en innovaciones para que la infraestructura cumpla tanto los requisitos del Evento Panamericanos como los de su Operación y Mantenimiento. Por lo tanto, se diseñaron los recintos “Estadio atlético” y “Centro acuático” para que durante el evento utilizaran tribunas temporales y no sobredimensionar la infraestructura.

- Fue muy importante que durante la licitación se tuvieran unos “Criterios de evaluación y aceptación de las propuestas” que le dieron mayor peso a la evaluación técnica (70%), lo cual permitió la elección de mejores diseños y propuestas innovadoras que iban más allá del criterio del menor costo (30%). Esto contrasta la realidad nacional en contratación de obras con el estado donde se impone el criterio del menor costo.

- El cliente y el contratista general utilizaron el BIM porque creían firmemente en la tecnología y en las metodologías colaborativas de gestión; no por obligatoriedad. BIM no fue un requerimiento del cliente, sin embargo, el contratista general lo sugirió desde un inicio y promovió su uso a los proyectistas y subcontratistas. Esto resultó ser un factor relevante para el éxito del proyecto, y redujo la resistencia al cambio, fomentando que los equipos se integren al flujo de trabajo colaborativo.

- Se destinaron los recursos necesarios para BIM desde el arranque del proyecto. Se tuvo en cuenta el gran reto que se tenía en la producción de la información con un plazo tan ajustado. El contratista general contrató a empresas consultoras en BIM para brindarle a los proyectistas de MEP un equipo de modeladores para producir la información en el modelo e integrarse a la metodología. Este proceso está en concordancia con el proceso descrito en la ISO en la actividad de “Movilización”.

- El equipo que estuvo en la ingeniería en la etapa de diseño se movilizó luego a la construcción. Se les dio continuidad a los coordinadores que estuvieron en la parte de

diseño para que luego estos sean los coordinadores en la etapa de construcción. Los roles fueron cambiando para que la organización aprovechara las sinergías y canalizara de manera efectiva los trabajos. Esto se relaciona con lo que la ISO 19650 promueve en el "Plan de movilización".

- ➢ Las especialidades de Arquitectura y las de estructuras realizaron la producción de información directamente en el modelo (sin necesidad de elaborar planos en CAD previamente), lo cual aceleró el flujo de trabajo y optimizó el uso de los recursos. Estas especialidades contaban con un alto grado de madurez BIM, tanto a nivel de sus flujos de trabajo como en la calidad del modelo.

- ➢ El EIR del cliente debería llegar a todo el equipo de entrega de información. En la investigación se evidenció que a muchos profesionales que producían el modelo (modeladores, coordinadores) no tenían acceso a los requerimientos de información del cliente, y estos les llegaban indirectamente. El tener el EIR (que contiene el OIR, AIR y PIR) del cliente disponible a todos los equipos de entrega de información resultaría en que se generase la información necesaria para todo el ciclo de vida del activo, evitando pérdidas de información y desperdicios al producir información que no se necesita.

6.3 La interacción entre la gestión de información y la gestión de proyectos

- ➢ La PMO internacional suplió la falta de experiencia en el país para la ejecución de proyectos de infraestructura deportiva de nivel internacional, proveyendo de expertos que asesoraron al cliente en todas las etapas del proyecto, donde se dio un enfoque de "visión de legado" para pensar en todo el ciclo de vida del activo y no solo durante la realización del evento deportivo. Además, la PMO asesoró al cliente para tener

procesos de licitación y contratación internacionales y más ágiles, lo cual evitó caer en las taras de la ley de contrataciones del estado.

- Se tomó la decisión de utilizar el contrato NEC opción F porque se ajustó a las necesidades del proyecto, debido a la necesidad del proyecto de terminar en un plazo impostergable sin contar con un expediente técnico terminado. Este contrato a monto reembolsable buscaba evitar las paralizaciones de obra que hubieran perjudicado al proyecto. En el proyecto el cliente toma una posición muy activa, porque tenía que aprobar cada uno de los paquetes de licitación previo a que se construya. Además, en todas las entrevistas se destaca el espíritu colaborativo y ágil del cliente para gestión del proyecto.

- Los procesos de gestión de información de la ISO 19650 se pueden complementar con el marco VDC. Al tener bien definidos los Requerimientos de Intercambio de Información (EIR), los cuales contienen los requerimientos del activo (AIR) y del proyecto (PIR), estos servirían de base para identificar los objetivos del cliente y del proyecto, que no siempre son comunicados de manera clara y precisa por el cliente.

6.4 Limitaciones de la investigación

Este estudio presenta diversas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus hallazgos:

- Al centrarse en un único caso de estudio, los resultados obtenidos reflejan las particularidades y el contexto específico del proyecto La Videna. Esto limita la capacidad de generalizar las conclusiones a otros proyectos o entornos. Dependerá de cada lector identificar qué aspectos de este caso de estudio podrían ser extrapolables a otros proyectos.

- La metodología adoptada se basa en un enfoque cualitativo, utilizando entrevistas semiestructuradas a actores clave. Si bien este enfoque permite profundizar en la comprensión de las problemáticas, buenas prácticas y lecciones aprendidas, la muestra no probabilística y la selección intencional de participantes pueden introducir sesgos y no representar todas las visiones en el proyecto.

- Dado que la ISO 19650 es un estándar relativamente reciente en el entorno nacional, muchos de los participantes no contaron con un conocimiento profundo de sus lineamientos en el momento de las entrevistas de recopilación de información. Esto pudo afectar la percepción y el análisis de la implementación de los procesos de gestión de información en el caso de estudio.

- Falta de implementación formal de la ISO 19650: El proyecto La Videna no adoptó explícitamente la norma ISO 19650 durante su ejecución, por lo que el análisis se realizó de manera retrospectiva.

6.5 Propuestas para futuras investigaciones

A partir de las limitaciones identificadas y los hallazgos del estudio, se sugieren varias líneas de investigación futuras que podrían enriquecer el conocimiento en la gestión de la información en proyectos con BIM:

- Realizar investigaciones que analicen la implementación práctica de la ISO 19650 desde la perspectiva del cliente para establecer los requerimientos de intercambio de información, los requerimientos de la organización y los del activo.

- Investigar cómo la incorporación de nuevas tecnologías (como inteligencia artificial, machine learning y realidad aumentada) puede potenciar la gestión de información en proyectos con BIM, y cómo estas herramientas se integran con los lineamientos de la

ISO 19650, podría ofrecer información valiosa para la modernización de los procesos en el sector AEC.

- Futuras investigaciones podrían explorar modelos de gemelos digitales para la Operación y Mantenimiento, que aseguren la eficacia y consistencia de los procesos en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

Bibliografía

Abanda, F. H., Balu, B., Adukpo, S. E., & Akintola, A. (2025). *Decoding ISO 19650 through process modelling for information management and stakeholder communication in BIM*. *Buildings, 15*(431). https://doi.org/10.3390/buildings15030431

Blog digital: Oliebana. Artículo: ISO 19650 (2019). Consulta: 22/05/2019. https://oliebana.com/2019/02/09/iso-19650/

BS EN ISO 19650-1. (2018). *BSI Standards Publication Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works , including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling*.

BS EN ISO 19650-2. (2018). *BSI Standards Publication Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works , including building information modelling (BIM) - Information management using building information modelling*.

Chachere, J. M., Kunz, J., & Levitt, R. E. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. *CIFE Working Paper#WP116*, (April).

Cosapi. (s.f.). *Nuestra historia*. Cosapi. Recuperado el 15 de marzo de 2021, de https://www.cosapi.com.pe/Site/Index.aspx?aID=2540

Dadmehr, Nady & Coates, S.. (2020). AN APPROACH TO "NATIONAL ANNEX TO ISO 19650-2".

Decreto Supremo N.º 203-2024-EF. (26 de octubre de 2024). Normas Legales, Nº 29158. Diario Oficial El Peruano, 26 de octubre de 2024.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Wiley.

Egan, J. (1998). Rethinking the Report of the Construction Task Force. *HMSO London Department of Trade and Industry*, 38. Retrieved from http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:RETHINKING+CONSTRUCTION#0

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2024). *Norma Técnica Peruana NTP-ISO 19650-5:2024: Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluyendo el modelado de la información de la construcción (BIM). Gestión de la información mediante el modelado de la información de la construcción. Parte 5: Enfoque orientado a la seguridad para la gestión de la información*. INACAL.

McKinsey. (2020). The next normal in Construction.

Medina Flores, J. C. (2019). El Acuerdo de Gobierno a Gobierno y los Contratos NEC: ¿Soluciones a las deficiencias de la normativa de contrataciones del Estado que puedan ser replicadas por todas las entidades?. IUS ET VERITAS, (58), 110-127.

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). Guía Nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM. Plan BIM Perú, Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, Viceministerio de Economía.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2017). *Contrato Nº 026-2017-MTC/PEJP2019.01.03: Mejoramiento de los servicios deportivos de la Villa Deportiva Nacional – VIDENA*. Lima, Perú.

Murguía, D., Vasquez, C., Culqui, D., Ley, J., Supanta, O., Yañez, S. (2023). Tercer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima, Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

NEC Contracts. (s.f.). *Contratos NEC*. Recuperado el 3 de enero de 2025, de https://www.neccontract.com/es-pe

Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*.

Shenoy, Ramachandra & Zabelle, Todd. (2016). New Era of Project Delivery – Project as Production System. Journal of Project Production Management. Volume 1. 13-24.

Somia, R. (2024). *A comprehensive analysis of the ISO 19650 attending their evolution and impact on construction information management* [Master's thesis, Instituto Politécnico de Bragança].

Stake, R. E. (1995). The art of case study research. SAGE Publications.

Succar, B., Sher, W., Aranda-mena, G., & Williams, T. (2011). A Proposed Framework To Investigate Building Information Modelling Through Knowledge. *Automation in Construction*, *57*(August), 308–325.

Ugarte Carmelino, A., & Loaiza Porcel, A. (2023). El riesgo de financiamiento en la ejecución de infraestructura pública a través de contratos NEC 3 opción F. IUS ET VERITAS, (66), 149-165.

Video de Youtube. Canal: NBS. ISO 19650 - A Global Opportunity. Consulta: 19/05/2019. https://www.youtube.com/watch?v=viaSm9f2k9Q

Volumen 0 – Invitación a Licitar (ITT) para la contratación de un Contratista Gestor (Management Contractor) – Villa Deportiva Nacional – VIDENA*. Lima, Perú

Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). Sage.

Anexo A: Entrevista general

Actividad 1: Evaluación de los requerimientos

Nos dirigimos al cliente o a la gerencia de proyectos (PMO):

¿Si tuviera que escoger las actividades en donde usted como cliente (o como gerencia de proyectos) considera que sería indispensable su participación, cuáles serían?

¿Por qué decidió utilizar BIM? ¿Qué valor le genera a su negocio? ¿Si pudiera priorizar su beneficio entre calidad, tiempo, costo, supervisión y comunicación, cuál sería?

(1.1) ¿Quién fue el encargado de la gestión de la información? ¿Si tendría que asignar a un encargado de la gestión de la información, quién sería y qué aptitudes tendría?

¿Cómo se llevó a cabo la asignación de funciones del proyecto dentro de su organización?

¿Se usaron algunas herramientas para esto? ¿Qué limitaciones encontraron?

(1.2 y 2.1) Se habla mucho de alinear objetivos para el éxito del proyecto. Podríamos verlo de la siguiente manera: Que las metas de la organización estén alineadas con las metas del proyecto ¿Cómo lograría que se reproduzca esto en el proyecto?

¿Tiene algún OIR de su organización que tenga influencia en el modelo de información del proyecto? ¿Qué consideraciones tuvieron para hacer los EIR?

¿Los requerimientos de información de su proyecto son los mismos para cada especialidad? ¿Qué le exige a cada especialidad?

(1.3) ¿Cómo se establecieron los hitos de entrega de información del proyecto? ¿Qué problemas encontraron?

(1.4) ¿Cómo establecieron los estándares de información del proyecto? ¿Qué consideraciones se tuvieron para esto?

(1.5) ¿Cómo y en donde definió el cómo se genera, revisa y aprueba los modelos (los aprueba y revisa el cliente y contratista general, o solo uno)? ¿Y, tuvieron en cuenta el tema de seguridad de la información que se comparte? ¿Quién se encargó del desarrollo de estos métodos?

¿Recuerda alguna duplicidad de esfuerzos, donde los involucrados desarrollaron un trabajo que otro ya había hecho? ¿Cómo se pudo evitar?

(1.7) ¿Qué herramienta tecnológica utilizó para archivar y gestionar la información (modelos BIM)?

¿Qué problemas tuvo con la gestión de la información durante su proyecto? (1.8) ¿Se estableció un protocolo de información en el proyecto?

Actividad 2: Invitación a licitar

Nos dirigimos al cliente o a la gerencia de proyectos (PMO):

En la industria de la construcción peruana, muchas veces los procesos para licitar han considerado únicamente la experiencia o reputación que tiene el potencial contratista, dejando de lado conceptos como capacidad y habilidad, a la hora de contratarlos. Dentro del proceso de invitación a licitar, la ISO define ciertos criterios para la elección del contratista más idóneo de la tarea que se pretende lograr.

¿Cómo se dio el proceso general para la invitación a licitar a la potencial contratista general?

(1.6 y 2.2) ¿Qué información del proyecto (recursos compartidos del proyecto) se compartió pensando en la licitación y el contrato con el potencial contratista general? ¿Qué consideraciones tuvo para este proceso (seguridad de información)?

(2.3 y 2.4) Luego de una breve exposición de la actividad según la ISO, se le pide al entrevistado un esquema general de la invitación a licitar empleado en el proyecto. ¿Cómo fija los requerimientos y criterios de evaluación que se deben reunir en la presentación de la propuesta del potencial contratista general?

¿Qué es lo que usted más valora a la hora de elegir un contratista general (que demuestre capacidad, experiencia, habilidad, haber trabajado antes, contacto, precio, reputación)?

¿Qué diferencias y limitaciones ve entre el proceso de su proyecto con el de la ISO?

Actividad 3: Presentación de ofertas

Nos dirigimos al contratista general; al jefe o gerente BIM:

¿Cómo estableció el cliente los requerimientos de información? ¿Cómo le llegaron los requerimientos EIR del cliente, mediante qué documento? ¿Qué incluye su presentación de oferta de licitación?

(3.1) ¿En su proyecto, en qué momento se designa a los responsables de la gestión de la información? ¿Qué consideraciones tiene para la designación de responsables?

(3.2) El documento principal de BIM entendemos que es el PEB. Queríamos saber, qué considera en su PEB pre-contrato. En su proyecto, ¿se hizo una distinción entre el PEB pre-contrato y el PEB del proyecto?

Luego de mostrar un gráfico con el listado completo del PEB pre contrato según la ISO. Se hace la pregunta al entrevistado: ¿Qué elementos tiene su PEB?

(b) ¿Hay algún documento donde se especifique la estrategia de entrega de información?

(c) Con respecto a las estrategias de federación del modelo, cuando trabajó con el cliente o PMO, ¿quién estableció la estrategia de Federación de la información? ¿Cómo afectó la magnitud del proyecto a su estrategia de federación?

¿Qué puede rescatar del listado presentado? ¿Qué ventajas ve en la elaboración del PEB estilo ISO con el que se realizó en el proyecto?

¿Cómo establece el PEB si el cliente no ha establecido los requerimientos del modelo formalmente (EIR)?

(3.3 y 3.4) En la ISO se presentan dos conceptos interesantes, que nos puedes evitar más de un dolor de cabeza durante el proyecto: Capacidad y habilidad ¿Cuáles fueron los criterios que utilizaron en su proyecto para medir las capacidades y habilidades de los equipos de trabajo que contrataron?

¿Qué tan factible ve que otras especialidades (equipos de trabajo) realicen la tarea de autoevaluación? ¿Qué ventajas le ve?

(3.5) ¿En la etapa de presentación de ofertas, se incluyó en esta con un plan de movilización? ¿Qué se incluyó? ¿Cómo le asegura al cliente que tiene la capacidad para asignar los recursos necesarios para las tareas fijadas?

(3.6 y 3.7) La ISO señala que el contratista general debe presentar un registro de riesgos asociados a la entrega de información y cómo el equipo de entrega piensa gestionarlo. ¿En su proyecto, se presentó un registro de riesgos? ¿Qué riesgos asociados a la gestión de la información encontró en su proyecto? ¿Ve factible esto?

Actividad 4: Contrato

Nos dirigimos al contratista general, al cliente y a los equipos de trabajo de las distintas especialidades.

¿En qué momento se escogieron a las contratistas que conformaron el equipo de entrega de información?

¿Cómo fueron los contratos/acuerdos con las diversas contratistas o equipos de trabajo de información del proyecto?

Al Contratista General:

(4.1) ¿Cómo fue la gestión del PEB con las especialidades, se pudo revisar el PEB con éstas, o el que establecieron ustedes se mantuvo a lo largo del proyecto? ¿Qué ventajas encuentra en revisar con las contratistas el propio PEB? ¿Es factible?

(4.2) ¿Qué herramientas usaron para identificar a los responsables de gestión de la información de los distintos equipos de trabajo, llámese MEP, arquitectura, estructuras?

¿Fue importante (o hubiera sido importante) para su proyecto incluir una matriz RACI detallada?

Actividad 5: Movilización

Nos dirigimos al contratista general; a un coordinador BIM o al jefe BIM:

Luego de revisar el ANEXO 2 con el entrevistado, se hace la pregunta: ¿Identifica alguna de estas actividades en su proyecto?

Caso SI: ¿Se estableció dentro del PEB un documento tipo el Plan de movilización? Caso NO: ¿Ve el valor de esta propuesta? ¿Cómo le pudo ayudar en el proyecto?

En un proyecto de producción de información, para qué aspectos son más importantes al realizar una movilización.

Actividad 6: Producción colaborativa de información

Nos dirigimos al equipo de trabajo de cada especialidad y al contratista general:

¿Qué es lo más importante que extrae del PEB para la producción de información?

A cada equipo de trabajo:

(6.1) ¿Qué recursos compartidos le facilitó el contratista general para el desarrollo de los modelos BIM? Los recursos compartidos pueden ser: plantillas de MIDP, plantillas de PEB, librería de objetos, estilo de librerías.

¿Cómo evita la duplicidad de esfuerzos en la obtención de información con sus contratistas?

(6.2) ¿Cuáles fueron los documentos necesarios para poder generar el modelo? ¿Tuvo participación en la elaboración de estos documentos o se le fueron comunicados? ¿De qué manera?

¿Cómo fue la coordinación y el referenciado de la información de su proyecto? Si no trabajó con un CDE, ¿Por dónde se coordinaba la información? ¿Cómo coordinó el modelo espacial 3D con los otros equipos de trabajo?

¿Tuvo en cuenta las dependencias y predecesoras de los entregables?

¿Cuáles fueron los principales problemas dentro de la dinámica de producir información BIM en su proyecto? ¿Cuál fue el mayor obstáculo o limitación?

(6.3) ¿Cómo fue el control de calidad del modelo producido?

(6.4) ¿Cómo fue la aprobación del modelo? ¿Quién la llevaba a cabo? ¿En qué documento se establece cómo se debe aprobar y revisar el modelo?

¿Qué opina del CDE como herramienta TI para la coordinación, gestión, y revisión del modelo?

Al contratista general:

(6.5) Cómo se llevó a cabo la revisión de los modelos de información presentados por los equipos de trabajo?

¿Mediante qué medio tecnológico se revisó la información presentada? ¿Qué opina de la propuesta del CDE con contenedores de información con los estatus de, trabajo en progreso, compartido, publicado y archivado?

¿En qué documento se establece cómo se debe revisar el modelo

Actividad 7: Entrega del modelo

Nos dirigimos al contratista general, al cliente y a los equipos de entrega por especialidades:

Se presenta al entrevistado el diagrama de Flujo de la figura 19 para la revisión del modelo de información. El entrevistado señala dentro del diagrama de flujo qué limitaciones o problemas tuvieron en su proyecto. ¿Quién autoriza el PIM (modelo de información del proyecto), solo el contratista general o lo hace junto al cliente?

¿Se especifican la cantidad de revisiones posibles de los modelos por especialidades?

En caso NO: ¿En qué documento establecería - en un inicio - las múltiples revisiones del modelo debido a la compatibilización y detección de interferencias entre especialidades?

Actividad 8: Cierre del proyecto

Nos dirigimos al cliente o a la gerencia de proyectos (PMO):

Se presenta al entrevistado la figura 21.

Una vez terminado el proyecto, ¿qué hace con el PIM? ¿Cómo lo archiva? ¿En algún documento se establece cómo debe ser archivado?

Dentro de la gestión de proyectos, se considera una buena práctica capturar las lecciones aprendidas que se generaron a lo largo del proyecto. ¿En su proyecto, se recopilaron lecciones aprendidas? ¿Le parece útil lo descrito por la ISO en esta actividad, de capturar lecciones aprendidas en conjunto con el contratista general para archivarlas en el CDE, y que sirva para futuros proyectos?

¿En su proyecto se realizaron modelos As-Build?

En caso SI: ¿Qué uso le pretende dar a estos modelos (AIM)?

En caso NO: ¿Por qué no generaron estos modelos (AIM)? ¿En qué casos le serviría?

En base a esta reflexión sobre gestión de la información, ¿Qué rescata de los procesos de la ISO 19650?

Anexo B: Entrevistas

Entrevista E1

Cargo: Coordinador BIM

Cuéntanos algunas generalidades del proyecto y las responsabilidades que tenías.

Uno de los grandes problemas que teníamos era que la parametrización de los modelos no era tan exacta de acuerdo a los procesos constructivos. Por ejemplo, vaciar una columna hasta el fondo de viga y las placas hasta el fondo de losa. Lo que pasaba es que en la generación del modelo habían participado profesionales que no tenían muy claro los procesos constructivos, y si queríamos información más detallada nos generaba muchos retrasos. Ciertamente lo que pasa en el mercado es que los modeladores agarran a los practicantes, que no tienen mucha experiencia en construcción. Y si no tienes un coordinando que sepa los procesos constructivos de una manera adecuada, hasta para arquitectura, van parametrizando el modelo de una forma ideal, lo cual no sería aplicable luego al proyecto, después de entregar la información.

¿La información se producía en 3D de frente, o cómo era el proceso?

Por ejemplo, en HVAC, cómo se generaba un modelo: Había un modelador en la subcontrata, el diseñador le decía lo que tenía que modelar y este lo hacía. Después de este diseño, se representaba en el modelo. Por un tema contractual, la subcontrata tenía que presentar planos, no modelos, para ser aprobados por el estado.

La idea es que constructivamente, la parametrización que se hacía del modelo, no estaba orientado a darle un seguimiento en construcción. No estaba segmentado el modelo para hacerle un control durante la construcción. Emitían planos de construcción, pero no estaba para

hacerle un seguimiento del avance de obra. Por un tema contractual, la subcontrata tenía que presentar planos, no modelos, para ser aprobados por el estado.

¿Cómo es la coordinación con los modeladores?

Cada coordinador tenía un recinto. Un coordinador tenía 3 modeladores y 1 ingeniero BIM. En las mañanas teníamos una reunión entre coordinador, modeladores e ingeniero BIM. Como coordinador tenía las siguientes tareas: sacar metrados, elaborar sketches, compatibilizar ciertas zonas, liberar estas zonas, y ver avances de producción. Con los modeladores lo que hacía era ir tratando cada tema según su prioridad, utilizando el método Lean Startup. Y los modeladores se enfocaban en mejorar el modelo, sacar metrados. Y el ingeniero BIM era el que estaba en campo, anotando el avance de obra y lo registraba en el modelo.

¿Tenían algún documento sobre cómo producir la información?

Sí, teníamos documentos y estándares. El contratista general se caracteriza por tener sus procesos bien estandarizados. Y en La Videna, para generar planos, teníamos un membrete, ciertos lineamientos de cómo deben ir las especialidades, los acotamientos. Teníamos eso.

¿Incluye ese tema que comentabas de los procesos constructivos en el modelo?

No, y esa es una brecha y una oportunidad de mejora que salió después. Nosotros lo solventamos durante, como era un Fast Track, se iba diseñando, se modelaba y se construía… A medida que se iba construyendo veíamos algunos errores y lo adaptábamos al proceso constructivo.

¿Cómo era la supervisión?

En este proyecto nosotros éramos la supervisión, como el juez y parte. Teníamos como un supervisor que era un especialista por cada especialidad. Un ingeniero de producción que

supervisaba también los planos, un jefe de OT que veía los metrados, todos de Contratista general. Y el cliente venía a ver los avances. Y las cuestiones de control de calidad ya lo veían los supervisores del Contratista general. Nosotros les entregábamos la información y ya ellos los sustentaban con los supervisores del cliente.

¿Cómo era la relación con el cliente?

Cuando yo entré me mandaron de frente con los gerentes. La relación con el cliente era muy buena. Por ejemplo, en otros proyectos los clientes no aceptan los cambios. En este proyecto el cliente aceptaba los cambios cuando estaban bien sustentados. Lo que siempre nos controlaban eran los tiempos. Uno de los objetivos de Contratista general, era acabar a tiempo, porque teníamos hitos con multas importantes, entonces lo que nos enfocábamos era en avanzar.

La ISO menciona un TIDP, por equipos de entrega, y luego un MIDP ¿Hubo algo así en el proyecto?

Sí hubo, pero más lo regía la infraestructura. Los hitos se regían en base a la infraestructura. Esos hitos nos lo ponían el cliente. Por ejemplo, para obras exteriores, había un hito que era tener todo acabado, entregando el módulo con todas las especialidades funcionando para hacer las pruebas

¿Cómo fue la gestión del PEB con las especialidades? ¿Se pudo revisar con estas o el que establecieron se mantuvo durante todo el proyecto?

El PEB es un documento vivo y va adaptándose a las necesidades del proyecto. Partes con el PEB con ciertos lineamientos que al inicio del proyecto pensabas que iban a cumplirse, pero que luego en el proceso de construcción te vas dando cuenta que se tienen que ir transformando, complementándose. Por ejemplo, en gestión de información con los subcontratas de diseño,

cómo generar el flujo de información. No todos los recintos tenían el mismo flujo de información, porque para algunas especialidades tenías una sola subcontrata y para otras tenías varias. Ahí se va ajustando el flujo de información. Y otra cosa más, nuestro jefe (del equipo BIM) era el jefe de OT, y el flujo de información lo tenía que autorizar él. Como había varios filtros de calidad. La idea de revisar el PEB con cada especialista es buena, porque nosotros somos especialistas construyendo y ellos lo son en sus especialidades, la idea de que ellos complementen el PEB para que le den mayor calidad… Como te decía de la parametrización, las subcontratas nos podrían decir qué parámetros necesitan que se representen en el modelo, entonces nosotros vamos a modelar lo que nosotros consideremos de nuestra experiencia. Ahí sucede lo que pasa en nuestra industria, que generamos un modelo, pero no sabemos qué usar del modelo. Es por eso que es muy importante la participación, y también el entorno colaborativo. Si tú abarcas más requerimientos en el PEB, vas a tener más usos en el modelo.

¿Estos estándares relacionados a BIM quién los genera y cómo se comparte?

Teníamos un BIM Manager. Ahora, los coordinadores ya conocíamos los estándares, y para un nuevo proyecto, se generan acuerdos con el BIM Manager y con el coordinador BIM general, los cuales con su experiencia nos ayudaban a elaborar el estándar de Contratista general. Entonces tenemos este apoyo en sede central de la empresa en estandarizar procesos constantemente.

¿Dirías que en este proyecto se hizo un mayor uso de la metodología BIM?

Completamente, y sin miedo a decirlo, en el proyecto en Perú con un mayor uso de BIM y ha sido un punto de inflexión. Las subcontratas que venían a Videna no sabían qué era BIM. Nosotros por contratos les decíamos que debían tener un modelador BIM, muy aparte de las capacitaciones que les dábamos. Ahí nos reuníamos con la subcontrata y el modelador BIM y, como él ya tenía experiencia, le comentabas qué era lo que se podía sacar del modelo. La curva

de aprendizaje era así. Nosotros estamos en un modelo colaborativo, las distintas áreas necesitan información. Y si la información está en el modelo de forma precisa, porque para construcción necesitas información precisa, entonces podemos jalar información para distintas áreas. Una de las lecciones aprendidas era que alguna información que no habíamos colocado en el modelo, por inexperiencia o x motivos, al final por necesidad terminábamos colocándola, pero eso nos quitaba horas hombre.

Por ejemplo, nosotros tenemos una aplicación para los proyectos de Plantas industriales, el [nombre anonimizado], donde se centraliza toda la información. Almacén registra en el [nombre anonimizado] toda la información de los materiales que entra, producción tiene los rendimientos, OT tiene los metrados. Es una especie de "Data Warehouse" donde la información se registra y puede ser usada con varias áreas. En el modelo BIM todavía estamos lejos de eso, pero la idea es que el modelo tenga toda la información necesaria que requieren las diversas áreas. Creo que el éxito en una implementación se ve cuando las personas del proyecto, que no tenían idea de la metodología o que estaban reacios a ella, utilicen esta información.

¿Qué herramientas utilizan para identificar a los responsables de la gestión de la información?

Que recuerdo no hubo una herramienta, en el documento PEB se definieron las funciones. En el PEB estaba en base al cargo, no con los nombres. El PEB decía coordinador BIM, ingeniero BIM y modeladores, con sus funciones.

¿Cómo establecieron los EIR a los subcontratistas que modelaban en 2D?

Eso lo realiza el coordinador BIM general, pero dentro de mi feedback está el de modelar orientado a la construcción, no solo modelar en base a que te aprueben el plano. La idea es ir estandarizando elemento por elemento, ya sea MEP y arquitectura (que es el más tedioso en

los proyectos), e ir particionando cada elemento. La idea de esta partición no es llegar a un LOD que luego no vas a usar, la idea es que cuando tu definas los requerimientos a tus subcontratistas, que podría modelar como a él le parezca, tú le des las herramientas para que modele como tú quieres. Por ejemplo, contratista general les daba un estándar del modelo, una plantilla donde está todo estandarizado. Entonces le das esa plantilla de revit y ya ellos se adaptan a esa manera de trabajar, lo cual es más fácil.

¿Algunos especialistas producen información directamente desde el modelo?

Sí, los de Gran Bretaña. Nosotros también lo hicimos para la infraestructura. Creo que [nombre anonimizado] que diseña HVAC también lo sacaba del modelo.

¿Qué es lo más difícil en la elaboración del EIR?

Lo más difícil es que se entienda la información. Muchas veces estableces tus requerimientos detalladamente y sucede que el proyectista de presenta otra cosa. Será por apuro o por falta de personal. Hablando de una medida de los requerimientos de modelación. Si bien en las reuniones ICE vas solventando las dudas, en los requerimientos a veces esto no queda claro. Para ser sincero, en el papel muchas veces puede estar claro, les mandas estándares y les indicas cómo quieres que quede, pero a veces no lo producen como les pediste. Es la calidad que tenemos en Perú, como recién está entrando el BIM todavía no tienen claro los conceptos.

¿Cómo fue el TIDP y el MIDP con las diversas especialidades?

Para realizar un cronograma, empezamos con la infraestructura y luego las especialidades se van acomodando. Una de las especialidades que más prioridad causaban era, luego de arquitectura, HVAC, porque es las que más ocupa espacio. Así se iba segmentando. Infraestructura, arquitectura, HVAC, instalaciones sanitarias y eléctricas. No es que todos vayan en línea constante, sino que siempre había un desfase, lo que permitía en disminuir los

retrabajos. Porque, que pasa si diseñas una especialidad si no tienes todavía el nivel de altura del piso. De hecho, que puede cambiar, pero una cosa es que cambie por compatibilización y otra porque no lo tenías claro. Eso también está en un documento. Hay procedimientos para las sesiones ICE, para la participación de las especialidades, donde tienes la infraestructura y luego las otras se van acomodando. Pero dentro del proyecto todo estaba en el PEB. No es que te diga exactamente cómo hacerlo, sino que da las funciones dentro de la sesión ICE, lo que vas a obtener de los metrados, etc.

Hablando del control de cambios, hubo una herramienta con control de cambios para hacer el seguimiento a estas actualizaciones

No hubo, pero debería haber. Lo que pasaba es que como no teníamos esa herramienta que controle los cambios, teníamos el Revizto, que te da como una solución. La idea sería contar con esa información, porque si cambias algo en el proyecto influye en otras especialidades, entonces deberías que en una sesión ICE se acordó un cambio y en base a esto la gente hace cambios. Lo que comentaba que el PEB era un documento vivo es porque también tiene mejoras y actualizaciones, va cambiando. Tener una herramienta de gestión de cambios nos podría dar indicadores de cuánto un proyecto va cambiando. La idea es poder identificar si un cambio se debe al proceso natural e iterativo de un proyecto con una curva de aprendizaje o es debido a retrabajos o a algo que no consideraste, o que la información no te llego. La comunicación principalmente se dio a sesiones ICE, ya sean presenciales o virtuales. Ese fue el medio de comunicación de los cambios.

¿Se hizo análisis de constructabilidad?

Sí, se hizo con los supervisores de especialidades, lo cuales tenían muchísima experiencia que probablemente los coordinadores BIM y modeladores no tenían. Nos complementábamos con ellos. Por eso la idea de que los especialistas participen en el PEB ampliarían mucho más toda

la información que se obtenga. En Perú sí es cierto que, al subcontratista, si no lo pones en el contrato y les exiges, él solamente te entrega algo y ya después tú te haces responsable. Pero la idea en este proyecto era que sea colaborativo y el ganar-ganar con todos los involucrados.

Dependiendo de muchas cosas, como la edad, los profesionales son más reacios a aplicar estos entornos colaborativos.

Se muestra el proceso de movilización de la ISO 19650 ¿Cómo fue la movilización en el proyecto?

Sí, por ejemplo. En esta movilización de documentos y procedimientos, está todo lo que Contratista general les daba. Contratista general les daba el PEB, los estándares de modelamientos. Amarrado a eso están los recursos tecnológicos, que eran tener una buena pc, trabajar en un mismo software, que sería Revit 2018 en ese tiempo, todo eso se tiene que mencionar antes de empezar con la construcción virtual. Sobre desarrollar los recursos compartidos, nosotros debemos definir el flujo de información, que en obra se llama la gestión de comunicaciones. Cuando algo era muy importante la comunicación debía ser entre las cabezas, para definir esos temas de manera formal. Siempre va a haber un jefe de cada área y de cada especialidad, y ellos son los que definen la solución a esos problemas, y si no cuentas con una gestión de la comunicación en un proyecto en el que tiene a un proyectista que está en Gran Bretaña, hay que definir bien la gestión de la comunicación para no tener problemas después. En recursos humanos, dentro de la curva de aprendizaje del proyecto, que es de más de 22 hectáreas, la idea es saber que, si vas a producir información dentro del modelo, la idea es que cuentes con los recursos humanos suficientes para poder hacerlo. O sea, qué pasa si no tenemos bien claro los recursos humanos, producimos malos trabajos, trabajos rehechos y con poca calidad. Y lo mismo si no nos concentramos en la capacitación de esos recursos humanos, sobre todo en el tema de constructabilidad, lo que te da modelos que no reflejan la realidad de la construcción.

Sobre la disponibilidad de los recursos compartidos ¿Qué información se decide compartir?

Yo creo que, si estamos hablando de un entorno colaborativo, toda la información está al alcance de todos. El flujo de información es libre de acuerdo a la necesidad que tengas. En todos los proyectos siempre me han dicho que los costos es lo más sensible y lo que menos personas deben de saber, por diversos motivos. Pero la información debe estar a la mano para diversos usos. Creo que sí es importante que esto se de en la presentación de ofertas. Porque cuando alguno de estos 3 temas de movilización falla, entonces hay un impacto en el proyecto, y si el impacto se da en la etapa de construcción es muy costoso. En la Videna no se puso en el contrato.

¿Cómo se manejó el tema de la interoperabilidad?

Teníamos el apoyo de un Especialista BIM. Las consultas tecnológicas que el coordinador BIM no conocía las aclaraba este especialista, que nos apoyaba en los temas de ifc e interoperabilidad. Pero era para algunos casos en particular.

¿Qué es lo más importante para producir información?

El Estándar de información. Contratista general tiene un estándar de modelamiento que se va actualizando y retroalimentando con los proyectos.

El BEP (Plan de Ejecución BIM) se complementa con los estándares. El BEP se va formando de toda la experiencia de los proyectos pasados. Dentro de este se dice que tienes que cumplir esta documentación o estos estándares regidos por Contratista general, y desarrollar todo tu proceso de información de acuerdo a sus estándares. Si cumples esos estándares, ya puedes pensar en tus plazos de entrega. Usualmente, en el Perú, se desarrolla un modelo sin suficiente información, se corre para entregar a tiempo, y se entregan modelos con poca información que

no sirven, necesitando otros modelos para complementarlos, sin llegar al LOD suficiente para construcción.

Un diseñador tiene que haber construido antes de poder diseñar, tiene que estar en la cancha. Es lo mismo en la construcción virtual. Inicialmente, algo puede parecer bien en el modelo, pero con la experiencia de campo, te das cuenta de que ciertos modelados están mal porque en la realidad no se construiría así. Si hablamos de construcción virtual, esta debe servir para la construcción en campo, y si no tiene la información correcta, no sirve.

¿Se incluyó seguridad de la información o formas de revisar la información en el BEP de Videna?

Hay un documento de métodos y procedimientos de producción de la información. Según la ISO, esto está en el BEP e incluye seguridad de la información, y las maneras en cómo se revisa y aprueban los modelos. En el BEP de Videna, esto se incluyó. De repente, una buena retroalimentación sería comenzar con el BIM Manager para profundizar en esto.

Es importante tener una corroboración de datos y revisión de la información antes de aceptarla. Si la información que tengamos no es la correcta, el modelo ya no es confiable.

Algunos ingenieros, antes de la implementación, ven el BIM como un "juego", pero es una construcción virtual. La promesa del BIM como información perfecta es muy utópica, pero se tiene que tratar de llegar a eso.

¿Se compartieron plantillas del cronograma, librerías de objetos, etc.?

Sí se dio, se buscó y se dio. Algunas familias no se tenían y se han creado, por ejemplo, por modos y rendimientos. Nuevos equipos se han ido desarrollando durante el proceso y compartiendo a los diferentes coordinadores. Esto es para evitar la duplicidad de esfuerzos.

Teníamos en la red una carpeta donde se englobaba y ordenaba todo, las familias nuevas; todos teníamos acceso y revisábamos.

Aparte de los documentos de métodos y procedimientos, manejábamos otro tipo de documento que definía los LODs. Por ejemplo, para tal elemento tenemos LOD 200, 300, 450 en acero, etc. El detalle de acero (estructuras metálicas) se hizo en Tekla. En Videna no se llegó al detalle de acero que se pensaba.

¿Participaste en la elaboración o actualización de estos documentos dinámicos?

Sí. Dentro del proceso del proyecto, te vas dando cuenta de cosas que faltan, comentas y se hace una reunión para retroalimentar. Ya sea con tu jefe o tú como coordinador, vas consultando con otros coordinadores. Si se ve algo nuevo, se añade, se manda para revisión de [nombre anonimizado] o [nombre anonimizado]. Si están de acuerdo, se aprueba y se comunica a todo el mundo. Se va actualizando. Se presentaba en reuniones.

¿Cómo se coordinaba la información con contratistas que trabajaban en 2D, qué plataforma se usaba?

La conexión burocrática era Aconex. En las reuniones se comunicaban los cambios, pero si no había tiempo, se colocaba en Aconex, llegaba un informe por correo, se realizaba el cambio y se cerraba en Aconex. Los supervisores manejaban más el Adwords (posiblemente se refiere a otra herramienta o hay un error en la transcripción original, podría ser Revizto o similar para las incidencias). Los contratistas también tenían acceso a Aconex. Tenían diferentes roles; por ejemplo, ellos no podían cerrar observaciones, eso lo hacíamos nosotros.

¿Se tenían en cuenta las dependencias y predecesoras de los entregables?

Sí, había un desfase, pero sí se tenían en cuenta las dependencias.

¿Cuáles fueron los principales problemas en la dinámica de producir información BIM en el proyecto?

No tener claros los procesos constructivos. No entender bien los estándares de Contratista general. Aunque se dieron capacitaciones a los especialistas BIM de cada especialidad, estas se dejaron de dar por el mismo ritmo del proyecto. En el proyecto donde estoy ahora, todos partieron de cero en la implementación BIM. Las capacitaciones deberían ser semanales, con seguimiento cercano.

Si vamos a aplicar bien BIM, es un entorno colaborativo y el ganar-ganar prevalece. La idea es que todos sepan. Por ejemplo, hoy en día trabajamos con [nombre anonimizado] y tenemos un control de avance que refleja el modelo (columnas vaciadas, en acero, encofradas, etc.).

¿Cómo fue el control de calidad del modelo producido?

El coordinador va revisando el modelo con respecto a conceptos de procesos constructivos. Pero teníamos un supervisor de diseño, un proyectista que revisaba la norma, el cumplimiento técnico de esa especialidad. Nosotros revisábamos el espacio geométrico y la correcta instalación, pero el supervisor "prietista" (especialista) revisaba el concepto técnico. Los planos salían del modelo, pero también venían con una memoria de cálculo.

¿Cómo fue la aprobación del modelo y en qué documento se establece?

Ahí creo que no estaba. Es una de las retroalimentaciones que debemos tener.

¿Cuántas revisiones son?

Netamente dices "sí lo voy a revisar", pero no se especifica cuántas veces o el tiempo. Es algo que quisiéramos implementar.

Sobre los estatus del modelo (trabajo en progreso, compartido, publicado, archivado), informalmente se aplicaba la revisión, pero no teníamos estándares formales que dijeran "tienes que revisar esto y cumplir ciertos estándares de calidad/información como un indicador". Para otros proyectos estamos tratando de aplicar indicadores, pero es temprano.

¿Cómo se llevó a cabo la revisión de los modelos de información presentados por los equipos de trabajo?

Cada coordinador tiene asignado varios modeladores. Los modelos se dividieron por recintos. La coordinadora era responsable de un recinto. Lo que me entregaban los modeladores correspondía a ese recinto. La idea era ir revisando en Revizto errores de modelamiento e información. Revizto, como herramienta de gestión de información, permite anotar por ID de elemento. Se hizo con el modelo también la gestión del planeamiento. Hay otras herramientas como Synchro.

¿Se vinculó el modelo a costos o a un resultado operativo (Excel)?

El modelo era solo 3D, no 5D (con costos). Costos no tanto, pero tiempo sí. El metrado estaría en el modelo. En Videna se pagaban los contratos con el metrado. Podíamos hablar de recursos, pero no estaba inmerso en el modelo que te dijera "sacabas un metrado y salía tanto". No hemos llegado a vincular el modelo a un resultado operativo en Excel, pero ese es nuestro fin.

En base a la reflexión sobre la gestión de la información de la ISO 19650, ¿cuáles serían los más útiles para rescatar para futuros proyectos?

La gestión de cambios y la revisión de seguridad de la información. El resto de documentos y procesos se están aplicando de cierta manera, no al 100%, pero se está tratando de llegar a un fin. La gestión de cambios me parece muy atractiva y, de acuerdo a la experiencia, hubiera

mejorado los procesos. Y netamente la revisión y seguridad de la información. Es importante estandarizar esa revisión.

¿Los ingenieros en campo usan el modelo o los planos? ¿En qué capacidad?

En Videna se usaba todo. En COAR, que pasaron de no usar nada, ahora usan Revizto, los planos que generamos, ortofotos con drones (fotogrametría), que es parte de la metodología. La metodología BIM abarca todas las tecnologías o formas de innovación que ayuden al proceso constructivo. Al brindar información como las ortofotos, se vuelven dependientes. En vivienda, todo se hacía desde el modelo; era una exigencia.

Contando con tu importante experiencia en campo, ¿cuál crees que es el principal problema de la construcción (relacionado con gestión de información)?

Los procesos. Y no solamente con la metodología BIM, sino también tanto de diseño. Tenemos diseñadores que no saben construir. El concepto de los procesos constructivos, tienes que empezar a diseñar para poder construir. Tienes que estar en campo, ver cómo se hacen las cosas para poder gestionar o generar información útil. Saber qué información te va a servir, qué le sirve al residente, al de oficina técnica. Hay una brecha entre el diseño y la construcción.

¿Podrías resaltar la importancia de un rol como un integrador del sistema, un coordinador BIM que traduce lo de los diseñadores y conoce el proceso?

Exacto. El coordinador BIM, de acuerdo a su experiencia, te va a dar soluciones o información que necesitas para desarrollar, ya sea en campo o en diseño. Necesita la información de lo que pasa en campo para generar una solución, de acuerdo a los procesos constructivos, donde puedes encontrar una información más sincera.

Cuando valorizas, ¿utilizas la información del modelo?

Sí, dentro del proyecto utilizas la información. Si hay un modelo que no sabe cómo es el proceso constructivo, te va a admitir metrados, pero no son exactos. Por ejemplo, si valorizas una columna y no tienes claro los nudos, podrías estar valorizando menos. Dentro del proceso constructivo, las vigas se utilizan como nudos. Por esas pequeñas cosas de la experiencia, hay espacio para mejorar.

Entrevista E2

Cargo: Coordinador BIM

Cuéntanos en general tu rol como coordinador BIM en el proyecto la VIDENA. ¿Cuáles fueron tus principales responsabilidades?

Yo empecé en la etapa de ingeniería. Para ese entonces, había una organización, coordinadores, líderes y modeladores. A cada coordinador y a cada líder se le asignaban recintos. En mi caso, me asignaron el polideportivo 3 y obras exteriores. A mi cargo un grupo de modeladores. En la etapa de ingeniería, lo que hacíamos es hacer el acompañamiento al diseño y darles soporte a los especialistas, para agilizar los recorridos. Arquitectura de Proyectista de Diseño (UK). Todo el tema de instalaciones con la CONTRATISTA GENERAL y sus contratistas.

En lo que es estructuras, también se subcontrató. Proyectista estructural A y PROYECTISTA ESTRUCTURAL B. Proyectista estructural A sí modelaba y plasmaba su diseño en el revit y de ahí sacaban los planos. PROYECTISTA ESTRUCTURAL B modelaba en CAD y después lo levantaban en el revit.

¿Modelo en Tekla? ¿Cuál era?

Todos los elementos de acero. Los pórticos, netamente acero.

Ubicación en distintos lugares. Diferentes subcontratas de diseño en diferentes partes de Lima. Para trabajar todos colaborativamente teníamos que usar el *Collaboration for Revit* y el BIM 360 Team.

¿Relación BIM 360 y Aconex?

BIM 360 Team, versión 2018 era básicamente para gestionar los modelos.

¿Como un revizto?

No. Como un drive, repositorio donde uno sacaba los modelos. Lo que te permitía trabajar colaborativamente es el *Collaboration for Revit*. Pero el BIM 360 team era el repositorio. Proyectista de Diseño trabajaba y cargaba su modelo, y sincronizábamos en tiempo real con el *Collaboration for Revit*. Se hacían publicaciones (oficiales) cada cierto tiempo. Esas publicaciones eran como los entregables de cada hito.

¿Tiene un estado que dice publicado? ¿un CDE, con capacidad de cambiar de status?

Algo así. Por ejemplo, cuando tu presentas un plano tiene varias revisiones y con fecha. Cuando tú lo publicas en el BIM 360 team también te sale la fecha. Diariamente se está trabajando en tiempo real, y diariamente va sincronizando; pero ese trabajo no se publica, porque tal vez no es algo tan formal (aún).

¿Sería como un estado de trabajo en progreso?

Tal vez. Eso te permite hacer BIM 360 Team. A partir de la versión 2018 ya no hay BIM 360 team ni *collaboration for revit*. Ahora hay BIM 360 Design, ahí vienen incorporadas esas herramientas.

¿Cómo fue la gestión del BEP con las especialidades? ¿Cómo se gestionó el BEP?

Como tenemos la facilidad de trabajar con el *Collaboration for Revit*, entonces, el modelador que está en otro lado, modelo y sincroniza. Cuando el modelador sincroniza teníamos la posibilidad de ver que avanzaban. Ahora, el modelador y el especialista. Al principio el especialista le pasaba lo planos en CAD. Después se quitó ese proceso, y el especialista iba y le pasaba esquemas y era como un proyectista BIM, ya no era un modelador BIM nada más.

Nosotros para ver su avance igual entrábamos (al *Collaboration for Revit*) y como era sincronizado. Así ha sido la interacción, a nivel de Software.

¿Un plan de ejecución BIM que incluya a todas las especialidades? ¿Qué documentos le compartes a los diseñadores BIM?

En BIM. Lo que hacemos para que de repente ellos puedan entender mejor. Uno, es que el modelador le muestra el Revit o el Revizto y le saca cortes en zonas, vistas en plantas, o, por ejemplo, como jalaba la vista de arquitectura, le mostraba el último cambio de arquitectura. Entonces, ahí el especialista le podía pasar un pdf o un plano para que el diseñador haga su trazo.

Para obras exteriores, el diseño fue en casa. Pero, el polideportivo fue con subcontratistas.

¿Qué herramientas usaron para identificar a los responsables de gestión de la información de los distintos equipos de trabajo, llámese MEP, arquitectura, estructuras? ¿Fue importante (o hubiera sido importante) para su proyecto incluir una matriz RACI detallada?

Bueno dentro del BEP agregaron un organigrama donde estaba - a nivel de BIM - quien era el BIM manager, los coordinadores BIM, los líderes BIM, quienes son los modeladores, de qué subcontratas y qué actividades hacen. Pero a nivel de coordinación de interferencias, inicialmente no había como una matriz de involucrados. Por ejemplo, si abría el Revizto, no sabía a quién asignar el Incidencia. Entonces ahí hicimos una matriz de involucrados en donde tú dices, quienes son los responsables de asumir tal incidencia. Primero hay que ver la matriz organizacional. Quien es el responsable de estructuras. Acá en ingeniería estaba organizado por el líder y su equipo de trabajo, en este caso el líder de la especialidad es el responsable de esa resolución, pero no quiere decir que lo haga directamente. Pero es el responsable.

Hay otro apartado en revizto, que dice vigilantes, que son las personas que le hacen el seguimiento. Entonces, consideramos que (los vigilantes) sean las personas que están involucradas dentro de la resolución de ese problema. Puede ser una interferencia de una columna con una puerta que está ocasionando un clash. ¿Entonces hay quienes son los involucrados? Arquitectura y Estructuras. Ahí (en Revizto) tambíen tienes la posibilidad - como en el correo - de poner en copia a: y le asignas el correo de estructuras y arquitectura. Algún comentario también se notificaba en tiempo real.

¿La herramienta tecnológica resolvió esto más que un documento que te indique como hacerlo?

Inicialmente en el BEP no estaba (la matriz de involucrados), después a raíz de que todos nos cuestionábamos, se hizo esta matriz. Del BEP veían en macro y podían asignar (la solución de la incidencia) al coordinador BIM, pero no es. La idea es que le llegue el correo a la persona que va a resolver la incidencia.

La ISO nos recomienda la herramienta del PMI, la matriz RACI. Aparte de los responsables nos muestra quien aprueba, a quien se le informa, a quien se le consulta. ¿(Su matriz de involucrados) Tenía esa estructura? o era solo (identificación) de responsables?

Era como una tabla en donde tenías a los responsables, la especialidad y quienes podrían ser los vigilantes, y ahí estaban las cuentas.

Entonces, era bien relacionado a la tecnología...

Los vigilantes eran los usuarios que tenían asignado la licencia (del revizto). Sí, bien ligado al Revizto. Revizto se utilizó para la gestión de los modelos (Federación de los modelos). Aconex, en cambio, tenía los documentos contractuales. Por ejemplo, el modelo o los planos que salían.

Ese corte que yo le pasaba al especialista para que haga su modelo, no es un documento contractual. Podías colgarlo en el BIM 360 Team, o en el Revizto. Pero no en el Aconex, donde se subían documentos contractuales como para solucionar los RFIs.

Se trabajó con el *Collaboratión for Revit* y el BIM 360 Team. Después se trabajó con el Revizto y bueno el Aconex. Lo que te permite hacer el *Collaboration for Revit* es que tú tienes en distintos lugares, puedes abrir el revit, como una plataforma en la nube, que no está dentro de esta plataforma. Esta plataforma es la que tu entras a tu computadora y puedes tener tu carpeta de archivos por recinto. Puede ser polideportivo 3, centro acuático, obras exteriores. Pero, por ejemplo, acá está el Proyectista de Diseño, acá esta la contratista general, y acá está - digamos - la otra empresa que hace modelado estructural. Entonces, cada uno entra de su máquina. Ellos abren el archivo que está en este modelo y entonces se trabaja de manera sincronizada. Hasta ahí es la plataforma colaborativa de trabajo.

El BIM 360 Team es el repositorio. Puede servir como lo que hace el Aconex, que también es como un repositorio. Pero, los ingenieros de la supervisión, los clientes, los coordinadores, no usan estas plataformas, entonces de repente se podría sustituir este (el Aconex) por el otro. Aunque lo bueno del Aconex es que te da trazabilidad, es decir, en qué fecha se está subiendo el documento. En sí los dos tienen esa función. Pero como te digo, ellos están acostumbrados a manejar Aconex.

¿Quiénes son ellos?

El cliente, la supervisión, los mismos Proyectistas estructurales del contratista general, ósea como se trabaja tradicionalmente cuando un proyecto no cuenta con BIM. Si yo estoy trabajando esto, también puedo descargar el modelo, y cargarlo acá, y ya está publicado. Pero lo que te da el BIM 360 Team es que agarres y lo publiques acá. Y sale pues, y se podría volver un documento formal, que al igual que acá (Aconex) saldría con fecha y todo.

Por eso dices que se podría reemplazar el Aconex…

Claro, por ejemplo, como te decía, tiene una fecha, una persona que lo ha subido, que es un involucrado.

Pero muchos de los ingenieros de la contratista general no tienen el BIM 360, entonces cómo se hace ahí, ¿se lo mandas por correo? ¿Cómo es la gestión?

Para eso tienen al modelador, al coordinador que es su mano derecha (en tecnología) que le va mostrando en caso quiera ver algo.

Esto es para trabajar, y plasmar diseños. El revizto es para gestionar todas las incidencias. Por ejemplo, yo acá tengo mi archivo de arquitectura, tengo mi archivo de estructuras. Yo en revit los podría linkear y veo ahí todos los modelos, pero no es práctico. Para eso utilizamos el Revizto, entonces ya se pasa a un modelo integrado.

¿Comparándolo con un Naviswork, Revizto sería muchísimo mejor (por el tema de las comunicaciones)?

Nosotros también hemos usado Naviswork. En esto (antes de llevarlo al Revizto), acá estuvo el Naviswork. El Naviswork en la etapa de diseño lo utilizamos para asignar las propiedades de color, la visualización, o de repente para detectar *clashes*. De ahí lo pasamos al Revizto. La ventaja del Revizto a la hora de navegar es que no pesa, así tengas todo el modelo cargado. Esto porque hace la estructura hueca - igual que en el Naviswork.

Recapitulando, acá en el Naviswork asignábamos los colores y acá en el Revizto, ya estaba cargado, todos podían entrar, y hacíamos la gestión de incidencias; toda la colaboración para resolver esas incidencias.

¿En el Revizto no detectaban incompatibilidades?

Bueno sí, también. Una incidencia podía ser de incompatibilidades, faltas de información, en sí, cualquier observación del modelo. Ahora, los RFIs se gestionaban por el Aconex. En sí una incidencia es como un RFI solo que acá (en el BIM 360 Team).

Pero el cliente no estaba metido en esa parte (BIM 360 Team), ¿verdad?

No, ellos más lo veían por el Aconex (más oficial).

En las sesiones ICE íbamos resolviendo las incidencias. Yo acá generaba incidencias. Todos podían observar, el coordinador podía observarle al especialista y al revés. Todos interactuaban.

¿Las especialidades que antes no habían usado el Revizto, se les hizo una capacitación?

Sí, se le hizo una capacitación para que se les pueda incluir en el Revizto.

Habían tiempos de corte en los que el coordinador BIM cargaba todo esto que habían trabajado al Revizto. Entonces en ese tiempo de corte entraban el modelador, el coordinador, el especialista a hacer las incidencias dentro del Revizto. Después tenías tanta cantidad de incidencias que lo que hacía el coordinador del proyecto y el líder BIM era reunirse y filtrar las incidencias que se tocarían en las reuniones ICE, porque no todas las incidencias son igual de importantes.

¿Tal vez, muchos de las incidencias se dieron porque los modeladores BIM no tenían mucho conocimiento de procedimientos constructivos y se cargaban deficiencias en el modelo BIM?

Eso depende sabes, cada recinto se ha manejado de manera diferente. Por ejemplo, en mi equipo, lo que hacíamos era utilizar el Trello y si se tenía en obra una tubería que estaba pasando, por ejemplo, le asignaba una tarjeta en el Trello y le decía que se mueva un poquito

de manera que se pueda prever una incompatibilidad. Le indicaba el ID, cosa que durante el día pudiera hacer esa corrección, de manera, que el Revizto no se observaba ese choque o *clash*. Porque la verdad era innecesaria llevarlo a una incidencia.

Depende mucho de como tú los coordines a ellos (los modeladores) y como - también - los coordines a los especialistas. Y también, muy importante la función del líder y el coordinador BIM. Ambos tienen que tener experiencia tanto de la parte técnica como de la parte de BIM, sino cómo yo le audito al modelador qué criterios debe considerar. Y también el modelador BIM al lado del diseñador están ahí de la mano precisamente para que no haya estos errores de modelado por no saber procesos constructivos.

La idea es que todo esto se resuelva antes de que se "eleve" al Revizto. Siempre pasa que uno no sabe todo, pero la idea es ir guiando al modelar e ir auditando su trabajo, ir dándole conocimientos, de manera que si no sabe algo deberá consultarlo con el especialista.

Como les decía, cada equipo era un poco autónomo en cómo se manejaba con su equipo. Por eso les decía, que uno era un poco independiente en cómo coordinábamos. El gran problema era la comunicación, entonces busqué plataformas que ayuden a mejorar la comunicación y una de esas era Trello.

Hablando de comunicaciones, ¿cómo gestionaron las comunicaciones en su proyecto, esto que nos habla la guía del PMBOK?

Bueno, no teníamos lineamientos exactamente. Pero de todas maneras teníamos el concepto de cómo funcionaba todo esto. Y conociendo esa cultura, estaba la idea de mejorar la comunicación y los procesos asociados.

¿Quién resolvía la incidencia? ¿A qué nivel?

A nivel del Líder BIM, pero en sí, el coordinador era el que le hacía el seguimiento.

¿Cómo establecieron los requerimientos de información a las contratistas que modelan en 2D?

Se les pedía el 2D que tenían. El modelador que estaba en sus oficinas levantaba el 2D que tenían a un 3D en revit. El modelo levantado (en 3D) se pasaba al Revizto y empezaba la interacción (con las demás especialidades).

¿Le compartieron un estándar de información del proyecto a cada especialidad?

El BEP no estoy segura si se les compartió, pero sí se les dio una capacitación.

¿Qué limitaciones encuentra cuando trabaja con un contratista que no utiliza BIM?

Uno que, cuando no utilizan BIM, al principio se muestran un poco reacios. Ellos piensan que tienen que hacer un 2D para pasar a un 3D recién. Doble esfuerzo. Después, cuando ya este modelador BIM avanzaba a medida de lo que iba diciendo arquitectura. Hago el CAD en 2D, le paso al modelador y el modelador lo lleva al 3D. Pero este diseñador necesitaba el input del modelador porque ahí estaba lo último que había hecho arquitectura. Entonces, le pasaba como un plano para que él nuevamente haga su 2D dibujado.

Entre este diseñador y su cadista también había un proceso. Lo que se hizo fue que este trabajo que hacía el cadista se obvie hasta antes de la entrega final. Entonces yo obvio el proceso del cadista y agarro al modelador como si fuera un cadista BIM. Acá se llama proyectista BIM. Luego, ya no era necesario pasarle al diseñador el plano de la última arquitectura, sino simplemente mostrarle la planta, el especialista venía y decía ya haz el trazo de acá para acá o soluciona esto así… Pero al principio no se había establecido esa forma de trabajar, no había la confianza de hacer y tampoco sabían que pedirle al modelador. No sabían que se podían sacar cortes (del revit), etc. Esa fue una gran restricción. Después, poco a poco, se les fue enseñando las bondades de la visualización del modelo BIM.

¿Cómo establecieron los requerimientos de información (EIR) con las contratistas que sí modelaron en 3D BIM?

Desde un principio la contratista general establecía - a todos - el LOD que se iba a necesitar. Esto estaba dentro del BEP. Entonces (desde un principio), le dábamos a las contratistas (que modelaban en 3D) el LOD y ellas tenían que producir información a ese nivel.

¿Cómo fue la gestión del cronograma de entrega de información del proyecto con las diversas especialidades?

Bueno, creo que a nivel contractual se tenían hitos de entrega. Y las especialidades tenían que … La fecha de entrega final de ingeniería era tal fecha. Los contratistas necesitaban más personas en su equipo para llegar a ese hito. Ahora, no tanto, como que lo establecía el Proyectista de Diseño. Si bien es cierto, durante el desarrollo de los entregables, sí de repente dependíamos del Proyectista de Diseño que sincronice o avance con su modelado, pero no era, el que establecía el cronograma.

Eso en relación con el Proyectista de Diseño, pero pensando en las demás especialidades: ¿Ustedes (contratista general) establecían un cronograma de trabajo para cada contratista?

Bueno, durante la ingeniería se establecen pequeños hitos para llegar al hito final. Es algo contractual, no es que de repente me reuno con MEP o alguna especialidad y establecemos un hito…

Claro el plazo es contractual, pero a un nivel micro, ¿Cómo hacían la gestión del cronograma de trabajo? ¿Cómo controlaban los entregables de las distintas especialidades?

El Proyectista estructural del contratista general subcontrataba a estas empresas ([nombre anonimizado], [nombre anonimizado]) que van a diseñar y les indican ya tal fecha me entregan tal cosa, se tiene este alcance. Sus entregables nosotros (CONTRATISTA GENERAL) lo establecíamos.

¿En un documento en especial?

Imagino que estaba en un documento contractual.

¿Tuvieron un control de cambios (*change control*) en su proyecto, con respecto a variaciones/actualizaciones que pudo haber en entregables como el BEP, MIDP, protocolo del proyecto?

Bueno si es una herramienta para controlar los cambios en el desarrollo de la ingeniería, esa fue Revizto. Porque ahí (podíamos gestionar) por cada cambio que se hacía, cada incidencia, se muestra en un chat las acciones que han ido surgiendo (a nivel de gestión de proyectos).

Y si llevamos esta idea a un nivel documentario, en donde se pueda ver cuándo fue la última actualización, quien lo hizo, un breve sustento. Porque digamos se actualizaba el BEP: ¿Cómo se enteraban todos quien lo había actualizado y en qué circunstancias?

Claro, te refieres algo así como una plataforma en donde se integre… Qué podría ser el BIM 360 Team porque ahí podía alguien… actualizó algo y lo cargó... porque como te digo es un repositorio donde se pueden cargar modelos, planos, documentos. Pero - digamos - si tú quieres juntar la parte del desarrollo de modelos con la parte contractual, como que no hay (una plataforma). Ahorita BIM 360 ha sacado (una nueva actualización) para poder hacer eso que tú me dices (gestión de cambios) ... eso de juntar dos cosas (herramientas) que ahorita están separados: Aconex y Revizto.

La ISO considera ciertos documentos para producir información.

1. **Cronograma de cada equipo de trabajo.**

2. **BEP**

3. **Estándar de información**

¿Cuáles consideras que son los documentos que necesita un modelador BIM para producir información? ¿Qué documentos les compartes para llevar a cabo esta producción colaborativa de información?

El BEP. Bueno, el único (documento) que se les ha compartido es el BEP, porque ahí está la parte de gestión y la parte operativa. Y con esto, él (el modelador) ya sabe, a con esto, yo modelador asignado a tal disciplina, debo trabajar de esta manera con el diseñador y reportar estas cosas al líder. Eso debe estar establecido en el BEP (métodos y procedimientos para producir información).

Sobre esto que dices, hay otro documento (dentro del BEP) que es métodos y procedimientos para producir información. En este se especifica cómo se genera y produce la información BIM del proyecto. De repente algo que sería de mucha utilidad es hacer este documento, porque estaría estandarizado los procedimientos constructivos del proyecto y el modelador BIM ahí tendría una herramienta para poder - por él mismo en lo posible - producir información.

Ya, pero en ese documento tendrías que poner esos procedimientos constructivos…

Este documento que mencionamos, incluye también seguridad de la información y revisión de modelos conforme a criterios de aceptación. ¿Te resulta útil todo esto?

Bueno sí, porque tú necesitas auditar toda esa información, para que no se cometa eso que el modelador haga algo que no sea construible.

¿Qué recursos compartidos le facilitó el contratista general para el desarrollo de los modelos BIM? Los recursos compartidos pueden ser: plantillas de MIDP, plantillas de BEP, librería de objetos, estilo de librerías.

El BEP claro. Como documento de soporte. A parte le asignas la licencia, esas cosas.

Pensando justo en documentos de soporte para que los modeladores de las demás contratistas no empiecen desde cero…

Claro, se le compartieron también plantillas, pero era una plantilla estándar digamos. Recordemos que cada plantilla se ajusta al proyecto y necesariamente se tendrán que incorporar más cosas según el proyecto. Pero sí se les compartieron plantillas para que no empiecen de cero... Ha habido familias que se han tenido que construir ahí, porque (como te digo) dependía mucho del proyecto. Pero si, pues, no había un banco de familias...

¿Cómo evita la duplicidad de esfuerzos en la obtención de información con sus contratistas?

Teniendo justamente un banco de familias estandarizado con nombre y tipo de código. Hay familias que son propias del proyecto y hay familias estándar. Por ejemplo, tipo de puertas que las puedes utilizar en varios proyectos. Pero si tu proyecto esa puerta tiene un requerimiento especial, de un color especial, entonces agarras la familia y le cambias el color, pero ya tienes la familia base. O de repente editar dentro de ese banco de familia, pero ya no tienes que estar creándola o buscándola.

Con respecto, a los documentos que hemos hablado, ¿Tuvo participación en la elaboración o revisión de estos documentos según lo que pasaba en tu recinto?

Presenté (al BIM Manager) dos flujos - me acuerdo - en la etapa de ingeniería y en la etapa de construcción, que era el camino de la incidencia, ósea, cómo se hacía el tratamiento a la

incidencia, porque ahí tengo abierto, en curso, cerrado. Esto para que se integre en el BEP y también la matriz de involucrados del Revizto… decían sí utilicemos Revizto (para gestionar las incidencias), pero al comienzo no había establecido un flujo de trabajo con Revizto. Luego la lista de involucrados, qué consideraciones debemos tener para calificar a una incidencia (criterios de evaluación para una incidencia), por ejemplo, si esta incidencia/incidencia es grave, leve, moderado… debería estar en un documento que diga esto. Por ejemplo, si es una interferencia entre 5 especialidades entonces sería un impedimento o bloqueo, que es lo más fuerte. En el Revizto tienen varias categorías y estos se seleccionaban bajo el criterio del modelador, no estaba expreso en ningún documento. (No había criterios de evaluación de incidencias) Yo considero que debería estar estandarizado. Para ese entonces, vi la manera - aparte de la matriz de involucrados - de ver a quien se le asigna la responsabilidad de resolver la incidencia, quien visualiza o quien le hace el seguimiento.

En ingeniería se tenía: el camino de la incidencia, y en obra: la interacción del RFI y la incidencia. En obra, se podría decir que (la incidencia) hace la función de un RFI pero a nivel de BIM, pero en obra tú tenías esto de a quién le hago caso al incidencia o al RFI. Claro que en obra prima más la parte contractual (RFI) porque ahí tienes además adicionales que hacen que varíe el monto. El tratamiento es muy diferente, por eso es que Revizto se utilizó bastante en la parte de ingeniería (diseño), pero no en la parte de construcción, por ese tema de la parte contractual. Porque ahí ya entran otras cosas como deductivos adicionales. Es más difícil hacer un cambio en la etapa de construcción que en la parte de ingeniería.

Como lección aprendida, ¿Crees tú que hubiera sido muy importante incluir eso en el BEP? El tema de mecanismos de solución de incidencias o flujo de incidencias.

Claro, sí definitivamente. Sobre todo, en la parte de construcción, porque como les digo ahí, el supervisor te dice a ya que bien tu incidencia lo resolviste y todo, pero a mí tu incidencia no

me sirve como sustento para valorizar a este subcontratista el adicional que hubo, sino (me sirvo) el RFI.

Ósea (como lección aprendida) la relación entre la incidencia y el RFI…

Claro, por eso es que te decía en obra… A quien le doy prioridad a la incidencia o al RFI. En obra prima el RFI, porque - como te digo - la parte contractual en obra en mucho más delicado… En obra tiene que estar registrado, si alguien hace un cambio entonces qué involucra, qué impactos, si es un deductivo, un adicional, y eso pasa todavía a una evaluación, no solo de oficina técnica, sino de supervisión. Y supervisión no tiene esto de la incidencia como algo formal para que lo pueda validar.

¿La gestión de RFI cómo fue? Porque en este proyecto no había una supervisión especializada de fuera…

La CONTRATISTA GENERAL tiene un control documentario interno, pero externo, tal vez, podría ser la misma supervisión (Lima 2019) o la Contraloría.

En parte la solución, podría ser - tal vez - ver la manera de traducir estas incidencias en RFI, de ser necesario…

Sí, eso fue. Eso es lo que te digo que es el flujo 2 que hice en obra. Era de que las incidencias sean a causa del subcontratista de obra, entonces antes de que se construya, esta subcontratista presentaba una incidencia, nosotros a nivel de BIM evaluábamos su impacto, si requería un adicional, o un deductivo. Si era eso, evaluábamos, y de ser el caso, le decíamos (a la subcontratista) elévalo (la incidencia) a un RFI. Entonces el subcontratista agarraba el problema (la incidencia) y lo hacía un RFI, y lo mandaba a control documentario.

¿Cuáles fueron los principales problemas, en la etapa de ingeniería, dentro de la dinámica de producir modelos BIM en su proyecto?

El tema de las subcontratistas que producían en 2D fue un problema al comienzo, pero luego se superó. Un reto que se tuvo fue que, todos los modeladores estaban en distintas ubicaciones, entonces, coordinarlos para que generen información bien, fue un problema. Bueno esto, fue uno de los problemas, en realidad (no el mayor problema).

Los recintos se manejaban más o menos de manera independiente, pero cuando tú generaste ese flujo de revisión de la incidencia, ¿Se pudo adaptar a los demás recintos?

En la etapa de ingeniería, no hubo problemas de RFI - incidencia. Ahí no se tuvo esa interacción, porque se manejaba todavía por separado. Pero sí, me acuerdo que en obra, el coordinador general de BIM, nos reunió a todos para explicarnos eso, y también se lo explicamos a oficina técnica. Pero eso también salió a raíz de un problema que había, que era que la subcontratista, a veces, no sabía si hacer la incidencia o resolver el RFI, o, a veces, el especialista de oficina técnica no sabía si responder primero el RFI o ayudar a responder la incidencia. O el modelador cuando producía la información resolvía en el modelo y le pasaba al subcontratista el BIM para que él genere su sketch y construya. Pero ese cambio que había hecho en el modelo para solucionar ese problema, no estaba validado por el especialista de oficina técnica. Entonces, ese fue el problema que llevó a tratar de relacionar el RFI con las incidencias.

Y, con respecto, a la dinámica con los demás coordinadores de los otros recintos, ¿Se reunían a menudo o cada uno por separado?

Sí, había reuniones cada cierto tiempo, para de repente plantear mejoras y se apliquen a todos… Bueno sí, por ejemplo, si había algo, se comunicaba a Raúl o a los coordinadores y ellos veían la manera de reunirnos para establecer… Por ejemplo, esto de Trello surgió producto de estas reuniones para la mejora (mejora continua).

¿Cómo fue el control de calidad del modelo producido? ¿El control de calidad es interno, antes de presentarlo a la revisión?

Antes de cargar al Revizto y que todos lo vean. El control de calidad es que, el líder BIM era el que entraba al modelo BIM a diario. Estaba haciendo el seguimiento a cada cambio que hacía el modelador. Para eso el líder BIM tiene que tener conocimiento técnico o apoyarse de la parte del coordinador de proyectos y la parte de software. Se podía apoyar en un especialista también, antes de esa revisión, porque acá, la CONTRATISTA GENERAL tenía su coordinador BIM que era el que auditaba el trabajo de esta subcontrata BIM. También, el brazo de ingeniería del contratista general, eran los supervisores de subcontratas de diseño, entonces, estos supervisores de la CONTRATISTA GENERAL Ingeniería, también tienen conocimientos de esas especialidades. Ibas y le preguntabas cómo se podía solucionar tal cosa, tal obstáculo que encuentra el modelador a la hora que va avanzando y le daba un *feedback*, y con eso el modelador ya podía avanzar.

¿Eras líder en Ingeniería y coordinadora en construcción verdad?

Sí, algo así.

No estaban tan delimitados - digamos - estas funciones …

En Construcción, creo que seguía siendo líder, pero tenía un coordinador ahí. Es que, en sí, era más que nada por el tema que eran subcontratistas y la parte del CONTRATISTA GENERAL el nombre, pero la función era similar. Aunque el coordinador era el responsable.

¿Nunca hubo un choque de funciones por no estar definido?

No, sí hubo problemas. Claro, la idea es que al principio delimites las funciones para que no haya ese choque de que (por ejemplo), vaya el coordinador y le diga algo al modelador que el líder le había dicho (al modelador) que no haga.

¿Te acuerdas de un ejemplo en este choque de funciones? ¿Se dio con las especialidades (subcontratistas) o dentro de la CONTRATISTA GENERAL también se dio?

Uno que me pasó, fue que el coordinador de la CONTRATISTA GENERAL le dijo a producción que resolvieran un problema de tal manera, pero creo yo, que debió consultarlo con el líder quien estaba más familiarizado o más al tanto de cada cosa. Porque, a veces, como modelador tú ves cada detalle, y eso como que no lo tiene al tanto el coordinador… Por eso siempre es bueno la comunicación. Pasaba que dio (el coordinador) una respuesta sin coordinar con el líder y al final esa respuesta no era la óptima.

En base a esta reflexión sobre gestión de la información, ¿Que rescata de los procesos de la ISO 19650? ¿Cuáles les sería más útiles para sus futuros proyectos?

Lo de la estandarización de Revizto (incidencia - RFI), lo del Trello (mejora en la comunicación de los equipos de trabajo). Cómo son las auditorías/revisión, primero de lo que hace el modelador para que también aumente su productividad. Entonces, con el Trello tú le asignas tarjetas para ver que frente va a ir avanzando, y mientras él avanza, en curso, entonces, tú tienes un mejor control de lo que está haciendo el modelador, y que también ayudas para que entre ellos se comuniquen más. Porque, por ejemplo, si yo soy sanitaria, y le digo a HVAC que se mueva, entonces, le asignaba una tarjeta (en el Trello), entonces uno genera trazabilidad en sus actividades. Entonces, esto sería algo que se pueda aplicar en otros proyectos. Te ayuda a tener mayor control, y esa forma de trabajo, por más que tengas proyecto *fast track*, se pueda aplicar a otros proyectos. Similar, con respecto a las incidencias. Tienes que tener claro quiénes son tus involucrados, como una incidencia va a pasar de resuelto, en curso, y qué características tiene que tener el modelo para presentación.

Finalmente, ¿Cuál crees que es el principal problema de la Construcción en el Perú?

La comunicación.

Entrevista E3

Cargo: Líder estructural

Es una ISO que recoge las mejores prácticas de construcción británica. De hecho - anterior a esta ISO - había estándares británicos que son los estándares del BSI y estos se han elevado a estándares internacionales que es la ISO. Sin embargo, son recomendaciones. La idea es que cada país, con su respectivo sector construcción, adopte alguna de estas recomendaciones. Nuestra labor en la tesis es buscar los mejores procesos. Hay 40 procesos a lo largo de 8 actividades, desde la evaluación de los requerimientos,

pasando por el contrato, producción colaborativa de información, hasta el cierre del proyecto. Entonces, hay 40 procesos de gestión de la información, y nosotros queremos recoger los procesos potencialmente útiles a nuestra industria considerando nuestra realidad peruana, por eso - también - identificamos barreras, facilitadores. Esta ISO está bastante enfocada en el cliente, pero también está todo el tema de producción colaborativa de información, el tema de BIM, ambientes colaborativos de trabajo.

Sabemos que se utilizó la metodología *Building Information Modeling*, ¿qué puede decirnos acerca de esta metodología empleada en el proyecto La Videna?

Fue bastante útil, porque nos permitía conforme avanzábamos el diseño ir detectando interferencias. No tuvimos que esperar a tener el diseño terminado para hacer la corrida y detectar 4000 interferencias - digamos. Fue en tiempo real, todas las semanas teníamos las secciones ICE (VDC) y ahí íbamos repasando recinto por recinto que hallazgos teníamos. Y nos íbamos corrigiendo en el camino.

Tal vez, el valor de BIM era por el lado de las interferencias, evitar retrabajos… Por el lado de las interferencias, evitar retrabajos y por el lado constructivo también. Por qué construcción siempre estuvo presente y opinaba "mejor avancen este frente". Fue un *fast track*, entonces ellos iban construyendo a la par que nosotros íbamos diseñando. Entonces, ellos nos decían "mejor, por favor, avancen el frente sur, porque en (el frente) norte tenemos restricciones de acceso".

Las desventajas son que, como modelamiento, las dos únicas disciplinas que íbamos modelando y diseñando, fue arquitectura y estructuras. MEP no hacía ese trabajo. Ellos primero diseñaban, dibujaban en 2D, del 2D lo pasaban al modelador. Entonces, su información iba rezagada del avance - en modelamiento porque en diseño íbamos todos a la par - con respecto a arquitectura, estructuras. Otra desventaja que vimos, que es algo que debemos corregir, es

que, trabajamos con una firma inglesa (Proyectista de Diseño Arquitectónico), que todo lo trabajaba en 3D. Entonces, un poco que estos arquitectos habían perdido la visión de ver algo en 2D y conceptualizarlo en 3D. Es decir, si ellos no veían algo en 3D, ellos no avanzaban o lo reportaban como un atraso. Ellos de frente lo hacían todo en 3D. Pero hay detalles que antes de ponerlos en un 3D siempre se bosquejan en un 2D. Si nosotros no pasábamos ese 2D al 3D, ellos no podían avanzar. Detalles pequeños, tipo, en una estructura metálica tienes una columna, tienes una viga, acá hay una conexión. Esa conexión son planchas adicionales con pernos. Y eso primero lo vemos nosotros en un 2D, vamos calculando las distancias a los bordes de la plancha. Cosas muy pequeñas, pero igual ellos nos decían "no, si yo no veo esa conexión en 3D" - es difícil de modelar - "entonces, no lo entiendo". Entonces, esa era un poco la crítica, que bueno, cosas grandes entendemos que, si necesitas ver, para incluso detectar el acabado final que le vas a dar.

Entendemos que se formaron equipos de trabajo entorno a los recintos de la Videna, y que había un coordinador BIM y un líder de diseño, ¿Cómo se gestionó la información y modelos en estos equipos de trabajo conformados?

Bueno, todos modelábamos. Cada uno tenía su programa local. Y era, si mal no recuerdo, el equipo de [nombre anonimizado] el que compilaba todo. El que juntaba todos los modelos y elaboraba uno solo.

¿Cómo exactamente lo hacían?

Nos dieron una ubicación en una nube a la cual todos debíamos acceder. Estructuras tenía su modelo, MEP tenía su modelo, arquitectura tenía su ubicación y luego entiendo que [nombre anonimizado] era el que gestionaba y juntaba todo.

Luego, generaban en un programa que se llama Revizto el modelo de todas las especialidades, donde navegar era más sencillo que en el Revit. Entonces ahí podíamos - cada especialista -

ver cómo continuar su diseño, o cómo diseñar sin las necesidades de otras especialidades - digamos. HVAC veía que su ducto iba a recorrer por acá, pero acá había muros de contención, entonces venían a preguntar: "¿Por dónde puedo pasar?". Era una interacción muy útil.

El Proyectista de Diseño Arquitectónico - quien elaboró el Plan Maestro para el proyecto La Videna - estuvo en las oficinas de la CONTRATISTA GENERAL, conformando el equipo de diseño y construcción (DB). Cuéntenos un poco sobre el entorno de trabajo colaborativo y gestión del diseño principalmente entre la Contratista general y el Proyectista de Diseño Arquitectónico.

Ellos, efectivamente, estuvieron acá. 2 y luego 3 arquitectos del equipo del Proyectista de Diseño Arquitectónico. Pero ellos lo que nos hacían - porque el diseñador oficial se mantuvo en Inglaterra. Ellos eran facilitadores en la comunicación. No vinieron con capacidad de decisión. Ellos tenían que reportar a su líder y si el líder aprobaba, recién nosotros podíamos adaptar esa solución. Por eso era un poco difícil, sí nos ayudaron realmente, porque lo otro hubiera sido correos o videollamadas a las 6 de la noche o a las 6 de la mañana, por la diferencia de horarios. Pero, en un *Fast Track* si nos frenaba un poco que tuviera que pasar 1 día para tener una aprobación; o 3 días. Al estar el equipo de líderes de diseño lejos, no sentían la adrenalina que había acá.

¿Se comunicaban con ellos por esta nube? ¿BIM 360, Aconex?

Bueno, Aconex era una comunicación para todo lo que eran documentos. Pero en el Aconex no ves el modelo. Aconex era para interactuar todos los especialistas, tanto locales, como extranjeros, como el cliente. O sea, querías mandar una carta al cliente, (eso) era por Aconex. Tu subcontratista quería mandarte un entregable, eso era por medio del Aconex. El uso del Aconex no estaba tan difundido entre todas las partes y la curva de aprendizaje tomó un tiempo

para todos. Entonces, sobre todo por los externos, con los subcontratos de afuera, había un poco de freno por parte de ellos, y ellos seguían usando el correo electrónico.

¿Y con los de Inglaterra cómo era?

Ellos sí manejaban el Aconex. Nos comunicábamos a través del Aconex y correo. Usaban el Aconex para cosas como cartas, protestas - digamos. Entre todos, con el tamaño de proyecto y los tiempos, siempre todos exigíamos cosas del otro. Nos exigíamos a nosotros mismo, pero exigíamos cosas del otro. Teníamos un constructor que iba vaciando concreto y de pronto, si el arquitecto en abril pensó que la columna del corredor estaba bien acá, pues, diseñamos la zapata allí, el constructor vació la zapata allí y, como que, en junio dijo: "oye no, mejor se veía 1 metro más allá". Entonces, nuestro decisor era construcción, nosotros volteábamos hacia el constructor y le decíamos: "¿La vamos a mover? Tú tienes tiempo, llegas al hito, tienes los recursos, entonces el cliente lo va a aprobar… Para nosotros voltear donde el arquitecto. Entonces ese tipo de comunicaciones iba más por Aconex. Porque: "Oye, la columna se va a ver fea allí, yo la quiero más acá". "Pero ya la vaciaron" (risas).

¿Cómo cambió la gestión cuando pasaron de acá, de las oficinas de la CONTRATISTA GENERAL hasta la Videna, cuando se habilitó el terreno?

Sí, nos fuimos para allá. Igual se manejaba por Aconex, pero nosotros, al estar en una oficina técnica del proyecto, le dimos soluciones muy rápido.

Al estar todos físicamente muy juntos, de hecho, que ayudaba bastante…

No solo que estuviésemos juntos, sino que estábamos al lado del equipo de construcción. Y lo que si le pedíamos bastante es que, para que haya una trazabilidad y que no quede todo en el disco duro, es que las consultas que ellos hicieran, a todas las consultas le pusieron el nombre de RFI y todas las consultas entraban por Aconex. Entonces a ellos, también, les costó mucho

tener que redactar el correo, adjuntarlo, subirlo al Aconex y mandárnoslo. Si estuvimos, como en una marcha blanca de 1 mes y medio, simplemente atendiendo los RFIs que te llegaban impresos y a mano, y ya, control documentario lo escaneaba y lo guardaba. El flujo de consultas era bastante alto para los 5 recintos, y nosotros fuimos 2 o 3, o en algunas disciplinas 1 especialista por disciplina. Es decir, había un ingeniero mecánico, un ingeniero sanitario, un ingeniero eléctrico. Entonces, cuando venían todos los RFIs de golpe (teníamos que decidir) cuál recinto atender. Eso se les pidió que lo suban al Aconex y los íbamos atendiendo en orden de llegada. En algunos casos, al menos estructuras, pedíamos apoyo al ingeniero que teníamos en sede central. Casi todos siempre mantuvimos el respaldo de sede central, de los ingenieros que se quedaron acá.

¿Cómo fue la designación de los responsables de gestionar la información en su especialidad? Usted nos contaba de los RFIs que llegaban al Aconex. Tal vez, ¿Identificar a las personas encargadas de resolver estos RFIs le hubiera parecido importante? Cuéntenos, ¿Cómo manejaron ese tema?

Sí teníamos. Cada uno sabía de qué era responsable, porque, por ejemplo, la especialidad de sanitarias solo tenía un ingeniero en campo entonces a ese ingeniero le iba a llegar todas las consultas (sobre su especialidad). Este ingeniero ya veía si llamaba a su líder acá (en sede central), si lo resolvía (en campo) o a dónde iba el RFI.

En mi especialidad (estructuras) éramos más. Primero fuimos 2, después fuimos 4. Los RFIs me llegaban a mí. Yo tenía el usuario y la clave. Entonces, a mí en el correo, me llegaban las alertas de los RFIs que llegaban. Si, optamos por trabajar o compartir esa clave con los demás compañeros del equipo, a fin de que ellos mismo pudieran entrar al Aconex y descargar. Pero,

teníamos un gerente que nos sacaba el reporte de todos los RFIs. Entonces yo me encargaba de filtrar y distribuir el trabajo, para que no haya superposición. Pero, yo no tenía que descargar la información a Oswaldo para que él trabaje. Si no, le decía: "Fíjate en el RFI, resuelve el 283. Dennis, tú el 270 y yo voy a resolver, tal". Entonces, como todos compartíamos la clave, cada uno descargaba, resolvía, y subía.

¿En el proyecto fue necesario tener una matriz de responsables que tenga quien aprueba cada cosa, a quien se le consulta?

Sí, sí era necesario. Pero, si me dices cuál fue o dónde estuvo, creo que nos reunimos y dijimos: "ya tú vas a resolver esto, yo me encargo de filtrar, ella lo va a subir y ya".

Se hizo, digamos, ante una necesidad, sobre la marcha…

Sí, en la marcha. La participación nuestra en el proyecto - en realidad - en un principio no estuvo contemplado. Creo que se pensó que toda la ingeniería estaría finita, que se mandaría allá (a obra) y ellos la trabajarían en el día a día. Hubo cosas que, en el tiempo, arquitectura quiso refinar. Y ese refinamiento no pasaba porque esta viga la voy a hacer más chiquita y ya (construcción) la adapta. Sino que tenía que pasar por un (ingeniero) estructural o por un estudio, actualización del modelo y yo que, la vas a hacer más chiquita entonces yo la necesito más ancha, entonces - como será más ancha - interfiere con el poste que está acá. Entonces eléctricas modifica esto, y este ducto, mecánicas (modifica) este ducto. Ahora no va a poder atravesar por acá. Y, cuando esto llegaba a construcción entonces venía construcción y decía: "Pero, ¿Cómo irá este refuerzo? ¿Es paquete (de barras), es individual?". Entonces, también un poco contarles: "Mira esto es así, y acá lo tienes que indicar de esta manera".

Y en construcción se tuvo también se tuvo muchos subcontratos de construcción. Entonces también se dio el caso que - digamos el subcontratista A, contrató a alguien para que hiciera las perforaciones para el anclaje de las estructuras metálicas. Vino el subcontratista A e hizo

todas las perforaciones. Vino el subcontratista B e hizo la perforación y la colocación del perno. Y vino, el subcontratista C con la estructura metálica a colocar.

Cuando vino el subcontratista B para insertar el perno decía: "Acá dice que debo insertar el perno 30 centímetros, pero la perforación solo llega a 10 (centímetros). ¿Qué hago?". (Ellos) Volteaban donde los estructurales y les decían: "¿Qué hacemos?". Y nosotros respondíamos: "Ya, cambia de resina, o haz igual una perforación de 5 centímetros más, etc". Darles esas soluciones en obra misma. Es decir, si estas soluciones las hubiesen mandado por Aconex o por correo, hubiese sido mucho tiempo. Porque también, tú uniformizas, no es que des una longitud de anclaje para cada perno. Si estás allá (en obra) y estás ante esa necesidad, entonces vas a campo y ves cuál de tus pernos es el que tiene menor perforación. Luego revisabas el modelo original y verificabas si podía quedar (con esa nueva longitud de anclaje).

Sabemos que se tenía un cronograma de entrega de obras muy ajustado al ser un proyecto *Fast Track* y al no poder posponerse la fecha de entrega. Nos puede contar: ¿Cómo era el cronograma de entrega de los modelos?

Sí, tuvimos un cronograma de entregas que formaban parte de los hitos. Por ejemplo, para el centro acuático el primer entregable ya con diseño fue el 4 de febrero. Los otros 3 recintos fueron el 4 de marzo, esa fue la primera etapa. En esta primera etapa, estructuras tuvo que entregar todo lo que eran cimentaciones - por lo que ya iban a empezar - y la disciplina de construcción civil, todo lo que era el movimiento de tierras. Entonces, sí fue complicado porque cuando uno hace un diseño estructural empieza por los techos, vigas, columnas y al final la cimentación. Entonces, el diseño se tuvo que hacer suponiendo cargas en un techo, haciendo una corrida rápida para eso. No detallarlo, sino ver que solicitaciones llegan a mí cimentación. Todas las fechas se llegaron a cumplir y conforme se cumplía con el hito, toda esa información se subía al Aconex y se mandaba acá (sede central).

¿Éste cronograma de entrega de diseño lo aprueba el cliente por la plataforma Aconex?

Sí. En la misma licitación ya el cliente había establecido las fechas de los hitos, qué hitos, y en qué fechas se debían cumplir. Si mal no recuerdo, eran los días 11 de cada mes. Es decir, nosotros teníamos fechas previas al día 11 para recepcionar la información que además era generada con acompañamiento nuestro. No estuvimos esperando a que los subcontratos de diseño entreguen. Si no, que nos íbamos reuniendo semana a semana, las reuniones ICE, viendo qué restricciones tenían, etc. Por un tema de calidad, que los subcontratistas externos no la manejan tan bien, no tienen la costumbre de tener una gestión de calidad. Entonces, no realizan una revisión adecuada. No registran la fecha o no registran al responsable, como cosa de calidad. Y como diseño, como igual arquitectura seguía avanzando, en un proyecto - diferente porque fue *Fast Track* - arquitectura debe parar, digamos, 3 semanas antes para que las demás especialidades puedan avanzar. En un proyecto industrial, por ejemplo, donde hay procesos industriales involucrados, quién manda son los ingenieros mecánicos. Ellos deben terminar unas 2-3 semanas antes. Igual, las demás especialidades trabajan en paralelo, pero ellos tienen que terminar o congelar, para que tú puedas cerrar tu ingeniería. Esto acá (en el proyecto La Videna) no ocurría. El arquitecto seguía trabajando hasta el mismo día de la entrega. Entonces, este plazo que nos debía dar para adecuarnos a lo que él dejó no se daba. Sí él en las últimas 2 semanas decidía cambiar un espesor, las luminarias, tu tenías que estar mirando lo que hacía para poder decirle a tu subcontratista: “Esto cambió”, o en su defecto: “Cámbialo tú”. Porque el subcontratista decía: “Si te lo entrego mañana, yo tengo que hacer muchas cosas para tu entrega”.

Trabajan en simultáneo con arquitectura, pero ¿Con las demás especialidades hubo un desfase?

No, todos avanzábamos igual. No había un tiempo para ese desfase. Es decir, todos estábamos con el tiempo a las justas para poder terminar. Nadie podía decir: “Está bien, yo voy a regalarle

5 días al proyecto para terminar antes". No puedo, necesito hasta el último día. Sí ha habido trabajos en semana santa, trabajos de domingo, no había horarios, te quedabas hasta terminar.

¿Cómo recibieron los estándares de información del proyecto por Lima 2019, mediante qué documento?

No me acuerdo el nombre del documento porque acá en interno lo distribuyó la responsable de calidad. No recuerdo, la verdad, cómo llegaron. Llega por Aconex, pero la verdad es que no recuerdo si la organización Lima 2019 nos dio los estándares o nosotros les propusimos. Estándares de documentos, planos, etc. Casi, casi, diría que nosotros les propusimos y ellos lo aprobaron.

Lo que la ISO señala es que cada equipo de trabajo - en la Videna serían los que conforman los recintos - tienen un cronograma y luego se conforma un cronograma de trabajo maestro. ¿Se dio ese esquema en el proyecto? En donde los recintos, digamos, son un poco independientes y luego se conforma un cronograma maestro.

Si. Las fechas que el cliente nos dio para cumplir eran, digamos, un caso era centro acuático que era lo que teníamos que avanzar primero, y los otros 3 o 4 recintos, eran un mes después. Nosotros teníamos que avanzar con todos en paralelo. Como ingeniería, cada especialista le daba fechas a sus subcontratistas.

Yo tenía la subcontratista A y la subcontratista B. La subcontratista A tenía el centro acuático y polideportivo 3. La subcontratista B tenía velódromo y otro más. Y nosotros teníamos obras exteriores, porque nosotros no subcontratamos obras exteriores. Entonces, nosotros - cada especialista - se encargó de armar un cronograma para sus subcontratistas, para nosotros tener el tiempo justo para poder hacer la última revisión tanto de contenido como de calidad.

¿Usted vio el diseño en todos los recintos o solo algunos?

Nosotros gestionamos el recinto de estructuras en todos. Igual, el equipo de [nombre anonimizado] gestionó el diseño sanitario, porque todos los diseños se subcontrataron, menos el de obras exteriores. El de obras exteriores se hizo en casa. El diseño del centro acuático, el velódromo, el estadio de atletismo y del polideportivo 3 todas las disciplinas las subcontratamos.

¿Eran contratistas peruanos?

Peruanos, todos eran peruanos, el único extranjero fue el Proyectista de Diseño Arquitectónico.

¿Hubo requerimientos con estándares internacionales (en gestión y diseño) en el proyecto que significaron un desafío para el equipo de diseño?

Constantemente, sobre todo, para los encargados de las especialidades de instalaciones como mecánicas, eléctricas y sanitarias; porque tenían que cumplir no solo los estándares peruanos o americanos o europeos, del diseño del día a día, sino para los panamericanos. Es decir, temas de temperatura en el centro acuático, que la piscina no debe estar a menos de 26 grados y la temperatura exterior tiene que estar 2 grados por encima de. Entonces, cómo climatizar.

Claro, y seguro que fue complicado conseguir a las contratistas especializadas ¿No?

Sí, y complicado que estas contratistas especializadas son muy pocas y tienen mucha demanda. Y acá entra la parte que fue bastante el apoyo de los administradores de contrato para poder conseguir u obtener un contrato que haga que esa empresa te responda en un tiempo determinado, porque los parámetros de su equipamiento alimentaban a los mecánicos, a los eléctricos, a los estructurales, para terminar el diseño.

Sobre la administración de contratos, ¿Hubo uno que administraba el contrato NEC propiamente y otro los subcontratos?

Sí, había un administrador. Bueno, nosotros vimos el contrato NEC de ingeniería. Entiendo que en obra había una ingeniera a cargo como administradora de contratos con el cliente, pero a su vez, se tuvo que armar un equipo de administradores de contrato para que cada administrador tenga a su cargo 5, 10 o 15 subcontratos de construcción.

Volviendo a la plataforma Aconex, queríamos saber: ¿Le parece una plataforma eficiente para gestionar la información?

Sí. Sí, incluso nosotros la estamos empleando en otros proyectos. Ya la habíamos empleado antes, por eso es que se sugirió para el proyecto La Videna y la continuamos empleando. Ya la teníamos desde antes, la empleamos en Videna y la seguimos empleando.

¿La decisión de usar la plataforma Aconex de quien fue? Porque tenemos entendido que no fue una decisión del cliente.

Creo que fue del equipo de CONTRATISTA GENERAL Ingeniería. No les podría asegurar al 100%, pero nosotros tenemos otros contratos con otros clientes donde estamos usando esta plataforma.

Claro, porque esta plataforma idealmente la fija el cliente ¿No?

Si, pero en el caso de Lima 2019, ellos tomaban muchas sugerencias de su propio contratista. Dentro de todo, la CONTRATISTA GENERAL es un referente en todo lo que es gestión, en todo lo que es construcción. Entonces, si yo te contrato como cirujano cardiovascular, mejor tú dime que válvula debo usar, cómo me debes operar.

¿Cómo era la aprobación de los diseños por parte de Lima 2019? ¿Estaba explícito en algún documento el tiempo y la forma en que se aprueban los diseños, la cantidad de revisiones posibles, etc?

Yo creo que sí estaba escrito, pero no se respetaba. Es más, cuando nosotros presentábamos la información, un poco, que íbamos a buscar al revisor a preguntarle las dudas que tenían. Porque para mi especialidad, (los revisores) eran 2 personas.

¿Y estos revisores se daban abasto para todo?

Por eso es que nosotros nos íbamos a preguntarles. "¿Necesitas alguna aclaración?" "¿Qué te falta?" o ellos nos llamaban: "Mira del entregable del 60 al 65 explícame un poco cuál fue el concepto en la especialidad estructural". Y nosotros respondíamos: "Ya mira fue esto. O mejor voy a campo y te explico allá, te cuento allá". Obviamente estábamos cerca, en media hora llegábamos.

Eso no pasa en otros proyectos. ¿No?

No, porque en otros proyectos tú tienes el expediente donde está toda la información técnica para el concurso desde antes. Ahora, nosotros como ingeniería, para otros proyectos tenemos reuniones con el cliente, con construcción; reuniones tempranas. Porque buscamos siempre tomar las necesidades de la propia construcción e ir resolviéndolas durante el diseño.

Incluso, nos da la impresión que estas reuniones ICE fueron muy poderosas para resolver los RFIs por ejemplo…

Sí, porque se tomaban decisiones. Ahí se tomaban decisiones, entonces en esas reuniones, incluso, algunas veces tú podías delegar el diseño o una revisión de un recinto a uno de tus ingenieros de tu equipo de diseño. En estas reuniones ICE teníamos que ir los líderes porque nosotros decidíamos A o B. No le dábamos esa responsabilidad al ingeniero de diseño. En algunos casos, cuando eran recintos muy complicados o estábamos en una parte del diseño muy complicada, íbamos con el ingeniero de diseño que nos estaba asistiendo o resolviendo. Íbamos con la computadora al costado y viendo, a ver, qué consulta están viendo. "Ésta esquina, o esta

placa, midamos esto, te parece". Ya intercambiábamos con la persona que estaba metida en el detalle. "¿Te parece?, ¿Lo ponemos acá?". Y tú con experiencia también le podías decir: "No, lo vamos a resolver así". Un ingeniero más joven: "Ok, lo resolvemos así". En otros casos no, él podía ser más joven, pero estuvo tan involucrado que te decía: "No, pero no he visto que por acá hay esta interferencia". En algunos casos obtábamos por esa solución y dábamos alternativas. Ahí en la sesión decidíamos.

A grandes rasgos, ¿Cómo estableció el cliente Lima 2019 los requerimientos de información para la producción del modelo? O ¿Ellos solamente aprobaban los modelos? ¿Éstos les eran informados a ustedes por la plataforma Aconex?

Yo creo que ellos aprobaban solamente. A lo más, nosotros ofrecíamos un LOD. El LOD 300, digamos, "Vamos a llegar hasta este LOD" y les informábamos la justificación. Es decir, si me voy a un LOD más avanzado no llego a la fecha.

Estos niveles de detalles (LOD) ustedes lo especificaban. Sin embargo, hubo también niveles de detalle propuestos por el Proyectista de Diseño Arquitectónico. Entonces, ¿Cómo lo compatibilizaban? Tal vez, ¿En el plan de ejecución BIM? Porque entendemos que Proyectista de Diseño Arquitectónico tuvo un BEP y CONTRATISTA GENERAL también. ¿Estos BEP se pudieron compatibilizar?

Sí, pero el cómo se hizo eso lo vio [nombre anonimizado]. Él fue quien interactuó por parte del CONTRATISTA GENERAL con el Proyectista de Diseño Arquitectónico. Y él puso personal, ingenieros que gestionaban eso, y se reunió con los modeladores, en este caso de estructuras, y también con los modeladores de las especialidades. La diferencia es que, en estructuras como les comentaba, primero hacíamos el modelo, y del modelo sacábamos el plano 2D. Entonces, las empresas que contratamos tenían que tener ese manejo. Y también, eso descartó a varias empresas, que no tenían el manejo del BIM, que no le dan valor. Al final, fueron las 2 empresas

que tienen mayor desarrollo local y tienen incorporadas el trabajo con BIM. Entonces, [nombre anonimizado] lo que hizo fue poner personas, que incluso fueron a las oficinas de estas 2 empresas para, no solo les dieron instrucciones acá, sino que fueron a sus oficinas para ver cómo lo estaban gestionando.

Y con respecto a la integración entre el diseñador BIM y el modelador BIM, ¿Estaban alineados en criterios?

Sí, estaba al costado. Cualquier duda el modelador le consultaba al diseñador.

Hace 6 años, 10 años, cuando todavía no se trabajaba con modelos en las especialidades de ingeniería - y hasta ahora - lo que tenemos al costado es el cadista, el proyectista en campo. Se está evolucionando a tener al costado al modelador. Incluso acá (en la CONTRATISTA GENERAL) tenemos un área BIM, pero nosotros también como estructuras manejamos y fomentamos a que los jóvenes que nos asisten con el CAD, se vayan formando en lo que es el modelamiento BIM.

Claro, porque tiene que saber de construcción para poder modelar ¿No? Tiene que saber cómo hacer que el modelo sea construible.

Sí. Eso es complicado por un tema de presupuestos. Entonces, lo que hacemos nosotros en la especialidad es comentarles: “Mira, estas son las ventajas, si tienes dudas pregunta al equipo BIM”. Cuando hay un poco de baja de trabajo le decimos al equipo BIM: “Mira acá tengo un joven que es cadista, pero sabe algo de Revit, que te ayude en algo”. En esa ayuda va aprendiendo y regresa un par de semanas después, y así va aprendiendo.

Desde su perspectiva, en el tema de contratos, ¿Qué nos puede comentar sobre los contratos NEC utilizados? Entendemos que estos eran colaborativos y les dan incentivos

a los contratistas para lograr las metas del proyecto. ¿Cambió de alguna manera su forma de trabajar por este tipo de contrato empleado?

No creo, porque nosotros, la unidad (de la CONTRATISTA GENERAL Ingeniería), siempre tiene plazos ajustados. Tienes que cumplir haciendo un trabajo bien realizado, que sea construible, que sea compatible. Nosotros, como otras empresas grandes, así como la CONTRATISTA GENERAL, la unidad de ingeniería tiene sus propios procesos de diseño, en la cual está involucrado una fase de revisión interdisciplinaria. Eso, cuando tú contratas por separado al estructural, al ingeniero sanitario, al ingeniero electricista, esa revisión no se da. A diferencia de acá, que es parte de nuestros procesos. Nosotros no podemos, ni soñar, en emitir algo al cliente sin haber pasado una revisión interdisciplinaria. Que haya después un incentivo por cumplir, no nos cambió, porque el incentivo era que tenías que entregar el 11 de febrero todo al cliente y no te podías atrasar, y si había una ventanita en la cual se podía adelantar algo, la adelantabas porque tenías a tu constructor que estaba necesitando información.

Digamos, que esa carga de trabajo de La Videna, ya la habían experimentado…

Sí. Ahora, por ejemplo, estamos con un proyecto que - también - estamos a full. Los chicos están viniendo sábados, se están quedando hasta las 8 - 9 de la noche, pero es conversar con la gente a cargo, ponerte la camiseta y tú también estar aquí, revisando, ayudando, desatascando, y sí, acá termina la carga y "¿Cuántas horas de más trabajaste?", "20", "Ok", "Tienes dos días y dos horas de las cuales disponer". A veces, se toman un viernes, para tener su fin de semana largo. Es una retribución.

¿Tuvieron un control de cambios (change control) en su proyecto, con respecto a variaciones/actualizaciones de documentos importante como el BEP, el cronograma de entrega? Tal vez, ¿Le parece útil una herramienta capaz de gestionar estos cambios, de

manera que, todos sepan cuál es la última actualización, porqué se debió, ¿cuándo fue, etc?

Sí, sí me parece útil. En el proyecto La Videna hubo un momento en que, los arquitectos - siempre - quieren ver su modelo, e ir puliendo y puliendo, y llegó un momento en que, a veces, ya ni te contaban que cambiaban. Entonces, decíamos: "Avísame que has cambiado, si no, no voy a poder actualizar el modelo". Llegó un momento en que no se daban esas alertas, esos avisos, si no que iban subiendo su modelo todas las noches. En el caso nuestro, lo detectábamos cuando era notorio. Cuando el muro de contención lo movieron 1.50 metros al costado, porque cargabas el modelo y veía todo el refuerzo en el aire. "¿Dónde está mi casco? Está 1.50 metro más allá".

Entonces, ¿No hubo una alerta o un mecanismo para que todos estuviesen trabajando alineados con respecto al último cambio?

No, no lo vi. Quizás lo hubo, nosotros lo detectábamos porque trabajamos en tiempo real. A veces teníamos que retroceder en el tiempo, porque terminábamos esa etapa del diseño, se subía en la nube y de pronto llegaba la alerta del arquitecto: "Tus losas están 5 centímetros más arriba del nivel que ha quedado". Entonces, teníamos que buscar en cada modelo del día a día descargado a ver cuándo ocurrió el cambio. Nosotros lo vivimos así. No creo que haya habido esta alerta porque si hubiera tenido que aparecer diciendo algo así: "El 20 de Julio se hizo tal modificación con un breve sustento".

¿Qué recursos compartidos les facilitaron a las especialidades para el desarrollo de los modelos BIM? Recursos como estándares, plantillas de diseño, entre otras, para que las especialidades no empiecen sus diseños desde cero y evitar retrabajos.

Bueno, el plan de calidad que fue elaborado por el CONTRATISTA GENERAL, en todos los proyectos que el CONTRATISTA GENERAL ingeniería desarrolla en realidad, calidad es el

primero en definir un plan de calidad donde te crea los formatos de documentos y de planos, lo conversa con el cliente, toma lo del cliente, lo adapta y te da un instructivo. O, si el cliente no tiene un plan de calidad, lo elabora, se lo muestra al cliente, lo aprueba y lo distribuye a todos nosotros. Si tuviéramos subcontratistas, a las subcontratistas también. Ese es nuestro punto de partida.

¿Cuáles fueron los documentos necesarios para poder generar el modelo? Nos comentaba, por ejemplo, del LOD, muy importante, claro que este estaba en el BEP.

Creo que todo está dentro de ese documento que es el plan de calidad. Porque el plan de calidad te define a qué LOD llegas, que marco va a tener tu plano, con qué plumas vas a presentar tu plano, los espesores, si son documentos te define el orden con el que debes empezar, con una introducción, referencias, desarrollo, costos, conclusiones. Te da todo el índice, el marco. Todos lo trabajamos de esa manera y al final tú no reconoces si este documento lo hizo instalaciones sanitarias o lo hizo mecánica o lo hizo MEP, porque todos tienen el mismo formato. Y antes de emitir, calidad tiene que dar una revisión a todo. Entonces, ahí te corrige: "Esta sección no cumple, este tamaño de letra está mal".

¿Qué nos puede comentar sobre las dependencias y predecesoras de la información para producir la información? Nos comentaba que primero diseña arquitectura y las demás especialidades tienen que estar un poco rezagadas esperando el diseño. Teniendo en cuenta la ruta crítica, ¿Los diseñadores tienen mapeado la información y entregables de otras especialidades que requieren para poder empezar a producir sus modelos?

Sí, sí tenemos estos, y tenemos también como restricciones algunos equipos. En el centro acuático sin los franceses - los equipadores del centro acuático - no podíamos trabajar. Ellos veían todo el tema de la piscina, los tanques. Sin ellos, sin [nombre anonimizado] no podíamos avanzar, porque para que cierto equipo tenga garantía del proveedor se tiene que instalar de

acuerdo al estándar del proveedor. Sin esa información yo no puedo diseñar las bases de este equipo, que va a recibir y que va a soportar, porque por temas de calidad que vienen asociados a temas de seguros, quizás con 4 pernos de 1 pulgada anclados medio metro es suficiente, pero ellos, por estos requerimientos, te ponen 2 pernos y lo anclan 1 metro. Entonces, si ese es su requerimiento, mí zapata y mi pedestal tienen que estar de acuerdo a ese requerimiento. Y ellos tienen que a su vez decir, cual es la ubicación del perno, no lo puedo poner en las 4 esquinas, quizá quieren en el punto medio de cada lado. Tenemos las restricciones de las demás especialidades, obviamente las del arquitecto también, y de los equipos grandes como estructuras.

¿Qué herramientas se usan para esas restricciones o inputs? ¿Cómo mapean todo?, porque puede llegar a ser muy engorroso.

Sí, bueno teníamos, en realidad, esto sí lo trabajamos como en un LOG - una lista en excel de restricciones por especialidad - de restricciones. Y ya cuando tuvimos a los administradores de contratos en su lugar, que ya fue cuando el proyecto ya había avanzado un poco, a él le pedíamos la información, que, a su vez, él tenía que gestionar como primeros entregables del subcontratista. Por ejemplo, en ascensores, "¿Cuál va a ser el tamaño del ducto?". Yo no sé, como estructuras no sé, el arquitecto tampoco, porque eso depende del proveedor, entonces, nombremos un encargado, un administrador de ese proveedor. "Mira, yo primero necesito que me digas cuál será el tamaño del ducto". Pero teníamos que seguir avanzando, no puedo parar por el ascensor, entonces, arquitectura nos decía: "Ya mira, como mucho, el ascensor será de 1.5x2 metros, dejemos a construcción que se construya dejando esto".

¿Para elaborar el LOG no necesitas tener todos los proveedores definidos?

No, no porque es un ida y vuelta. Para el caso de los ascensores, el arquitecto necesita tener el aforo y el tránsito vertical que va a tener, entonces él primero tiene que entrar a trabajar eso,

para de ahí sacar a concurso entre los diferentes proveedores, y con eso tener designado a uno. Entonces, cuando ya designas a uno, adjudicas a uno, recién puedes entrar a presionarlo para que te de la información de con qué modelo de cabina de ascensor vas a cumplir el requerimiento que el arquitecto te está dando. Cuando él empiece: "Mira, tengo A, tengo B, tengo C", desde la etapa de licitación ya se fue viendo que cabinas había para cumplir con este requerimiento, y nos pasaron a nosotros, "Ya, usa este tamaño", para luego decirle a construcción: "Avanza con éste". Y cuando ya llegó la cabina real - que tenía que ser más chica porque nos habíamos ido por lo más desfavorable - le decíamos al constructor: "Ya constructor, vas a anclar con esta resina, con este epóxico, este refuerzo, vas a vaciar y vas a completar hasta acá para que te dé y no te quedes con un ducto más grande que te puedas caer. Vas a reparar o resanar esto de esta forma para que tú hagas tu ascensor quede donde debe estar.

Y ¿Este LOG dónde se genera o quién lo trabaja?

Acá lo teníamos en el servidor, que es de acceso para todos los diseñadores y lo revisábamos con los gerentes de ingeniería. Con los gerentes de desarrollo de ingeniería veíamos cuales todavía quedaban, cuales se habían levantado, cómo, a quién pedirle que lo levante.

¿Entre ingeniería y los diseñadores formulaban este LOG?

Lo hacemos en general. Ahorita tenemos otro proyecto y tenemos cosas que dependen del cliente, entonces le informamos al cliente: "Mire, este es nuestro LOG de restricciones, para esta restricción te puedo esperar 1 semana, para ésta otras 2 semanas, para ésta 3 días". Entonces, ahí acuerdas con el cliente, en el caso de este otro proyecto, estrategias para resolver de manera de no detener todo el proyecto. Así como en el ejemplo que les decía de los ascensores: "Ya, vamos a hacer un ducto más grande pero luego tú vas a tener que resanar". Que no es lo ideal. Es un presupuesto ideal para las inyecciones, para los anclajes de refuerzo.

¿Cuáles fueron los principales problemas dentro de la dinámica de producir información BIM en su proyecto?

Bueno, para producir los entregables, para producir la información que teníamos, el tema que les comenté de arquitectura que quiere seguir refinando, el tema es, finalmente, del cronograma que no te da un lapso de tiempo para que pudieran algunas especialidades ir avanzando por otro frente.

La restricción de los proveedores de equipos grandes, de los ascensores, de la piscina, de las pantallas. La ingeniería de las pantallas se tuvo que hacer en campo. No se tenía información para hacerla acá.

Que otra más, construcción. El avance de construcción también era una restricción para nosotros. Más que restricción era una ruta adicional a seguir para nosotros, porque si visitas el *bowling*, por ejemplo, vas a ver unas columnas con unas ménsulas y un ensanchamiento en la parte superior que realmente no se ve estético, pero fue un pedido de construcción: "Háganlo lo más rápido para mí, para poder construir". Se hubiera visto más bonito si se hubiera hecho de acero quizás. Seguramente hubiera quedado más pequeño, pero mandar a diseñar y mandar a fabricar y venir a instalar, ya se te fue el hito, ya perdiste el hito.

¿Qué nos puede comentar sobre las incidencias (incompatibilidad en el modelo BIM) y los RFIs en obra? Entendemos que algunas incidencias podían "elevarse" a RFIs. La idea era tratar de resolverlos en el Revizto o en las sesiones ICE. ¿Cómo lo manejaban?

En la etapa de diseño no teníamos RFIs, todos eran incidencias. Los RFIs empezaron a aparecer ya en obra, porque los RFIs es un requerimiento de información, no viene ligado a una incompatibilidad, viene ligado a que el constructor recibió tu plano, y por ejemplo, "En el mercado no encuentro esta calidad de perno, encuentro esta otra, ¿La puedo usar?" - el constructor nos pregunta para obtener la aprobación. El estructural responde: "A ver, dame tu

cuadro comparativo de propiedades mecánicas, sí, sí lo puedes usar, o no, mira, este contenido de carbono es muy alto, sácalo". Ese es un requerimiento de información. Un poco para ordenarnos cuando estuvimos allá (en obra) que pedimos que toda consulta entrara por Aconex y se le dio el nombre de RFIs. Quizá podría haber sido cualquier otro nombre. Había los requerimientos de información tal cual cumple con la definición, como también había incompatibilidades que habían detectado a través de una incidencia y necesitaban una respuesta. Entonces, nosotros, un poco por orden de llegada "para poder atenderte por orden de llegada, ingresa todo bajo el nombre que tú quieras". "Genero un RFI", ya, entonces, ahí empezaron a llegar todos los RFIs por Aconex.

Las incidencias, en cambio, se generan por Revizto. Entonces, en algunos casos, como en campo teníamos al equipo BIM al costado, ellos alertaban, sobre todo, en obras exteriores que teníamos muchas rampas, muchos desniveles, alertaban: "Estos postes están al mismo nivel, pero esto es una rampa, ¿Qué hacemos?". "Bueno, vamos a hacer crecer el pedestal", volteaba a arquitectura: "¿Qué te parece esta solución?". Esto como incidencia: "Vamos a actualizar igual que el responsable del recinto de obras exteriores genere su consulta por Aconex", pero nosotros con el equipo BIM al costado, ya lo habíamos identificado, ya lo íbamos arreglando, y a la hora que llegaba el RFI, ya podía salir la información. El pedido de que las cosas ingresen por Aconex fue por tener una trazabilidad, porque si simplemente generábamos el sketch para resolver el problema que (el equipo) BIM había detectado, lo subo al Aconex en función a qué, porqué, cuándo, entonces, era como tener un índice. Con estos RFIs uno podía listarlos y ver todo el registro.

Cuando se tuvo este acumulado de RFIs, luego ¿Se realizó un proceso para optimizar porqué se dio esta falta de información?

No sé si en Videna lo habrán hecho. En Videna, como era un *Fast Track,* muchas cosas se tuvieron que resolver en campo. Entonces, no había forma en que tú digas: "El 11 de julio yo

cierro toda la ingeniería y todo se acaba", porque les digo, arquitectura siguió refinando, terminaron obras exteriores, han visto lo bonito que son las rampas, los accesos, eso para la fecha en que teníamos que cerrar, arquitectura todavía lo tenía al 60%. Entonces, se tuvo que seguir trabajando. ¿Cómo se hubiera podido optimizar? Creo que debió, en todo caso, haber un gerente más fuerte que dijera: "En esta fecha arquitectura cierra". Seguro que, si lo sigues viendo más estético, más económico, porque no solo ven la parte estética, con otro acabado, o cerramos acá o ponemos un ejército de gente que siga viendo que las cosas funcionen.

¿En éste Revizto los mensajes llegaban a la persona que tenía que resolver? ¿Lo llegaron a manejar bien?

Sí, sí, te llega un correo diciéndote: "Tenemos esta incidencia".

¿Se hacen capacitaciones en estas plataformas tanto de Revizto como de Aconex?

Se hacen capacitaciones, pero, así como cuando aprendes a manejar. Tú aprendes a manejar, con tu instructor, das tu examen, piensas que sabes manejar y, al menos, acá en esta ciudad, te das cuenta que no sabías manejar. Pasan un par de semanas que se te apaga el carro, que te insultan, hasta que te sale. Igual en el manejo de las dos plataformas, te capacitan en todo, todo, anotas todo lo que puedas y cuando vienes acá te olvidas. Pero acá, tenemos a una persona que es nuestro control documentario. Esta persona [nombre anonimizado], en el caso de ingeniería ve al día a día. Ella, es la primera persona a entrar a manejar el Aconex o cualquier plataforma que veamos. Es la persona que tiene a soporte técnico al costado, entonces cuando tú empiezas a aprender a manejar una nueva plataforma estás llamándola a cada rato. Igual, con el Revizto. Al principio, también, hubo resistencia al cambio de varios compañeros, yo también me incluyo. Bueno, en nuestra especialidad, si estamos desde hace 5-6 años siendo muy receptivos con todo lo que es 3D. Pero si veo que hay colegas tanto estructurales como no estructurales que aún se resisten a aprender: "No, eso que lo vea el modelador BIM". Pero a presión, ya no

te queda otra que entrar a aprender, en la misma dinámica: “[nombre anonimizado], ¿Cómo se hace esto?, [nombre anonimizado], ¿Cómo se hace esto?”. Te apoyas en el equipo BIM.

Con respectos a las brechas, entre el diseño y la construcción. ¿Cómo se puede elaborar un diseño que sea construible? Se puede integrar al constructor en la etapa de diseño, o diseñadores que sepan de construcción.

Se tiene que hacer las dos partes. El constructor tiene que estar involucrado en la etapa de diseño, viendo por ejemplo accesos. Cuando tú quieres ponerle velocidad a una obra, tienes que estandarizar, por ejemplo, que todas las vigas sean del mismo tamaño, que sea prefabricado todo lo que pueda. Entonces, nosotros llegamos a Videna en enero, febrero a conversar con los constructores y nos decía el ingeniero que estaba a cargo del centro acuático: “Por favor, no me pongas ningún prefabricado, mira mi acceso, solo tengo este ingreso, ¿Como meto una viga por ahí?”. Entonces, eso al diseñador. O vienen y dicen: “Necesito acá poner la grúa, ¿Dónde colocamos la zapata que no interfiera con el muro de contención?”. Más aún, el tema económico, el constructor que es el que tiene o puede tener el costo de todo el proyecto o tiene costos de proyectos anteriores, debemos establecer con ellos volúmenes en el caso de concreto, de acero, quizás un poco burdos, con arquitectura el tema de acabados de piso, si es laminado, o es alfombra, las puertas y ventanas que todas sean iguales. Los techos, los techos metálicos, con este sistema o con este otro. Finalmente, el diseñador va a hacer el mismo análisis estructural si lo hace con perfiles, si lo hace con tubulares, pero para el constructor es diferente. Yo puedo pensar que el perfil es más económico porque acá tenemos muchas empresas que hacen metalmecánicas, pero en tiempos, el tubular que me lo traigan de españa - como fue el techo del velódromo - el montaje va a ser más rápido. Entonces, si yo hago una suma de material más cronograma, más gastos indirectos, el tubular resulta ser más barato, al 20% menos. Esos análisis nosotros necesitamos que sean provistos por construcción.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas se lleva de este que podría aplicar a sus futuros proyectos?

- Muchas, no sabría por dónde empezar. Se me ocurren muchas. Mantener plataformas como el Aconex, trabajar al costado de un modelo sin el que esté modelado todo sea una restricción para mí. El ingeniero, el diseñador, y los arquitectos, no debemos perder la capacidad de creación de un 3D en tu cabeza. Es decir, esto que se aprende en cursos de dibujo, de segundo o tercer ciclo, donde ves una perspectiva frontal, horizontal, perfil, y ya sabes cómo te va a quedar el sólido, es algo que no debemos perder.

- Trabajar, lo que acabamos de hablar, de la mano del constructor y que el constructor tome decisiones. Es difícil para ellos, porque una mala decisión involucra cientos de miles de dólares.

- Apoyo de la unidad de presupuestos.

- Banco de datos de información de equipamiento. Es decir, todo lo que hemos tenido para las piscinas debe ir a un servidor, como ahorita que tenemos todo en un servidor, pero lo que a mí me gustaría es que en los servidores podamos hacer búsquedas tipo Google, que pongas la palabra y en 10 segundo te sale lo que buscas. Un servidor del tamaño del que tenemos, te podrías quedar media hora esperando que salga lo que estás buscando.

- El contrato NEC, el colaborativo me pareció muy interesante.

- Las alertas tempranas. Quizá instruiría más a todos los involucrados en el tema de alertas tempranas. A veces, siento que los subcontratistas de diseño se involucran mucho en el tema técnico y dejan de lado el tema de los administradores o de los contratos. Entonces, como que no le llegan todos los documentos, todas las condiciones

generales, las condiciones particulares, entonces, a veces, les decimos: “Si este material que quieres emplear acá tiene periodos de importación largos, necesitamos una alerta de tu parte”. Por eso estamos nosotros como supervisores, viendo si este material llegaba, si este material no llegaba, y volteando a construcción, y volteando al cronograma, y lanzando las alertas.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú?

Hay varios también. El primero que se me viene a la cabeza es un tema de que cuesta innovar. Porque cuando tú tienes ideas de innovación y las quieres materializar tienes que tener permisos de entidades gubernamentales que demoran. Por ejemplo, cuando el creador de alitech - que es un sistema de techos que tiene como una lámina metálica sobre la cual se vacía el concreto y con eso te ahorras encofrado - quiso entrar, primero tuvo que tener el permiso del ministerio. El ministerio le pide: “Dame un informe sustentado con ensayos”. Ese proceso te puede tomar año y medio, o dos años, porque el promotor de la idea va a una universidad donde están los profesores que pueden garantizar que se cumpla con todas las verificaciones de diseño, de normativa, interpretación, hacen los ensayos. Arman su expediente, lo entregan al ministerio, entre que entra uno, entra otro a revisar, se encuentran con una pared. El ministerio no tiene un equipo técnico capaz de revisar esto. Entonces, a su vez, ellos tienen que subcontratar a otra universidad para que lo revise, y si en esa revisión estas, ya 6 meses, cambiaron de ministro y ya no se sabe dónde quedó el expediente. Entonces, como país yo siento que esa es uno de los principales frenos.

Entrevista E4

Cargo: Coordinador BIM

Cuéntanos en general tu rol como coordinador BIM en el proyecto la VIDENA. ¿Cuáles fueron tus principales responsabilidades?

Hablando netamente del diseño. Como se habrán enterado, en el Perú no tenemos empresas de diseño que te puedan brindar un diseño netamente en BIM, entonces esa fue una primera barrera para cuando se quería empezar con VIDENA. Se quería trabajar con una empresa de diseño estructural, y encontramos al "Proyectista diseño estructural" que te podría brindar un modelo de estructuras y un modelo BIM, para arquitectura encontramos al Proyectista diseño arquitectónico, que no era peruano, pero que manejaba su personal. El problema era cuando

entraron a la parte de especialidades: encontrar una empresa proyectista de especialidades que te pueda dar un modelo y que se pueda acoplar a la metodología, no había. Ni las más conocidas lo hacían.... Entonces lo que se hizo y que funcionó bastante fue contratar a 2 consultoras BIM. Éramos un equipo, 4 responsable, en total éramos 8... Yo era coordinador interno del contratista general y coordinaba con el coordinador de especialidad, entonces yo coordinaba con ingeniería y con los modeladores.

Para los consultores se tenían los líderes y para los del contratista general se tenían a los coordinadores BIM. Cada equipo tenía unos 6 o 7 modeladores y que teníamos que repartir a cada proyectista para que le dé el soporte y el genere el modelado. Entonces lo que hicimos fue darles los modeladores a los proyectistas para que los tengan in-house y estén en su día a día y que generen entregables. Los modeladores eran de las Consultoras BIM, estamos hablando de unos 30 modeladores. Creo que fue una buena solución apoyarnos de estas empresas, pues como contratista no podías contratar a todo esto personal que después no tendrían continuidad. Empezamos con eso, fue desde una capacitación... En la etapa de diseño, en mi caso que trabajé con el Coordinador Velódromo del contratista general, íbamos a capacitar a cada proyectista con el uso de las herramientas, hablamos de: El Bim360, Revizto que se usa bastante en el contratista general, y teníamos que capacitar tanto nuestro equipo que eran los modeladores como a los proyectistas... que son los que te iban a responder las consultas con la ayuda de los modeladores. Entonces, así empezó la etapa de diseño.

¿Esa capacitación al modelador consistía también en que el modelo fuera construible?

Ese es un tema que siempre lo comento, que es la constructabilidad. Porque es un poco complicado, y ahí perdemos confiabilidad, cuando un modelador hace un modelo bien bonito pero que no se asemeja a lo que realmente se va a construye, y de ahí es donde muchos dicen "BIM no sirve, me hacen cualquier cosa". Entonces nos enfocamos también bastante en eso, en capacitarlos en criterios de modelado, pero también en criterios de diseño y que creen una

relación buena con los proyectistas, porque pasaron a ser parte de ellos y a trabajar en su oficina. Y la etapa de diseño fue así, teníamos a los modeladores repartidos en varias oficinas de los proyectistas durante los 6 meses que duró el diseño.

¿La capacitación la daban los coordinadores BIM? ¿también la daba el BIM Manager?

[nombre anonimizado] fue el BIM Manager del proyecto y estuvo en la creación de los contenidos. Se tenía un PEB y se tenía todo un manual y un criterio donde se manejó una nomenclatura para el modelo. Se tuvo reuniones semanales, nos reuníamos coordinadores con los modeladores para hacer la auditoría de su modelo, para ver si se estaba aplicando bien temas de diseño y constructabilidad, se llevaba seguimiento a unas métricas, que ya [nombre anonimizado] y [nombre anonimizado] te comentaran sobre las métricas que eligieron... Métricas no solamente de modelado sino también de coordinación, o sea 2 tipos de grupos; y eso hizo que fuera exitoso también, porque meter a un grupo de personas extras y que trabajen a la par de los proyectistas y que puedan generar un modelo que sea lo que quieren diseñar es complicado.

¿Y hubo una capacitación general?

Al inicio hubo una capacitación para todos, primero para los modeladores y luego para los proyectistas, para que sepan usar revizto, sepan ver A360. Estas capacitaciones fueron yendo a cada oficina de los proyectistas, y capacitamos a todo su equipo, que serían unas 5 personas por cada proyectista... sobre todo en revizto y A360.

Había el concepto coordinador de ingeniería, que estaba asignados por recintos, que eran unos 4 o 5; y también había los líderes de especialidades, como la **Líder Estructural** en estructuras, que eran los que supervisan los entregables del **Proyectista diseño estructural** y el **Proyectista diseño estructural**.

Aparte de ella, había un coordinador de ingeniería, que era el que se encargaba de ver todo len general de su recinto: el entregable de estructuras, arquitectura e instalaciones, con las fechas y todo.

¿Ver el entregable del modelo BIM o en los planos?

Ambas cosas en realidad, se entregaba ambos. Se entregaba un modelo y también había planos en base a ese modelo.

¿Hubo un traslape entre coordinador y líder, o las funciones estaban completamente definidas?

Sí estaban bien definidas, incluso el coordinador y el líder trabajaban juntos. En su cargo estaban como en paralelo, el líder de especialidades de estructuras ve las estructuras de todo el proyecto y supervisaba los tipos de cambios que se generaban, en las sesiones ICE este líder estaba en todas. En cambio, el coordinador de ingeniería de 1 recinto, solo se encargaba de su recinto, pero veía todas las especialidades, pero acaba esa sesión ICE y él ya no estaba para la de otro recinto... Entonces el líder se quedaba para las de todo el proyecto, y había un líder de sanitaria, uno de comunicaciones, etc...

El Proyectista diseño arquitectónico nos comentaron que el coordinaron BIM lideraban las sesiones ICE

Se hizo un cuadro de actividades de lo que cada uno tenía que enfocarse. Por mi parte, que veía especialidades, me tocaba ver todas las incidencias más importantes que podían que se podían generar para tratarlo en la sesión. El coordinador lo que hacía también era ser ese nexo entre el BIM Manager, que era [nombre anonimizado], y ver el tema de las métricas también, evaluar cómo iba el tema de los modelos, el tema de las coordinaciones, ver los resultados de cada sesión, cuántas vamos resolviendo, la participación de cada proyectista, y las principales

incidencias que se iban a tocar nacían del líder, pues era el que estaba a diario con el modelo, al lado del proyectista, y era el que priorizaba y a partir de eso generamos una agenda para la sesión. Nos juntábamos el coordinador BIM, el líder de especialidades y el coordinador de ingeniería un día antes de la sesión ICE para tener bien clara la agenda, enviarla, y a partir de eso tener claro cómo íbamos a partir.

Cuéntenos sobre la relación con el cliente, sabemos que fue un cliente colaborativo y abierto a propuestas. Sabemos que los requerimientos de Panam Sports son super exigentes. ¿Cómo les llegaron estos requerimientos?

En la etapa de diseño, en cada sesión, como ya se había manejado un tema de trabajar toda esta metodología, no hubo tanto... hay muchas cosas que se solucionaron a través de la plataforma Revizto, donde el cliente aprobaba y te daba libertad para cambiar los alcances en base a lo que pedía cada proyectista.

Yo he visto que, a diferencia de otros proyectos, no había tanta traba y tanto papeleo para hacer cambios en la etapa de diseño, como a veces pasa en otros casos, donde quieres hacer un cambio y te puede demorar 1 mes y el cliente no te suelta un sí o un no, me pasa ahora con un proyecto que estoy viendo, que también demoramos a pesar de que usamos BIM, y eso tiene que ver un poco con cómo piensa el cliente; y el tipo de respuesta, qué tan familiarizado está con la tecnología, el tipo de contrato, etc... Yo creo que en la etapa de diseño no tuvimos tanto problema con la documentación a nivel del cliente, que fue el cliente. Se aprobaban cambios todas las semanas.

¿La documentación les llegaba por el Aconex?

El tema del Aconex, que ya era más formal con el cliente y para cambios importantes, el coordinador de ingeniería hacía esa comunicación a través de Aconex sobre cualquier interferencia que pudiera generar un cambio en el alcance. Las que eran interferencias que no

representarán un cambio en el diseño se gestionaban por Revizto. A Revizto tenían acceso los gerentes de proyecto, los proyectistas, gente del **cliente** también, estaban todos.

¿Y cómo les llegaba la documentación, en el Proyectista diseño arquitectónico nos comentaron que para la piscina Olímpica tenían estándares muy altos que cumplir?

Creo que, a nivel de documentación, el que mejor te lo podrá explicar es el BIM Manager. Yo he estado metido netamente en BIM, a lo suma era documentar las actas de la reunión. Al tema de controles de cambio a través del Aconex tenían acceso el coordinador de ingeniería, el BIM manager. Yo no hacía transferencia por Aconex.

¿Cómo fue la gestión del Plan de Ejecución BIM con las especialidades? ¿Qué ventajas encuentra en revisar con las contratistas el propio PEB? ¿Lo ve factible?

Como ustedes saben, el Plan de Ejecución BIM se le llama un documento vivo, se crea una versión y está cambiando constantemente. El contratista general generó un PEB que se esparció a todos los que estábamos coordinando y gestionando los modelos, y de alguna forma cada uno intentó dar un plus, nos pidieron a cada uno sobre qué podíamos aumentar, entonces en un inició hubo un mapeo de procesos, que luego fue actualizado, pero que en esencia no cambio. Lo que tiene un PEB, hablamos de métricas, de mediciones del flujo de información, el LOD que se definió al inicio... Eso lo definió el contratista general**. Y a partir de eso se trabajó para todo Videna.

El Proyectista diseño arquitectónico estableció un PEB, como hicieron para compatibilizar ambos, ¿o qué ideas tomaron del BEP del Proyectista diseño arquitectónico para elaborar el suyo? ¿Cree que fue importante que el Proyectista diseño arquitectónico haya establecido en primer lugar el BEP?

Yo creo que sí. ahora que estoy viendo otro proyecto de diseño, a mí me entrega el que lleva la gestión un PEB, pero también cada empresa genera su propio plan, y lo que hacer es acoplarte a eso y también puedes aportar. Yo asumo que el **Proyectista diseño arquitectónico** también pudo haber sumado algo al PEB original del **contratista general**, pero como el **contratista general** era el responsable del diseño, entonces el PEB que originó el **contratista general** era el que mandaba en el proyecto. También estaba el especialista BIM, [nombre anonimizado]. Es decir, había coordinadores, líderes, y al medio estaba el especialista BIM, que se encargaba de ver todos estos temas del modelo a nivel general en todo el proyecto; en dar soporte con los modeladores si había algún problema.

¿En qué se diferenciaba el Especialista BIM de los coordinadores BIM?

Él daba un soporte más técnico a nivel de modelo, por ejemplo, en el tema de las coordenadas. Él estaba en sede central, se aseguraba por ejemplo que cada modelo local tuviera las mismas coordenadas que el "modelo madre" por decir, El del **Proyectista diseño arquitectónico**. Trabajamos este proyecto con coordenadas reales, con orientación real con respecto al Norte, entonces el proyecto estaba hecho con orientación real. Tú encajabas con algo georreferenciado y encajaba exacto, entonces él se aseguraba de eso desde un inicio. Que todos los subproyectos del proyecto La Videna estén partiendo bien, ese es uno...Era bastante del software, él se encargaba que todos los modelos estuvieran bien...

¿También daba las capacitaciones?

No, eso lo vimos más los coordinadores BIM. Él [especialista BIM] estaba más en el **contratista general** auditando el modelo y ver que todos estén funcionando. El tema de poder trabajar con el *Collaboration for Revit*.

Nos decías que el PEB es un documento vivo ¿Qué cambios hubo en este?

Algo que puede ir cambiando son los involucrados, a veces cambian los proyectistas... Algo que también se actualizó fue el mapeo de procesos, de cómo se entregaba el modelo, se hizo un poco más entendible para cualquiera. El equipo BIM no cambió, ahí se explicaba cómo estaban sectorizados los recintos. De ahí se establecieron mejor las funciones de cada uno, ahí había un resumen básico de las funciones de cada uno. Luego se hizo una definición más clara, pero no todos los equipos trabajan igual... Hay equipos donde el coordinador y el líder se complementan bien, y hay otros seguramente donde estaba desbalanceado la cantidad de trabajo entre el líder y el coordinador BIM. A mitad de diseño si hubo luego una definición más clara, para dejar bien claro las actividades...

Sobre todo, con el área de ingeniería del **contratista general**, porque no estaba muy metida en BIM, entonces les costaba el entendimiento de los modelos, por ejemplo, pedían entregables para poder entender el modelo, porque no sabían exportarlo, y pasarles las plantas para que ellos pudieran leerlo, entonces esas actividades nos demoraban un poco. Ahí tuvimos que definir mejor cuál es nuestro alcance, porque nos cargaban de mucho trabajo con eso. Entonces se definió mejor el alcance, y ya mediante el BIM manager se le presentó a ingeniería el alcance de nuestro trabajo, y si ellos necesitaban mayor alcance entonces tengan un personal propio también.

¿Esta manera de trabajar ya existía en el contratista general o se creó para Videna?

El puesto de modelador y coordinador BIM ya existía; líder y especialista BIM se creó para Videna. Por era tanto personal BIM que se necesitó crear esos puestos. Luego he encontrado en documentos el tema del líder BIM también... no me acuerdo en qué documento lo he visto.

¿Cómo establecieron los requerimientos de información a las contratistas que modelan en 2D? ¿Qué limitaciones encuentra cuando trabaja con un contratista que no utiliza BIM?

En este caso, para Videna, la mayoría de especialistas no estaban en la metodología, sobretodo en MEP. En estructuras no hubo problemas, el Proyectista diseño estructural desarrollando sus modelos. Arquitectura ni qué decir, solo trabajaba en BIM. Ahora, el nivel de madurez era distinto en cada empresa, en el "Proyectista diseño arquitectónico" hablamos de un nivel de madurez mucho mayor. Es decir, ambos te presentaban un modelo, pero el estándar y la forma de presentar la información era distinta. En las especialidades costó un poco el tema del requerimiento de la información, el desarrollo fue incremental porque en un comienzo el proyectista no interactuaba tan bien con el modelador, y fue mejorando a lo largo de los 6 meses hasta que al final se notaba la confiabilidad de parte del proyectista. En un inicio buscábamos que la relación fuera diaria y que a diario el proyectista pudiera entregarle un bosquejo al modelador para tener un avance diario; pero en un inicio costaba: el proyectista le mostraba su avance cada 4 días, le compartía un poco y le explicaba...

¿El flujo es especialista, cadista y luego modelador BIM?

En el bosquejo ellos podían entregarle un borrador, un dibujo sencillo, a mano alzada, para que el modelador lo vaya planteando y que se pueda presentar a fecha, cada semana había sesiones que se subía los modelos, entonces había que asegurar con el proyectista que lo que ellos querían presentar con el modelo fuera lo que finalmente se hacía, entonces en un inicio no había tanta comunicación como se buscaba, pero a la medida que fue avanzando ya era interdiario o casi diario donde el proyectista se acercaba donde el modelador para decirle "¿cómo es acá? porque quiero plantear mi ruta de bandejas así ..." Ellos tenían su propio cadista, pero ya a nivel de municipios las entregas tienen que ser PDF y un archivo CAD, todavía se maneja así. Actualmente, se tiene que hacer eso para que todos puedan leerlo y entenderlo, porque entregar un modelo puede ser complicado. Tenían el visualizador, pero por entregas formales se entregaba los planos, y siempre había un "maquillaje", porque a un nivel de municipios no puedes entregarle un plano con la nomenclatura que tiene el software, por más que esté listo

para construcción y tenga muy buen detalle, todavía no se acopla mucho a los entregable que te pide un municipio, el tamaño de los accesorios, por ejemplo, tienes que escalarlos más grande para que se vean mejor a la escala que te lo piden. Sí en BIM la idea es que todo sea real y todo debe estar a escala, el accesorio es a escala, tu no lo puedes agrandar más porque ya estarías quitando lo que buscas, que el modelo sea lo más parecido a lo real, entonces para el tema de entregables y planos sí se manejaba en BIM, los recorridos y todo, pero también siempre había un entregable en CAD que se exportaba, y que era trabajado por un cadista de cada empresa, para que finalmente en sus entregables formales, sus hitos de diseño, haya un modelo BIM pero también unos archivos CAD que sean trabajados por el cadista y que se basaran en el modelo BIM.

Entonces, se trató de que todo pasará primero por BIM, y luego ya el cadista realizaba el CAD en base al modelo y con más detalle. Y tuvo éxito de esta manera.

¿Para las entregas en CAD también había un estándar de información?

Pero eso ya en ingeniería, los líderes de especialidades tenían unas métricas.... y ahí en el entregable CAD que tiene todo un estándar de dibujo que presentas, el grosor, el color...

Había bosquejos que el proyectista le daba al modelador.

Al ser un proyecto *fast track* y con un plazo impostergable, ¿cómo era el cronograma de entrega de diseños y de los modelos con las diversas especialidades?

Sí, fue una locura, porque ya en los últimos meses la obra empezó a construirse y todavía estábamos terminando la etapa de diseño, o sea un *Fast Track*... Fue bien cambiante, yo creo que si no se hubiese aplicado la metodología, porque BIM de ayuda mucho en hacer seguimiento a los cambios, que son constantes, y puede cambiarte un montón de cosas en este

tipo de proyectos, entonces nos dio la alternativa de poder mostrar los planteamientos, el **Proyectista diseño arquitectónico** nos mostraba planteamientos que cargaba en el modelo, y podíamos desarrollar las sesiones ICE en base a eso, y luego si no iba (aprobado) lo quitábamos, porque ellos trabajaban con los “worksets”, eran bien ordenados...

Sobre la etapa de ingeniería, se dividió en: diseño esquemático, avance de IFC, IFC.

En el esquemático, lo que ves son definición de cuartos técnicos... un predimensionamiento inicial, que eso se partió, en las primeras reuniones todavía era: en desagüe: cuál es la ruta general de mi desagüe, cuál es la ruta de mis bandejas; en arquitectura igual, la definición de mis tipos de muros, espesores, niveles, porque eso también fue cambiando... Por ejemplo, Velódromo tuvo una particularidad que me gustó bastante: fue el único recinto que ya existía, que ya estaba construido y que se iba a ampliar. Todos los otros eran nuevos.

Ahí, por ejemplo, si hubo varios cambios que hubieran sido complicados verlos con planos. Eso le comentaba también a Leandro cuando conversamos de Videna, es que por ejemplo yo detecté en sótanos, en los niveles que planteó el **Proyectista diseño arquitectónico**, en una zona estaban quedando debajo de la cimentación existente, y me doy cuenta porque ellos tenían una nube de puntos, ahí podías tomar como unos cortes, lo tienes en una nube y puedes ver cómo están las barandas, cómo está la estructuras de concreto... Ahí también nos dimos cuenta de cosas que no calzaban bien, y cuando te das cuenta de eso te pones a revisar hasta los As-Builds, ahí me di cuenta por ejemplo que la rampa de acceso a ese recinto estaba diferente el As build con la nube de puntos, era un cambio que no lo había mapeado y que era importante que incluso el **Proyectista diseño arquitectónico** lo tenga en cuenta porque ya habían la ubicación, con un desfase de 50 cm, en el sótano también el nivel que se planteó estaba quedando como unos 30 cm por debajo de la cimentación existente, entonces imagínate que te des cuenta de eso, de que debes cambiar un nivel, no faltando nada para que acabe el diseño,

es un tema bien complicado... Eso nos dimos cuenta a los 2 meses, porque en el diseño esquemático ves más que todo ambientes, cuartos técnicos...

La nube de puntos ayudó bastante con estructuras, para que ellos (los especialistas) puedan saber qué había existente y cómo se iba a manejar la nueva estructura; en cuanto a estructuras se trabajó como 2 estructuras diferentes, la nueva separada de la existente, era como una junta sísmica, y no las juntaron.

Yo me encargué también de gestionar que el modelo de estructuras que teníamos existente esté totalmente actualizado; entonces lo revisé con la nube de puntos, a un modelador lo mandamos a que actualice bien unas cosas que estaban pendientes, y ese entregable de lo dimos al **Proyectista diseño estructural** para que ellos puedan empezar su nuevo diseño, para que tengan una base para empezar, porque si solamente le dábamos los planos en CAD para que empiecen así su nuevo diseño no les iba a servir de todo, entonces le dimos existente ya revisado con la nube de puntos, ya con la rampa corregida.

La nube de puntos fue un golazo que se ha usado en todo el proyecto, desde el diseño se levantó todo Obras Exteriores y Velódromo.

¿Por fuera utilizaron drones?

Eso se ha hecho después, con el tema de los escáneres, que te lo va a comentar más Leandro, pero ya para el tema de los As-Build, fueron con escáneres...Se hizo planos As-build para todo el proyecto. Ellos lo que hicieron fue comprobar, había modelos pero a veces no se actualiza todo, entonces tu tienes que asegurarte que esté tal cual, a cambios que suceden en obra de momento, entonces los as build eran parte del entregable y el **contratista general** se aseguró haciendo levantamientos con escáneres; un drone te puede levantar todo lo que ve, pero para los ambientes internos y ver toda la instalación tienes que hacerlo con escáneres, entonces ahí

se ha corroborado pequeñas cosas que no coincidían y han actualizado los modelos para que finalmente entregan planos y modelos.

¿El modelo BIM era solo 3D o llegaban a costo y planeamiento?

Durante la etapa de diseño hubo un traslape. Un mes antes de terminar, ya empezaron los movimientos, empezaron las obras en Videna como tal y el diseño todavía no cerraba. Sí han usado el tema de planeamiento, el tema de costos yo creo que no según lo que he visto, que yo sepa a nivel de costos no se ha aplicado, pero quizás han hecho algunos pilotos, como se hizo con el acero en tekla...Se ha sacado metrados para el tema de los costos, como soporte se entregaba metrados para el área que veía los costos, pero que se haya integrado el costo en un software con BIM creo que no.

Sí se han hecho secuencias constructivas, pero no es que se haya integrado el tema de Synchro ni Vico para office.

¿Qué retos añadidos identifica al haber sido un proyecto *Fast Track*? ¿Qué aspectos de la metodología BIM cambiaron debido al ser un proyecto *Fast Track*?

Lo que comenté, creo que implica tener mayor recurso humano, porque en un proyecto convencional puedes controlar mejor ese recurso, dice solamente voy a necesitar 3 modeladores que se dediquen de lleno 1 mes; en cambio, en *Fast Track* ibas a necesitar a la gente siempre, no importaba que hubiera una semana donde no hubiera trabajo del diseño, siempre iba a estar el equipo completo, ya recién acabando es que podíamos reducir personal, pero aun así se mantuvo a todo el equipo hasta el final. Los necesitabas siempre para no fallar.

Se buscó que el equipo se mantenga, porque los coordinadores de diseño luego fueron a obra.

Como reto la empresa debe tener respaldo financiero.

Sí, ahí hablando un poco de construcción, para el tipo de contrato que hicieron una empresa pequeña es mucho riesgo, pueden quebrar. Creo que hay algunas empresas que han entrado a Videna y han quebrado, porque para el trabajo que hacía y a veces demoran los pagos y si tienes mucho personal y no tienes un respaldo económico simplemente tu personal se va y fuiste.

Para el tema de las valorizaciones creo que se han demorado un poco, porque como el tema de cambios es un poco libre entonces sí te lo van a aprobar, pero ya después tienes que sustentarlo, y como es tal la cantidad de cambios que se generan y como luego hay un traslape con la construcción, sí o sí te vas a demorar luego para revisarlo. Eso viene después de acabar la construcción, donde se han revisado varios adicionales para poder cerrarlos. Y no es que no lo paguen, sino que tienen que revisarlo bien.

Y en esa demora hay empresas que pueden quebrar, mi empresa actual puede esperar medio año porque es capital chileno y tiene un respaldo, pero una empresa pequeña podría quebrar, con todos sus préstamos corriendo.

¿El cronograma de entrega era con respecto al diseño no? ¿No hay un cronograma de entrega de los modelos BIM?

O sea, había un cronograma de publicaciones para que a partir de eso empecemos a revisar el modelo, hacer auditorías y sacar métricas; y también había una fecha de los hitos donde se entregaba un modelo y los planos. Entonces había una fecha para poder revisar la ingeniería en las sesiones ICE y otras fechas que eran los hitos de diseño, que tiene que ver con el diseño esquemático, A-IFC e IFC.

El tema documentario más formal lo trabajamos con Aconex.

¿Con qué otras plataformas gestionaban la información?

Correo, Aconex, Revizto y Bim 360. En el BIM 360 también podías publicar los modelos. El tema de las consultas la mayoría de incidencias por Revizto y las importantes las formalizabas con Aconex. Las actas de reunión con Aconex. En cuanto a subcontratas con el **contratista general** se trabajaba a través de correos.

Nos dirigimos al equipo de trabajo de cada especialidad y al contratista general:

La ISO considera para la etapa de producción de información los siguientes documentos elaborados en etapas anteriores:

1. Métodos y procedimientos de producción de información (Éste se encuentra en el BEP)

2. Cronograma de cada equipo de trabajo

3. Plan de Ejecución BIM

4. Estándar de información

¿Cuáles de estos documentos identifica en su proyecto que le sirvió para producir información? ¿Qué es lo más importante que extrae del BEP para la producción de información?

El que manejamos tenía criterios de modelado. En cuanto a revisión del modelo, no estaba tan explícito, lo fuimos generando a medida que íbamos avanzando. Pero lo usual era que, había una fecha de publicación, y tanto el coordinador BIM se ponía a enfocarse en el tema de las métricas. Él tenía el modelo publicado y se ponía a revisar primero que no hubiera errores de modelado, sí están usando los criterios, si está acorde a las sesiones y a los acuerdos que se llegaron, ver cuántos acuerdos se cumplieron.

¿Los modeladores y proyectistas qué documento del contratista general tienen para producir sus modelos?

El modelador sí tenía el BEP, con los criterios de modelado que se les pasó, y de ahí ya era un poco más interno. Los criterios de diseño y de instalación se los compartía el proyectista al modelador; he visto muchos casos de que el proyectista se encargaba de explicarle bien al modelador que tuviera ciertos criterios básicos, como que sus rociadores no pueden estar más cerca de 1 pulgada de la losa o a lo mucho se pueden alejar 30 cm de la losa los que son hacia arriba, cosas así. Cada proyectista le iba inculcando al modelador cuáles son los criterios. No se hizo un documento formal donde le digamos al modelador el paso a paso de cómo debería empezar, se les dio la capacitación... Sí hubiera sido bueno tener un documento así, creo que es parte de las lecciones aprendidas. Ampliar un poco más un manual de criterios de diseño para cada especialidad, no solo un tema de modelado, y que pudiera tener tantos sus criterios técnicos como de ingeniería

¿Al ser un proyecto internacional me imagino que hubo requerimientos internacionales y uso de norma externa?

Si, ahí el **Proyectista diseño arquitectónico** fue el experto en eso, ya tenía experiencia en el tema deportivo, y hay bastante cosas que se escapa y que ellos nos lo aclaraban. Nos apoyaron bastante a que se cumpla con la norma. Ellos de alguna forma lideraban la sesión porque los proyectistas de especialidades se tenían que adecuar a la arquitectura, y ellos tenían todos los estándares a nivel deportivo para los recintos. Pero sí me parecería bien un manual así para los modeladores...

¿Qué recursos compartidos le facilitó como contratista general a las especialidades para el desarrollo de los modelos BIM?

Los recursos compartidos pueden ser: plantillas de MIDP, plantillas de BEP, librería de objetos, estilo de librerías.

Se les dio todo, porque la persona que mandábamos que les dé el soporte les mandamos desde la plantilla y el iniciaba todo, este modelador se encargaba de buscar y de generar la familia más idónea para el equipo que estaba buscando el proyectista, de ponerle el material, le dimos un soporte BIM completo, nosotros le dábamos el soporte y se entregaba el modelo que ellos querían, pero ellos (el proyectista) no tenía que preocuparse por generar o buscar familias.

Fue una combinación de las plantillas bases del **contratista general** con las de la **Consultora BIM** y la **Consultora BIM**, ellas las complementaron... Las plantillas son usualmente un poco básicas, tiene un filtro básico, pero ya no le agregas más, porque ya después cada proyecto es el que le agrega las familias, porque si no después la plantilla se vuelve un poco pesada. Yo diría que una plantilla no debe ser tan pesada y a partir de ahí uno le agrega.

¿El contratista general comparte todo esto, no hay un recelo?

No, se les ha dado todo, y el **contratista general** comparte el Plan de ejecución, las métricas, la plantilla básica, no había un recelo.

¿Cómo evita la duplicidad de esfuerzos en la obtención de información con sus contratistas?

Revizto ayudó bastante, porque de alguna forma se le capacitó al modelador, y se llegó a tener la confianza que el proyectista podía poner cualquier duda en el Revizto, si tenía una duda en un ambiente que no le cuadraba como estaba planteado, hacía una consulta en revizto y se le contestaba, eso ayudó bastante a que no se trabaje doble. Ayudó en las propuestas, son herramientas que hacen que la idea del proyectista sea más entendible y que no se trabaje doble.

¿Cómo se elabora el BEP, quiénes lo elaboran, con ayuda de los coordinadores?

Sí, yo no estuve esa vez, pero había una retroalimentación interna primero. Que al inicio se planteó que trataran de plantear cada recinto con el coordinador y ver qué mejoras le harían al BEP. Se tuvo como un workshop donde se hizo una lluvia de ideas y llegaron a un documento actualizado del BEP, pero no era tema solamente del BIM manager sino de todo el equipo.

¿Qué aspectos por mejorar ve en los modeladores, que muchas veces es un puesto técnico? ¿Qué problemas se presentan con respecto a los diseños?

Justo hicimos un *feedback* al final de la etapa de diseño, sobre todo el proyecto y las lecciones aprendidas, era mejorar el tema de la constructabilidad. Porque incluso hubo un poco de separación entre el proyectista y el ejecutor, no es que el diseñador te dé la alternativa más construible. Lo ideal sería que el constructor participe en el diseño, sería muy bueno tenerlo en sesiones específicas, no en todas quizás, incluir al potencial constructor antes de cerrar el diseño, porque ellos tienen especialistas que también saben de diseño y que te dan soluciones más construibles. En el **contratista general** iban los líderes de especialidades, pero yo todavía considero que hay un pensamiento distinto con ellos.

¿En las sesiones ICE no se tenían a los constructores definidos?

En la etapa de diseño todavía no estaban definidos, no. No se dio que desde que inicias el diseño ya tengas claro todo tu equipo de ejecución. Yo creo que sería ideal tenerlo. El constructor no estuvo en las sesiones ICE durante el diseño. Estuvieron en las últimas sesiones los residentes del **contratista general**, y eso fue importante, pues ellos dieron opciones de cambio de algunas, y él va a dirigir toda la sesión, entonces a los residentes los invitaron a las últimas sesiones de ingeniería, y sí ayudó bastante, fue buena.

¿BIM en qué área estaba en el proyecto?

En el proyecto tenías a la oficina técnica como un área, y aparte al área BIM como tal, y luego calidad y Control de proyectos, pero hay empresas que lo ponen dentro de OT.

¿Cuáles fueron los principales problemas dentro de la dinámica de producir información BIM en su proyecto?

Creo que en un inicio fue que el modelador no haya sido parte del equipo del proyectista, el hecho de tener a una persona externa es más complicado que el caso de que sea un cadista de ellos que se ha capacitado en BIM, que ya tiene todo el *know how* de la empresa, entonces es más complicado traer a alguien externo y que se adapte a la forma de trabajar de ellos; es una curva de aprendizaje, pero finalmente funcionó, porque se tuvo los resultados esperados, pero es una barrera al inicio.

El tema de los especialistas de MEP, yo creo que es más complicado porque en arquitectura y estructuras el tema del detalle de diseño es más sencillo, el tema de losas y vigas, en cambio en instalaciones ya hablamos de accesorios, que creo lo pueden hacer más complicado, pero creo que es un tema de cultura también. El tema de los proveedores y que los equipos no se tengan modelado es una barrera. A nosotros cada proyecto en MEP nos genera una complejidad, a nivel de familias... porque cambias de proveedores y tienes que cambiar de familias, y no hay una biblioteca con los productos del mercado peruano, no se ha generado su biblioteca BIM, no es como otros... [nombre anonimizado] acá en Perú generó unos, pero bien simples, [nombre anonimizado] tiene varios de sus elementos en BIM, [nombre anonimizado] publicó también una carpeta, pero la descargué y no me sirve para proyectos, son muy sencillos y tampoco está bien elaborado. Todo esto es una limitante porque tienes que conseguir algo parecido... y tratar de asegurarte al menos de las dimensiones; eso sí yo siempre lo hago, cuando empezamos un proyecto lo básico es pedir el catálogo de lo que vas a construir y puedas corroborar que tus familias tengan los diámetros iguales, y si no lo son los adaptamos. Pero es un buen punto, es una limitante no tener las familias de los proveedores. Pero yo creo que así

como vamos, van a empezar a meterse todos a tener sus familias. En mi actual empresa, a partir de la experiencia en Videna, ya vamos a manejar otros 2 proyectos con BIM, y porque el cliente lo pide. Y te vas encontrando, así como más empresas de especialidades que se van metiendo en el tema, y no porque hayan querido innovar sino por supervivencia, ya se sabe que de acá a unos 10 años será una exigencia. Ahora todos los malls tienen un modelo BIM.

¿Los usos BIM utilizados se establecieron desde el comienzo?

Se usó para metrados, para simulaciones, vi que hicieron en el estadio análisis de vientos, de iluminación, el tema de la ubicación de la grúa, se modelo la cimentación de la grúa, en a la ejecución manejaron bastante el 4d, la nube de puntos.

¿En la dinámica de modelar la información del proyecto Tuvo en cuenta las dependencias y predecesoras de los entregables? Cómo se da la gestión de las diversas especialidades.

Se tenía un orden, había un cronograma de cómo iba el avance. Primero esperábamos al "Proyectista diseño arquitectónico", que subía siempre plan de 1 de la tarde, a partir de eso se exportaba para que pudieran verlos los proyectistas y se iban actualizando. Entonces, sí había un orden, después del "Proyectista diseño arquitectónico*" seguíamos nosotros, y también había unas fechas para eso, y después con eso se llegaba a la sesión ICE.

¿Cómo fue el control de calidad del modelo producido? El control de calidad es interno y se hace antes de la revisión del modelo. ¿Por qué controles pasaba?

Eran como las auditorías, ese control lo hacía más el coordinador BIM y lo hacía en base a las métricas que planteó el **contratista general**, las métricas del modelado, que tenía que ver con cuánto se demoró para actualizar un cambio que habían pedido, si demoró mucho tiempo, si se están cumpliendo con los estándares, como que todos los elementos estén bien definidos,

que tengan nivel... Ver que se hayan llenado bien los parámetros. Supervisaba los modelos y ahí yo era el primer filtro, y luego el que hacía el estatus en un documento como un excel que ponían más a fondo las métricas era el coordinador, pero nos juntábamos con el coordinador y coordinábamos las fechas, veíamos lo que había completo y cuanto faltaba, yo le pasaba reportes de cuánto faltaba por especialidad, entonces ya teníamos número cada semana sobre cómo íbamos.

En la etapa de diseño como supervisión el **cliente** no se metía, daba más libertad en el desarrollo del modelo, no había un control directo del cliente como modelo, lo revisaba en el entregable formal por hitos en el Aconex.

Sobre la revisión de los planos y su aprobación, sabemos que el cliente revisaba estos y se ayudaba con los modelos. ¿Estaba claro cuál era el procedimiento formal para su aprobación (máximo número de revisiones, tiempo estimado de respuestas, criterios técnicos de evaluación si es que había alguno adicional)

En Videna yo diría que casi hasta la etapa final el control es interno, porque el cliente no tenía una experiencia o un estándar definido de BIM, porque recién se está formando el estándar BIM en el ministerio, entonces una vez con el estándar se va a poder ver bien este proceso, donde el estado pueda ver tu entregable y tener una base teórico para decir su cumplimos con el LOD y con el estándar, y ahí a pueda ser aprobado. Yo creo que en Videna fue un tema más de confianza en el contratista **contratista general** que era el experto en eso, entonces fue más interno hasta la etapa final donde se hacía la entrega.

Sobre el tiempo de respuesta o de aprobación no me acuerdo bien.

¿Le parece útil lo descrito por la ISO en esta actividad, de capturar lecciones aprendidas en conjunto con el contratista general para archivarlas en el CDE, y que sirva para futuros proyectos?

En Lean también ven eso, de crear un repositorio de las lecciones aprendidas. Siempre he querido plantearlo y aplicarlo, pero por temas de tiempo no lo llegas a hacer. Siempre he querido hacer algo así. Sé que los de SSOMA hacen más eso.

En Videna se hizo esto al finalizar el diseño, como una reunión de equipo, no sé si en un documento formal. Se hizo un *feedback* donde se mandó por correo las lecciones. Ahora, de que exista un compilado de todos los proyectos no lo he visto. [nombre anonimizado] nos comentaba que a ella le gustaría ver una base de datos, como un Google, donde te salen la lección aprendida sobre cómo se soluciona. Pero ella decía que buscar eso le demoraría media hora en esa base de datos, que como BD es bien grande, pero de que sirva no creo.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas se lleva de este que podría aplicar a sus futuros proyectos?

Como lección aprendida lo separaré en 2 partes, a nivel de modelado y de coordinación. A nivel de modelado con todo lo que tiene que ver con software y con el equipo, algo que comentaba es que se debe tener un equipo de modeladores que tengan todo tipo de habilidades, porque sí pasaba gente que no era muy metida y no generaba una conexión con el proyectista, o no saben expresar sus ideas o plantear propuestas. En el tema de propuestas hay gente que solo va a esperar a que le digas qué hacer, y no son de moverse y de buscar al proyectista y plantearles cosas. Entonces tener un buen equipo de modeladores que tengan habilidades blandas, que tengan experiencia técnica, porque en un proyecto así empezar con modeladores que no tengan tanta experiencia es complicado. Entonces este proyecto no era para aprender a modelar sino para aplicar todo lo aprendido.

En este proyecto tenías que llegar sabiendo todo.

Por la parte de la coordinación, las sesiones y sobre cómo se hacían los cambios, Revizto fue una herramienta muy buena, pero algo que también se pudo controlar mejor creo fue el tema de los tiempos de respuesta, a pesar de que Revizto es muy fácil de usar, es un tema de cultura también, que los proyectistas no le dan mucha importancia, todavía les cuesta cambiar eso, aun así, es una herramienta sencilla igual demoran en responder. En las sesiones ICE se prometían un montón de cosas, como "mañana te respondo, te doy la solución" pero de ahí llegabas a la siguiente sesión y no la tenían... Entonces controlar eso un poco mejor. Controlar mejor las latencias de los *RFIs*, de las incidencias. Creo que para otro proyecto se puede optimizar un poco mejor el tema de las interferencias y calcular mejor cuánto tiempo se está tardando en responder, y qué medidas se pueden tomar para solucionar esa situación, porque si no los controlas bien, hablamos de incidencias que demoran mucho, a pesar de que tengas BIM si no gestionas bien las interferencias se va a demorar mucho.

Otro tema es el tema de la constructibilidad, quizás ustedes han escuchado de muchos profesionales que "Los de BIM no saben, no pasa nada...". Se lo he escuchado a varios diseñadores y varios ingenieros de campo. "Les falta la parte técnica y no saben cómo se hace", y sí molesta eso, pero de alguna forma muchos modeladores han generado eso, solamente se han dedicado a lo técnico, en modelar rápido, y te dicen "yo te hago un proyecto en una semana", pero anda a revisar sus criterios si lo están haciendo... En resumen, creo yo es tratar de generar un equipo bien completo, y yo sí algo que hice fue tratar de sondear y ver qué pensaban los proyectistas en cuanto los modelos, sobre si tener un equipo externo, un equipo in-house, o de tener un profesional que sepa de BIM. Y varios pensaban en tener el profesional que sepa, esa era su primera opción, que el proyectista sea el que modele. Eso es lo ideal, o que este equipo de cadista que saben la forma de trabajar y los criterios de esas especialidades aprendan de BIM, eso estamos haciendo en la empresa en la que estoy también, capacité a un cadista que sabía de diseño, y me genera tanto el modelo como el CAD, y no tengo que estarle

enseñando porque él tiene mayor criterio que yo en el tema eléctrico, en diseño sanitario... Para mi creo que lo ideal es capacitar a un equipo de diseño que ya sepa su especialidad. El tema de la constructibilidad creo que se gana si el modelador está en obra.

Yo no sé si el tema del documento del que hablamos puede ser un tema de recelo de las empresas, de poner todo el *know how* en un documento y tú no sabes si ese modelador va a estar poco tiempo y luego se lleva todo el *know how*. Hace poco vi en una charla que una chilena hablaba que lo ideal no es crear muchos cargos en BIM, sino que ya los especialistas sepan. Aunque por temas de tiempo ellos no van a modelar, pero que sepan la metodología y que su equipo que esté con ellos pueda capacitarse.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

Hay muchos, uno es la corrupción, el no cumplir con la Norma, con las especificaciones técnicas de un proyecto, es lo que hace que ahora tengamos baches por todos lados, hay un montón de cosas. Algo que estoy viendo últimamente, a nivel de subcontratista, es el tema de costos, que ya estamos llegando a un nivel en el que prácticamente tienes que irte con 0 ganancia, están pidiendo cada vez número más ajustados... y yo creo que se van a lograr a medidas que uses más herramientas que te permitan optimizar los costos, pero a veces piden ajustar simplemente por el hecho de querer ganar más; y es una cadena, el cliente quiere pagar cada vez menos al contratista, y eso llega hasta los subcontratistas...

Algo nuevo que está aplicando es que ahora el cliente quiere contratar todo, y quiere que le cobres por mano de obra. Estamos llegando a un nivel en el que él compra o alquila los equipos y sólo quiere cobrar por la mano de obra. Por ejemplo, en Videna, el cliente compró los tableros eléctricos, también he escuchado cada vez más de tipos de contratos así, que él compra el

material... Y yo creo que eso va a generar que el subcontratista, al no ganar mucho, la calidad del trabajo disminuya.

El otro tema es el de la corrupción, que no se cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto, que al final entregas un proyecto así, y eso crea desconfianza en los profesionales del país, que crean que una constructora peruana es mala, sólo porque ven una obra que no está bien pero eso no quiere decir que hayan malos ingenieros, sino porque estamos hablando de ejecutores que han sobornado y no han ejecutado como debería ser. Yo lo veo más como corrupción que como incapacidad. Yo creo que hay buenos profesionales; hay de todo, pero hay muy buenos profesionales como para hacer proyectos muy buenos, pero es más un tema de cuánto quieren cobrar, es un tema de valores. Yo creo que esto se mejora con mejores procesos de licitación y selección. Si tienes un buen proceso, por más que exista gente "viva", si tu proceso de licitación y la sustentación de los costos y cambios, si todo esto se comparte de manera pública y transparente, yo creo que habría menos ladrones y menos obras inconclusas. Cuando mejores esos procesos va a cambiar la situación...

Creo que el estado está viendo el tema de BIM como una forma de disminuir la corrupción, están planteando que BIM ayude un poco en eso, en la transparencia.

Entrevista E5

Cargo: Arquitecta BIM

Cuéntanos algunas generalidades del proyecto y las responsabilidades que tenías.

Yo ingresé al proyecto en el quinto mes de iniciado la obra. En ese momento se hizo el requerimiento que necesitaban el apoyo para que pudieran usar el modelo como se debía y apoyar en obra. En este proceso se estimó que una persona encargada de arquitectura utilizaría

el modelo en el área de arquitectura, otra en el área de estructuras y así formar un equipo, que ya existían desde la etapa de diseño.

Cada recinto tenía un coordinador BIM, un equipo de modeladores y un equipo de soporte externo. La Contratista General desarrollaba la ingeniería y el Proyectista de Diseño desarrollaba el diseño arquitectónico, pero no se había desarrollado de manera colaborativa. La contratista general y la proyectista de diseño trataban de dosificar eso y hacer una compatibilización, pero no se logró. Se trabajó en la plataforma 360, ellos subían el modelo, nosotros descargábamos lo cual demoraba horas, sincronizar y volver a sumir también demoraba mucho tiempo. O sea, el flujo de trabajo no era el óptimo, es por eso que en la etapa de diseño hasta llegar a la obra el modelo de arquitectura no estaba revisado ni compatibilizado. Se suponía que debía haber un filtro, pero no fue así.

Entonces, al equipo de coordinadores y modeladores, se les tuvo que adicionar un arquitecto que de soporte al área de arquitectura. Entonces fue así que yo ingresé en el centro acuático. En el caso del centro acuático el coordinador fue [nombre anonimizado]. Trabajó en el equipo un coordinador, un arquitecto, una persona encargada de instalaciones y un apoyo de modelado para cada recinto.

En ese momento se empezó a analizar el requerimiento de un especialista BIM porque la carga de trabajo en obra era fuerte. Te pedían metrados exactos de bloquetas, anticipar m2 de piso etc, pero como no se había compatibilizado el modelo de arquitectura no podías dar datos, o sea podías dar cuantificaciones, pero no necesariamente reales.

Para entender un poco, había un líder BIM, este líder BIM era la representación de CONTRATISTA GENERAL en la obra, ¿Verdad? Se tenía un coordinador que era el nexo con los modeladores de estas empresas de soporte para el modelado. El líder BIM,

digamos, tenía mayor jerarquía que un coordinador, pero ¿Dónde encaja la figura del especialista BIM?

Más o menos, la organización en el diseño era especialista BIM o líder BIM, que estaba liderado por [nombre anonimizado], con su representación en obra que era [nombre anonimizado]. Después estaba un coordinador de la CONTRATISTA GENERAL por cada recinto. Después venía el arquitecto que también era de la CONTRATISTA GENERAL, venía un especialista en instalaciones que también era de la CONTRATISTA GENERAL, para cada recinto. Luego venía un modelador (para cada recinto), pero esto era en obra. El escenario en ingeniería era que el soporte de modeladores era subcontratas. Por ejemplo, para el centro acuático, una subcontrata era Consultora BIM, entre otras. Eso fue en diseño. En Videna deben entenderse dos etapas, una de diseño y otra de construcción. Son dos escenarios completamente diferentes. Enrique participó desde la etapa de diseño y yo desde la etapa de construcción.

Sin embargo, como era un fast track, en esta etapa de construcción también se diseñaba. Es decir, se diseñaba y se construía a la par.

Sí. Llegó el momento en que ya se había armado el equipo, incluido el arquitecto, y se pensaba en ese entonces que el modelo serviría para construir, pero en este caso, la firma inglesa había generado unas configuraciones (arquitectónicas) que no eran reales, al menos no para la realidad y contexto peruano. Por ejemplo, había un muro de 6m que, si yo lo metraba de frente del Revit salía 12mil m2 de bloquetas y al verificar alturas y todo, no se podía, entonces, lo que se hizo fue coger tabiques… No habían analizado si había vigas de amarre, y demás detalles constructivos.

¿Hasta ese momento no se habían revisado los modelos?

Lo que pasa es que, para la etapa de diseño, se revisó todo a excepción de arquitectura. Por qué arquitectura al ser encargada a una empresa extranjera, trataron de compatibilizar, pero no se dio.

Y ¿En los temas con la normativa local tuvieron problemas con los modelos de Proyectista de Diseño?

Sí, había muchos materiales que ellos habían propuesto que no eran aterrizados a la realidad peruana. Por ejemplo, habían propuesto tipos de falso cielo y luminarias, que no tenían las mismas especificaciones técnicas que las que podías encontrar en Perú. Uno en obra cogía la ficha técnica y mandaba a licitar a los proveedores, pero nadie tenía esos materiales con esas especificaciones. Entonces tenías que ir a consultar; los retrabajos se generaban de esa forma.

¿Estuviste desde la etapa de diseño?

No exactamente. En la etapa de diseño yo apoyaba a la partida de instalaciones como modeladora de instalaciones metálicas. Apoyé al velódromo. El flujo de trabajo fue el siguiente: en esa etapa de trabajo había un coordinador de la CONTRATISTA GENERAL y los modeladores eran subcontratados.

El modelador trabajaba de la mano del diseñador. Entonces uno iba a la oficina del diseñador, por ejemplo, Proyectista MEP, y allí había un ingeniero encargado de cada recinto y se trabajaba en conjunto.

¿Cuál es la definición de coordinador BIM, especialista y líder BIM?

Sobre los coordinadores BIM, hay una línea más arriba que era el líder BIM. Ellos se encargaban de gestionar la obra. Sí venía el área de producción conversaban con el líder. Al líder le preguntaban por los metrados. “¿Cuántos m2 de bloquetas necesitamos pedir?”. Este

líder conversaba con los equipos de modeladores y estimaba en que tiempo podían tener listo el metrado que estaban pidiendo. El metrado salía del modelo BIM.

Trabajaba de la mano del diseñador, pero este proceso no era tan dinámico. El diseñador trabajaba en 2D, y al lado del modelador. El diseñador hacía su plano y te pasaba, y uno (modelador) corregía y le informabas, luego el diseñador volvía a cambiar el diseño. Uno actualizaba en 3D, se lo enviabas. Ellos trabajan por revisiones, en la revisión final, ellos decían ok ya enviemos los planos, pero las demás instalaciones ya se habían modificado. El coordinador entonces decía: Nueva revisión.

Esto ocurrió porque no se cumplían los tiempos de entrega. Por ejemplo, si yo como proyectista te digo sanitario/ eléctrico que entregamos el viernes, yo compatibilizo e informo a los demás. Pero no, no ocurría así. Uno entregaba viernes, el otro martes, etc.

¿Ibas a las sesiones ICE del área BIM?

Sí, íbamos (a las sesiones ICE) con el coordinador. En el caso del Velodromo, el coordinador era [nombre anonimizado]. Yo era de una contratista que hacíamos modelamiento BIM, y ya en obra como Arquitecta, para modelar junto a los especialistas.

¿Cómo hubiera sido lo óptimo en esta producción de información?

Lo óptimo hubiese sido que los proyectistas utilicen el modelo BIM. La idea es que se vaya implementando poco a poco, en MEP es más difícil. Haces el diseño y luego lo pasas a BIM, no creo que ese sea el flujo. El flujo debería ser que se diseñe directamente en el BIM, desde el inicio.

Yo he notado que los proyectistas no tenían la intención de compatibilizar, ellos tenían sus planos CAD.

¿Cuánto retrabajo hubo en esta producción de información? Nos contaron qué Proyectista de Diseño cambiaba en todo momento la arquitectura.

El primer problema fue que ellos (Proyectista de Diseño) dijeron "tomen el modelo", porque CONTRATISTA GENERAL les pidió cerrar. CONTRATISTA GENERAL les pidió una fecha de cierre para que entreguen todo el diseño. Ellos mandaban correos diciendo "se subió a la nube" repetidas veces. Ellos respondieron a CONTRATISTA GENERAL que tenían que seguir actualizando. Nosotros cerramos porque la obra ya iba a empezar tabiquería. Cerramos y nos dimos con la sorpresa que en realidad no. Por ejemplo: Centro Acuático metró las bloquetas y salió 12 mil m2. Yo recuerdo ese dato. Se mandó ese dato al cliente. Necesito pedir tantas bloquetas. Producción necesitaba ese dato. Pedimos 12 mil y al revisar, ese número disminuyó a 8 mil, y ahí empezaron los problemas.

¿Y no ocurrió que quedaron mal con las subcontratistas?

Sí. Cada partida de arquitectura tenía una subcontrata. Lo más especial de esto fue que en el caso de los porcelanatos del centro acuático lo traían de Italia, lo traían en barco con un tiempo de procura de 3 meses. Tu no le podías decir 600m cuando era 700m.

Ahí es donde se pidió tiempo para adaptar los modelos de Proyectista de Diseño para construcción. Fue un duro trabajo, eso lo hicimos los arquitectos de cada recinto. Yo en el centro acuático, en el estadio. Proyectista de Diseño no lo hizo porque no estaba en el alcance de su contrato.

Ellos seguían actualizando porque estaban realizando el diseño del edificio, el cómo se veía. Justo ahí llegó el modelo de modo juegos y modo legado. Se entró a la guerra, no se sabía desde un inicio cuánto era lo que había que producir, y la carga de trabajo. Hubiese sido bueno que cuando uno entraba al proyecto se le pueda explicar las fases que tiene el proyecto (juego y legado), y cuál de los modelos se debía construir (juegos). Todos estaban haciendo modo

legado. Yo al contratista le informé con modo legado. Cambiaban áreas, por ejemplo, en modo juegos un ambiente podía ser una sala multifuncional, pero en modo legado eran 5 depósitos, y tú tenías que dejar todo para hacer esos cambios después.

Nadie nos avisó de ese "pequeño" detalle. Nos dimos cuenta en campo, cuando la supervisión en un momento pasó y dijo: "¡Ese muro no existe!". Ahí saltó. El muro no existe porque es modo juego.

¿En qué documentación les llega a ustedes esa diferencia de modelos Juego y Legado?

A través de ACONEX y en el mismo modelo (nos llega la documentación de la diferencia entre modelos Juego y Legado). El modelo tenía fases, podías activar Juego o Legado en el mismo modelo. El Revit tiene opciones de fases.

Por ejemplo, en el centro acuático había una tribuna en modo juegos que se sacaba en modo Legado, eran tribunas temporales. Y esas se tenían que pedir / traer, tenía cerramientos de drywall también.

¿A qué crees que se debió esta mala comunicación?

(La mala comunicación) Fue por parte de CONTRATISTA GENERAL. Lo que pasa es que, tú entraste y no hubo una organización o introducción a la obra. No hubo una breve introducción al entrar al proyecto. Mi coordinador era Enrique Juárez. La presión era muy alta y no había tiempo para esas reuniones importantes.

¿Qué temas veían en las reuniones ICE?

Ya en obra, ya no había reuniones de compatibilización (ICE). Había reuniones de subcontratistas tipo *Last Planner System*. Las subcontratistas venían y te reclamaban, porque no tenían flujo.

Producción hacía sus reuniones semanales. Nosotros trabajábamos con el *Lookahead*, Plan Maestro y tratábamos de anticipar.

¿El plan maestro era un documento o qué era?

El plan maestro era de CONTRATISTA GENERAL porque era el que construía. Es un cronograma muy general en *project*.

¿Tuviste acceso al Plan de Ejecución BIM? (Obra)

No (no tuve acceso al Plan de Ejecución BIM). Eso fue malo. Alguien te debería dar el BEP. No tuvimos documentos para producir información, solo nos pedían que producir y lo hacíamos, pero no había un horizonte claro.

Yo creo que en las reuniones se trataba de coordinar, pero una reunión de interferencias es una reunión muy extensa. Un coordinador no tenía suficiente tiempo para estar en esas reuniones con el jefe de campo 3 horas. Se debería ver la forma de optimizar esas reuniones de interferencias, en la etapa de obra.

En la etapa de diseño, las reuniones ICE estaba el coordinador y los proyectistas.

En esta de diseño, ¿Había algún constructor para ver los temas de constructabilidad?

No (no hubo ningún constructor en el diseño para ver temas de constructabilidad), solo el coordinador con los proyectistas.

Pero también aquí como que hubo algo, porque no es modelar por modelar. Tú debes tener criterio de cómo es y qué estás haciendo, porque acá es donde se generan todos los retrabajos en obra. Tú debes saber cómo funciona el ducto, cómo quiebra, si se acerca a una tubería, ¿Cuánto tiene que tener de separación?, la normativa.

¿Y eso no te lo dice el proyectista?

Sí, pero ya es retrabajo. Lo que yo pienso es que, en la especialidad de mecánica yo no he debido de estar porque yo soy arquitecta, ha debido estar un especialista en mecánica, en eléctricas similar, ha debido estar un especialista eléctrico.

Y esto generó problemas en la obra, porque venía la subcontrata y te decía: "Yo no puedo hacer esto, esto no es construible". Es por esto que se decantó en que la subcontrata debía tener su BIM. Es decir, en obra una subcontratista tenía un coordinador BIM, por ejemplo, si yo hacía HVAC, mi empresa debía tener un coordinador MEP. Incluso, lo ideal hubiera sido que la misma subcontratista MEP que diseñó, también construya.

¿Qué información hubiera sido relevante para ti tener como modeladora?

(Como modeladora me hubiera sido relevante contar con…) Primero que un modelador debe ser especialista en lo que hace. Parece sencillo cumplir con esto, pero es frecuente que no sea así, siendo el error más grande.

Lo otro es que debe haber un BEP, un manual o algo, una estandarización. Se hizo, pero no fue tan claro.

Yo creo que antes de realizar alguna actividad debería haber una mini capacitación. En general, se necesita, dónde estás, que vas a hacer, cómo se hace, cuáles son las reglas, si tienes familias, estás son las familias.

Y en el tema de estandarización, ¿Cómo lo manejaron?

La CONTRATISTA GENERAL como empresa tiene sus estándares, tiene sus manuales, pero como no son explicados ni puestos en la realidad entonces nadie los lee.

Un manual debe ser cosas precisas, para que verdaderamente se utilice. Por ejemplo, si hablamos de puertas, el manual podría contener problemáticas en puertas, la puerta se inserta así, encima de la puerta hay un dintel, el dintel se metra aparte, la puerta no debe estar pegada a un muro, etc.

Ahora yo también creo que el manual de procedimientos, para mí, debería estar en orden alfabético. Por ejemplo, estábamos viendo en el proyecto sobre el rociador, queríamos saber hasta cuánto podía estar del techo. Esa información estaba en el manual, pero nos tomó mucho tiempo poder encontrarla.

También debería haber un software que pueda poner la normativa en el modelo y poder compatibilizar según la norma. Eso debería haber, porque sabes que pasa, que cuando tú ya terminas tu modelo, nadie ni nada te dice si respeta la normativa. Tú puedes tener todo el criterio y la intención de hacerlo bien, pero tienes que respetar cierta normativa.

¿Tú sabes cómo eran las revisiones por parte del cliente? ¿Revisaban planos o modelos?

(Revisiones por parte del cliente) En el caso del recinto Centro Acuático revisaban con las normas de la FIA. Entonces revisaban a través de Proyectista de Diseño que eran los diseñadores, la CONTRATISTA GENERAL y el cliente. Donde hicieron mucho énfasis en las revisiones fue en la torre de clavados, porque ésta tenía que tener una exactitud de +0.005.

¿Tú revisaste esas normas?

Revisé en el trampolín porque había una interferencia con una viga y la baranda no se podía anclar. La baranda no cumplía la normativa, es decir, todo era un caos.

La ISO también nos habla de establecer desde un comienzo los roles y responsabilidades de gestionar la información en un proyecto. Esto evita entre otras cosas el traslape de funciones. ¿Crees que hubiera servido esto al inicio del proyecto?

(Establecer desde un comienzo los roles y responsabilidades para gestionar la información) Sí hubo esto. Hubo como un organigrama. Eso sí CONTRATISTA GENERAL lo tiene bien esquematizado. El problema estuvo con los nuevos integrantes. Quienes recién se incorporaron al proyecto, la curva de aprendizaje era muy lenta.

En un momento tuvimos tanta carga de trabajo y no hubo un área de soporte CAD, todo lo tenía que hacer el área BIM, planos, modelos, metrados.

Hubo un periodo de trabajo en que solo utilizamos el CAD, no había tiempo para pasarlo al BIM. Te decían, por ejemplo, necesito el metrado de contrazócalos para ahorita, y el contrazócalo no estaba modelado, entonces usábamos el CAD. Era coger el CAD y hacer muchas polilíneas y sumarlas.

¿Se le atribuyó mucha responsabilidad al BIM?

Sí. Y en un momento, nosotros pedimos que se esclarezca el alcance del área BIM. Nuestros límites. Como tu dices, es importante definir claramente responsabilidades. Yo pienso que la responsabilidad de Proyectista de Diseño fue entregar un modelo compatibilizado y real, y que sirva para construir. El problema ocurrió por múltiples razones, no se trabajaba en conjunto, se trabajó en distintos horarios, la plataforma, el BIM 360, tomaba mucho tiempo descargar el modelo todos los días. Perdías 3 horas en descargarlo (velocidad de internet, muchas personas en la plataforma, sobrecarga, la banda ancha, etc).

Las empresas que modelaban como Consultora BIM 1 y Consultora BIM 2, ¿Todos los retrabajos se lo cargaron a CONTRATISTA GENERAL?

Todo se lo cargan a CONTRATISTA GENERAL, porque tú terminas hasta donde decía tu contrato. El contrato decía: entregarme el modelo hasta tal etapa, hasta la revisión 5, por

ejemplo. Ocurría lo siguiente: a la revisión 5 le faltaba compatibilizar, pero el proyectista ya tenía que cobrar así que lo presentaba igual.

¿Cuál fue la principal causa del retrabajo?

Sí, Arquitectura e Instalaciones porque la subcontrata no podía instalar ese tipo de cosas.

¿Tú tuviste acceso al ACONEX?

Sí tenía. Como se llegó a sobrecargar todo, en oficina técnica hay un responsable del control documentario. Ellos te proporcionan los planos para que tú construyas. Esos planos deben estar debidamente firmados ya que son planos contractuales.

El responsable del control documentario era el encargado de subir y descargar del ACONEX, toda documentación contractual con el cliente. Una vez que nos sobrecargamos, uno mismo debía ingresar al ACONEX, entonces ya no podías imprimir ni nada. Tú veías el ACONEX y ya tenías que ingresar y ver.

Llegó un momento en donde nosotros ordenamos todo. Control documentario tiene una serie de pautas sobre cómo ordenar la información, y el control documentario es el único encargado de acceder a la plataforma y administrar, y hubo un momento en donde se nos concedió eso.

¿Solo los de Control Documentario tuvieron acceso al ACONEX?

No, todos tuvieron acceso al ACONEX.

¿También tuviste acceso al REVIZTO?

Sí. Había una cuenta de REVIZTO por recinto. En la etapa de diseño si hubo varias cuentas, pero en la etapa de construcción hubo 1 solamente. Lo redujeron a 1 cuenta.

¿Eso era porque en construcción el uso del REVIZTO pasó a una gestión de RFIs? o ¿También resolvían incompatibilidades?

En realidad, en construcción no debería haber RFIs. Si una obra utiliza el BIM en el diseño, en la construcción la cantidad de RFIs debería ser mínima.

Queremos saber, ¿Qué se gestionaba por el ACONEX y que cosas por el REVIZTO?

En el ACONEX subías todo el requerimiento, todo tipo de documento oficial del proyecto. En el REVIZTO no era oficial, y al no ser oficial, muchas veces no era tomado en cuenta. Tú podías en el REVIZTO marcar 10 incidencias, luego el residente lo veía y decía: "Ya ok, que me llegue por ACONEX". "Qué me llegue por correo". "Que me envíe por RFI decía". Hasta que él no tuviera algo oficial, no lo resolvía. El REVIZTO no era oficial.

¿Para ese caso tuvieron un protocolo de comunicaciones para saber por qué medio comunicar? ¿Es un documento?

Sí. Es toda una cadena. Cómo llega un RFI, cómo pasa. Cómo yo siendo producción lo recibe, cómo la subcontrata lo recibe, es todo un procedimiento. Hay un manual de gestión de CONTRATISTA GENERAL donde figura dicha gestión.

¿Y cómo le daban prioridades a los RFIs?

Le damos prioridad Alta, Media y Baja. Ahora, lo del ACONEX ya se utilizaba en CONTRATISTA GENERAL. El manual de gestión de CONTRATISTA GENERAL también ha tenido ese procedimiento de RFIs, no es nuevo.

Yo pienso que el REVIZTO ha debido de utilizarse más. Se ha debido sacar más provecho de esa herramienta. Enrique sí se preocupaba en utilizarlo lo más posible, daba capacitaciones a

todo el equipo sobre su uso. Pero llegó un momento donde no se atendía y solo se atendía el RFI como prioridad.

“Yo no voy a hacer nada hasta que tu no me des algo oficial”. El RFI era la única forma de hacer valer tu adicional, entonces para el tema de adicionales de las subcontratistas el ACONEX era el único medio.

En un momento los RFIs se gestionaron por el correo, pero el correo tampoco era algo oficial. La indicación fue todo por ACONEX.

En el mes de marzo, cuando la arquitectura ya estaba cerrando, yo entré a apoyar a verificar los adicionales. Yo no conocía tanto ese escenario. El jefe de oficina técnica me pidió que lo ayudará en tal adicional. Me dijo: Lo que pasa es que en el centro acuático había un tímpano. En ese tímpano debían cerrar con *drywall*. En ese tímpano habían puesto una cara de *drywall*, lana de vidrio y su estructura; y el cliente había dicho que eran 2. Lana de vidrio 2 capas y estructura 2 capas. Era un *sandwich*. No querían pagar, estaban observando, y lo que tú tenías que hacer en este caso era indagar desde el inicio ese caso, lo que el ingeniero de OT me dijo fue: “[nombre anonimizado], ve desde los planos de diseño contractualmente que fue lo que nos entregaron, coge el primer plano de Proyectista de Diseño que está en el ACONEX”. En el ACONEX se pueden ver las versiones de los documentos, en Tabiques se llegó a la versión 4, pero la 0 es la primera. Hasta la versión que se aprobó tenía que verificar toda la trazabilidad de los planos que había desde la licitación; porque teníamos que sustentar nuestro adicional.

Entonces busqué el plano de licitación, te decía 2 capas, sandwich. Busqué el plano entregable revisión 0, salieron también 2 capas. Busqué el plano sketch (planos para construir) y decía una capa.

Pero, ¿Cuál tiene validez? ¿El sketch o el que estaba en el ACONEX?

El sketch se subía al ACONEX, es decir sí tiene validez. Estaba como revisión 1, ósea sí valía. Y por eso habían construido con 1 capa, porque eso decía en el sketch.

¿Y el sketch no salía del modelo? ¿Por qué el sketch y el modelo no coincidían?

Sí, lo que pasa es que en ese momento ya se tomaban decisiones (apresuradas de campo). Se consultó con el arquitecto y se preguntó por qué se hizo el sketch con una capa de drywall (cuando en realidad eran 2 capas), y él respondió que porque no era necesario 2 capas. Entonces el mecánico lo refutó diciendo que sí era necesario, que él había hecho su cálculo de todos los ductos y extracciones con 2 capas porque con 1 no le daba. Efectivamente tenía que ser 2 capas. El adicional no les pagaron (a CONTRATISTA GENERAL). Eran como 610m2 de lo mismo. Lo peor es que ya no se podía instalar ahora con 2 capas. Fue todo un retrabajo.

Todas las acciones de mejora (como CONTRATISTA GENERAL), por tratar de mejorar, o no compatibilizar, no trabajar en conjunto, el cliente no asumió los adicionales.

¿Qué faltó? ¿Faltó compatibilizar el modelo con los planos sketch?

Sí, faltó trabajar en conjunto. Yo lo que hubiese hecho como coordinador BIM:

Mire, este es el tren de trabajo, pido una reunión todos los lunes, arquitectos, especialistas en instalaciones, todos. Llamo a reunión y presento, ya miren vamos a cerrar este tímpano. El tímpano se está haciendo así de 1 cara, y ahí hubiese saltado ese problema.

Al inicio sí hubo este tipo de programación semanal, pero después ya no.

En la obra no había tiempo para que puedas sentarte (hacer un break) y estudiar. Y eso es muy necesario, porque de esa manera uno se anticipa. Había reuniones de producción, pero muchas veces el equipo BIM no podía ir a esas reuniones porque tenía carga en oficina técnica.

¿El modelo no se usó para ver la programación en obra?

Llegó un momento en que no. Solo se hacía lo que se necesitaba, pero no se analizaba. Justo en este caso, [nombre anonimizado], que era el gerente del Centro Acuático dijo: "Yo necesito en área de producción un BIM y en oficina técnica un BIM". Esto porqué producción utilizaba el REVIZTO, pero tampoco es que supieran usarlo bien. Se trataba de hacer cortes, ver cómo es; y ellos en eso informaban a Oficina Técnica, pero ellos necesitaban un soporte. En ese tiempo que les comento, donde nos saturamos de trabajo, el soporte BIM ya no se daba a producción, se daba a Oficina Técnica solamente.

Eran 2 partes: Producción y Oficina Técnica. Producción se encarga de construir todo y el soporte de producción es Oficina técnica. Si yo necesito un plano para construir, voy donde oficina técnica y le pido el plano. Oficina técnica elabora el plano (sketch), lo pasa a control documentario, y luego control documentario se lo pasa a producción. Con ese plano calidad libera. Ese es el ciclo. Pero, llegó un momento en que todos los requerimientos de producción no eran atendidos por el área BIM (Oficina técnica). Entonces, producción pidió que también tenga su área BIM, como soporte.

El proceso es, yo si necesito un plano voy donde control documentario y le pido el plano de tabiques, por ejemplo. Entonces ellos respondían, ya ese plano está en el 1002, y te ibas. Cuando se sobrecargó todo, uno mismo tenía que buscar. Te daban acceso al ACONEX y ahí te ponías a buscar el plano que necesitabas.

¿Y cómo era esa búsqueda en el ACONEX? ¿El ACONEX tiene un índice?

No, no tiene una buena búsqueda. Tenías que ir 1000, 2000, así, ir verificando, buscando. No había un orden, porque todos los documentos se suben así, solo por código. Sketch 1100, Sketch 1200, etc. Y ahí fue cuando nosotros alimentamos un log de planos y alimentamos carpetas de planos. Ósea, si hacíamos tabiques, para ubicarlo rápido, creamos una carpeta de

tabiques y hacíamos un log, los sketches de tabiques son del 1001 al 1100. Entonces, los que usaban el ACONEX veían el log, buscaban tabiques y veían 1100.

Yo pienso que trabajar en el ACONEX debió ser más dinámico, porque en el ACONEX tu tenías que saber el código del documento; eso no es práctico.

Claro, ¿Y qué pasa si te doy una hoja con los códigos de los documentos?

Exacto, sí. Nosotros hicimos un log, que era pasar todo lo del ACONEX a un excel, y cada vez que hacíamos planos íbamos alimentando el excel, ese era el trabajo de control documentario, hasta ahí llegó el BIM. El BIM se heló. Tu creabas un sketch, imagínate, el 2500 y abrías el excel, y ahí subías 2500, con el nombre del documento, y la clasificación: Tabiques, puerta, muro, etc. Luego, se informaba (junto con el excel): "Señores, se subió el archivo 2500 correspondiente al plano de …".

¿Los excel cómo se actualizan con los demás? o ¿Se informan solamente?

Si, se informaba solamente. El excel no era compartido, se duplicaba información. Tenías que dejar líneas cuando ibas a producir más de 1 sketch. "Estoy creando 2 sketchs más, déjame 1 línea más". "Ok, yo sigo en la siguiente línea".

Sin ese excel, el uso del ACONEX se volvía muy complicado. Buscar un documento tomaba mucho tiempo, por eso es que ideamos lo del excel, con los códigos de los documentos y planos.

En ese proceso, mientras nosotros hacíamos lo del log con el excel, producción, por otro lado, la veía negra, porque necesitaba construir, y necesitaba los planos sketch que estaba pidiendo.

¿Cuándo cerró la etapa de diseño?

Diseño cerró en MARZO 2018, donde tenía que cerrar. Empezó en AGOSTO, yo entré a PROYECTISTA MEP en AGOSTO.

¿Cuántos meses fueron de construcción?

Se acabó cuando iniciaron los juegos. El as built aún sigue. Pero es un as built no real porque hay cosas que están enterradas y no habrá manera de saber dónde.

¿Quién hace ese as built?

Hay varias subcontratistas, Consultora BIM 3 por ejemplo.

¿Cuáles fueron los principales problemas en la producción de los modelos?

El primer problema fue que no se cerró en la etapa de diseño de CONTRATISTA GENERAL.

¿Para ti, el nivel de detalle establecido era adecuado para la obra?

No.

¿No se llegó al LOD establecido o no era el adecuado?

Se llegó a un nivel bien alto. En arquitectura se llegó a un nivel bien alto. Por ejemplo, bloquetas hasta 2.80 y lo encimas con *drywall* cortafuego en una cara y estándar en la otra cara.

¿Lo que hizo Proyectista de Diseño sí tuvo buen nivel de detalle?

No… Lo que pasa es que el modelo de Proyectista de Diseño tenías - por decir - un muro de 6 metros cuya familia decía bloqueta. La familia bloqueta. Eso no se podía construir, entonces lo que hizo Contratista General fue dar pautas con las reuniones con los estructurales: “Me construyen los muros hasta 2.40m y algunos hasta 2.80m según espesores, y sobre esto, la enciman con *drywall*, pero si hay falso cielo lo enciman 10 arriba. Si es cortafuego enciman todo”. Ósea, imagínate, era volver a diseñar todo.

¿Y por qué no salió esto al comienzo? Entiendo que Proyectista de Diseño fue a las oficinas de Contratista General al comienzo…

Sí, lo que pasa es que Contratista General estuvo a cargo de las ingenierías, pero no había un área de Contratista General destinada a verificar Arquitectura. Si Contratista General hubiese hecho un filtro en Arquitectura… Toda la Arquitectura lo dejó a cargo de Proyectista de Diseño. "Ya, cerramos el modelo". Y Proyectista de Diseño dijo: "Sí, el modelo te sirve para metrar". Proyectista de Diseño, incluso, presentó un informe con el listado de objetos que se podían metrar directamente de sus modelos.

Nosotros recibimos y no pues, ya te estoy contando el caso de las bloquetas.

Perdón, nos ibas a contar los principales problemas de la producción de los modelos.

El primero fue que en la etapa de diseño no se terminó de compatibilizar. Un modelo que no está compatibilizado y se entrega a obra no sirve, se genera retrabajo. Esa sería la principal.

Lo segundo fue que, al no hacerse un filtro del modelo, una buena revisión, no tenía partes técnicas para construir. Como te decía, venía el especialista de HVAC y te decía: "Yo no puedo hacer esto". Venían y te chancaban el modelo…

¿En el centro acuático estuvo Proyectista de Diseño Estructural 1 o Proyectista de Diseño Estructural 2?

Proyectista de Diseño Estructural 2.

¿Y hubo problemas con su modelo estructural o no?

Proyectista de Diseño Estructural 2 fue una de las empresas que solucionaba más rápido las interferencias para el caso de estructuras.

¿Pero también lo revisaba la Contratista General?

Sí. En el caso de estructuras, Proyectista de Diseño Estructural 2 hacía *sketchs* a mano. Tú le presentabas el problema y ellos a mano te hacían un sketch, porque había errores hasta de vaciado. La losa se tenía que vaciar hasta acá y ellos vaciaban hasta acá. Si vaciaron ellos hasta acá, acá había una bloqueta, esas ya eran cosas de campo.

Con respecto a las brechas con respecto al diseño y la construcción, ¿Cómo se puede elaborar un diseño que sea construible, se puede integrar al constructor en el diseño o diseñadores que sepan de construcción? ¿Cuál sería tu idea?

Yo pienso que lo óptimo debe ser que, en todo el ciclo, si se va a diseñar y se va a llevar todo el modelo hasta la construcción, que participe el mismo equipo. En el caso de los coordinadores, ellos han participado desde el diseño y esto ha ayudado a que el trabajo en obra sea un poco más dinámico, y ellos ya sepan dónde están.

Yo pienso que desde este punto también en el equipo se tiene que integrar personas especialistas en su campo, ya sea en arquitectura, MEP, estructuras.

Como les explico, si tú en diseño sabes cómo se va a construir, tu modelas con ese concepto. Por ejemplo, en estructuras, si tú sabes que en algún momento los nudos entre columnas y vigas va a tener otro rendimiento, otro costo, entonces lo modelas aparte, entonces, si tú tienes experiencia en obra y aportas en diseño, mucho mejor.

Pero digamos, el modelador es un puesto técnico y el que le da ese input es el coordinador, entonces (tú dices) coordinadores que sepan de la especialidad que estén viendo…

Sí, el coordinador en realidad debe saber de todo.

Sí, pero saber de todas las tres especialidades es muy difícil.

Pero el modelador para eso como soporte al coordinador debe ser especialista en su campo, y debe tener experiencia en obra. El modelador no puede ser alguien técnico que diga dibujo, no es un cadista.

Y Contratista General no filtraba lo de Proyectista de Diseño porque no tenía ese *expertise* de Arquitectura de repente…

No tenía un equipo de arquitectura asignado claro, pero además porque es una firma inglesa. Es una firma inglesa que me asegura tener experiencia en un montón de obras, entonces, la Contratista General confió plenamente en la Proyectista de Diseño Arquitectónico.

En cuanto al BIM ya en obra. ¿Cómo era el BIM en obra? Tenían reuniones de LPS, nos comentabas, y ¿Cómo integran este LPS con toda la metodología BIM?

Las reuniones las dirigía producción. Las reuniones del BIM se adicionaban a la reunión de producción. Producción tenía reuniones semanales, como ya les decía que es lo mejor, que tu anticipes que vas a hacer la próxima semana. Producción se reunía y decía: "Ya, vamos a atacar esto, que falta, ya pedí sus materiales, ya listo OT". Mandaban correo.

¿Por qué no se pueden integrar a esas reuniones?

Nosotros nos integramos. Tratábamos de integrarnos, pero ya saben las actividades. Entonces, cuando nosotros nos integramos en las reuniones el proceso era más fluido. Porque cuando ellos tenían, por ejemplo, una duda, nosotros ya habíamos visto esa duda y podíamos anticipar. Por ejemplo, ellos decían ya mira vamos a atacar tal zona y tú le decías sí en esa zona pasan tales tuberías, llevábamos el modelo a la reunión y les decíamos, ya mira tú vas a cumplir esta zona y en esta zona van a haber tales cosas. Hemos considerado esto decían. Ya y el gerente toma en cuenta esto, tu, tu y tú, encárgate de esto otro. Era más dinámico.

¿Lo que nos dijiste antes que el diseño se debería integrar a construcción, en coordinadores si se hizo, pero también se debería integrar a los modeladores?

Sí, en sí, todo puesto debería integrarse más. Todo el equipo. Modeladores si hay en obra, por ejemplo, si me mandaban a modificar todos los tabiques, sí había un modelador que me apoyaba.

Pero me dijiste que en obra se modificaba en CAD más que nada.

Ya casi en la parte final, como te decía contrazócalos. Pero en las partidas fuertes sí se hizo en Revit, ósea el Revit sí sirvió de mucho en las partidas fuertes como tabiques, dinteles, pisos…

¿Y la Contratista General, eso lo integra con otros documentos tipo resultados operativos? ¿Con sus documentos de costos se integran o no?

Nadie hizo ese análisis, y sería bueno que se haga, pero como te decía que no ha habido reuniones integradas con OT, con los especialistas, con las subcontratistas, hay adicionales que la Contratista General ha tenido que asumirlas, porque Lima 2019 te decía que no te podía pagar.

Por ahí en alguna entrevista nos comentaron que con esto que el modelo de diseño cambiaba constantemente, pasó que una subcontratista había vaciado una zapata y a los pocos días el plano ya estaba desfasado algunos metros, entonces, nosotros pensamos que tal vez se perdía la confianza con estas subcontratistas o en todo caso se perdía la confianza en el BIM. ¿Como lo supieron manejar?

Ya no confiaban en el modelo. Algunas subcontratas modificaban el modelo según su criterio. En el centro acuático se le dio a la especialista de HVAC: “Toma el modelo, tú hazlo”.

¿Las subcontratistas modificaban el modelo?

Sí. Tú como subcontratista, yo (Contratista General) no te he debido decir “hazlo”, “modifica tú según tu criterio”. Nosotros modificamos (subcontratista) pero luego tú (CONTRATISTA GENERAL) dirías, “no, eso no es así”.

¿Pero ahí cuál es la solución, que lo haga la Contratista General o que lo hagan los dos juntos?

Ha debido ser un trabajo en equipo. Lo que pasa es que aquí surgió lo siguiente: “Mira, mi plano acá dice esto, pero tú me estás diciendo que haga esto otro, te voy a cobrar un adicional”.

¿Con los contratos NEC es cierto que el cliente era más abierto a aceptar adicionales?

No, hay adicionales que no le han aprobado a Contratista General. Yo creo que ahí ha habido una falta de coordinación entre Contratista General, cliente y el diseño (Proyectista de Diseño) que eran las cabezas. Porque muchas veces el cliente por quedar bien, pasaba por campo y decía: “Sácame este piso”, y tu veías que picaban los pisos de los baños a cada rato, por ejemplo.

Luego, le decíamos al cliente: “Hemos picado 3 pisos de los baños, quiero un correo que tú apruebas ese adicional, porque tú dices que se van a picar los pisos de los baños”. Y respondieron: “Cuántos pisos se picaron?” “3”. “No, mejor déjenlo así”. No quería mandar un correo con los adicionales.

Entrevista E6

Cargo: Coordinador BIM

Lima 2019 nos habló de una visión de legado. ¿Cómo cree que esto influyó en el proyecto? ¿Se vieron reflejadas estas prioridades en el proyecto?

Cierto cuidado sobre ese proyecto, pero más que nada nos enfocábamos en los juegos. En sí, el contrato estaba hecho para el legado, la CONTRATISTA GENERAL iba a construir para el legado, pero tenían que entregar un hito en cierto tiempo para los juegos. En el modelo esto implicó tener 2 fases. En el REVIZTO teníamos únicamente el modelo para el legado, pero no teníamos para los juegos.

Si has podido ver en los juegos había sillas, no de concreto, sino sillas temporales. Tribunas temporales. Todos estos montables que iban a servir para los juegos, no las modelamos, porque nosotros como CONTRATISTA GENERAL trabajamos el modelo como legado. Se estableció que quien se encargaría de los juegos y las habilitaciones de estos módulos temporales como tribunas, baños, etc. Sería Lima 2019. Ellos eran los encargados de esas implementaciones. Tengo varios ejemplos de aplicación.

Yo me acuerdo que los de Lima 2019 querían que yo haga la elevación de un cajón de 20 baños públicos temporales que iban a estar por un sector del polideportivo y que yo tenía que compatibilizarlo con un buzón de sanitarias. Y se dio que lo tenía que mover porque ese buzón entorpecía esa configuración temporal. Sin embargo, hubo cierta controversia porque ese buzón en el modelado tenía una posición, pero para los juegos tenía que compatibilizarlo en 2 horizontes o metas. Pero para los juegos me salía en una situación poco técnica, entonces hubo ciertos conflictos en eso. Eran pocos, pero más o menos te voy dando algunos ejemplos de los

problemas que tuvimos por trabajar con 2 metas. Una meta que era llegar a los juegos, que era entregar el casco y más allá, el modelo del legado.

Si la memoria no me falla, ustedes se enfocaron en el legado, pero acá había un problema porque hubo áreas en las que - tal vez - en legado decía mantenimiento o áreas de almacén, pero en juegos era un área común digamos. Entonces, como esto tuvo implicancias en la construcción, y qué tan cierto es que REVIT tuvo una pestaña de Legado y otra de Juegos, como nos comentaron.

Claro, sí, había pequeñas diferencias entre una etapa y la otra, que teníamos que detectarlas. Por ejemplo, en el centro acuático había unos muros que se iban a levantar después de los juegos, y eso teníamos que tenerlo mapeado. Pero los almacenes, por ejemplo, en general, las obras complementarias, livianas o temporales, solamente veíamos que esté bien ubicado, que cumpla su función, pero no las detectábamos como una incompatibilidad, porque eso formaba parte de otro equipo, que era el equipo de Lima 2019.

¿Ustedes como contratistas generales tenían que construir para los juegos?

Nuestro contrato, entiendo, que era para legado. Legado es, por ejemplo, tú tienes la sala de tu casa y vas a hacer una fiesta para tu cumpleaños. Esa sala para tu cumpleaños sería toda una sala grande, pero después de la fiesta esa sala se convertirá en un dormitorio. Yo dejaré listo todo para que puedas habilitar tu sala, con tomacorrientes, iluminación. Lima 2019 eran los que organizaban la fiesta (traían todos los baños públicos, cartelitos, butacas extra, etc) y el CONTRATISTA GENERAL se enfocaba más en dejar todo listo para que pueda convertirse en dormitorios.

¿Usted como coordinador BIM desde el diseño del proyecto hasta la construcción, ¿Cómo te llegaron los requerimientos del proyecto? ¿A través de algún documento?

Documento específicamente, no me acuerdo. Supongo que nos habrá llegado en algún correo, pero más que nada nosotros nos enfocábamos en el modelo y en los estándares que teníamos. El tema de legado me parece haberlo visto en el Plan de Ejecución BIM. El modelo BIM del Proyectista de Diseño Arquitectónico era muy bueno. En ese momento era uno de los mejores modelos BIM que había visto.

La ISO nos habla de mapear y establecer los roles y responsabilidades de la gestión de información al inicio del proyecto. ¿Pudiste ver algo de esto en el proyecto? Una matriz RACI, tal vez.

Sí, en el PEB había roles y responsables. Lista de quién era responsable de qué ingeniería y del modelo de esa ingeniería. El Plan de Ejecución tiene sus roles, el PEB tiene los alcances del modelo, los roles, los protocolos. El Plan de Ejecución tuvo los roles de todas las empresas no solo de la CONTRATISTA GENERAL.

Considerando que el proyecto fue un *fast track*, ¿Cómo era el cronograma de entrega de información al cliente?

Al comienzo del diseño, donde entregábamos los paquetes de planos. Lo que pasa, es que como coordinadores BIM estábamos detrás de los planos para que salgan bien hechos. Tenían un cronograma de entregas de acuerdo al diseño, estos eran: M1, M2 y M3. Teníamos entregas progresivas, luego en la construcción ya teníamos hitos. 11 o 13 hitos me parece, que era desde la entrega de la cimentación, el casco, los techos, instalación de hidroeléctricas. El BIM ha estado detrás de estos hitos ayudando a que estos hitos se logren.

¿Los modelos BIM también se compartían? ¿Era un requerimiento de ellos?

Sí, les pasábamos el Naviswork. Lo recibían como un archivo contractual, supongo que lo pedían. En un momento, llegaba la entrega y nos decían: "Adjunten su modelo Naviswork". Pero, más que nuestro modelo, yo sentía que la verdadera entrega estaba en los planos, cuando entregábamos los planos al cliente yo me sentía satisfecho, y el modelo era como un acompañante porque el resultado de los planos era el modelo.

¿Los planos salían del modelo directamente?

Para arquitectura, estructuras sí. De MEP eran en CAD, teníamos que estar atrás de los planos.

¿Cómo fue la gestión del cronograma de entrega de información del proyecto con las diversas especialidades? ¿Se pudo integrar el cronograma de las distintas especialidades arquitectura, estructuras, MEP?

Se pudo gestionar esa información sí. Se gestionó con el coordinador de ingeniería. Yo gestionaba los modelos, de tal manera que ayuden a que esos planos se hagan bien. Yo gestionaba la información del BIM, como Revit, Naviswork, vistas. Yo tengo una manera de ver esa parte como una gestión mía, pero de los entregables eléctricas, sanitarias (MEP), eso lo vio el coordinador de ingeniería, él era como el jefe de proyectos. El coordinador de ingeniería de mi recinto era [nombre anonimizado].

¿Cómo fue la gestión del BEP con las demás especialidades? ¿Se pudo revisar el BEP entre todos? o ¿El BEP que establecieron ustedes se mantuvo a lo largo del proyecto?

¿En este BEP que incluye la lista de roles y el alcance del modelo, se pudo compartir con las distintas subcontratistas?

Sí, en cada subcontratista de diseño teníamos un modelador en cada empresa para que levante la información de nuestro proyecto que era la Videna. Ellos estaban soportados por una persona capacitada en el modelamiento. Para que puedan verlo como seguimiento, sí era un seguimiento

hasta el M3 teníamos que levantar todas las observaciones. Llegada la entrega obviamente la curva de incompatibilidades iba bajando, y bajando. Como teníamos cada vez menos observaciones retirábamos gente de esas empresas. Por ejemplo, en el tema del gas, que ya estaba definida, ya quitábamos un modelador para que vea esa especialidad. Ya solamente lo gestionábamos y controlábamos en planos. Pedíamos información y al día siguiente teníamos que levantar esa información y llevarla al Revizto. El Revizto era la herramienta donde todos los subcontratistas de diseño podían ver el modelo.

¿Qué tan importante era para los modeladores el PEB? ¿Quién se encargaba de actualizar el PEB y compartirlo con los demás?

En la práctica, les enviábamos los roles. En cada reunión recalcábamos el responsable. Más que nosotros teníamos un encargado BIM por empresa, había un responsable por empresa, quien se encargaba o era el responsable. No es que le echábamos la culpa al modelador si es que la información no se levantaba, siempre en las reuniones hacíamos hincapié al responsable de la empresa, ya sea de Proyectista de Diseño Estructural 1, o cualquier otra, le decíamos al jefe del proyecto de la subcontratista: ¿Y qué pasó con el modelo? Porque tú tienes que entregar los planos cierto día y había cierta responsabilidad que era notoria.

Ahora, ¿estaba actualizado este BEP?

Con los días sí, pero al final, casi llegando a la entrega, se concretó, se hizo, se entregó al cliente el PEB.

Claro, pero digamos los modeladores de estas empresas, por ejemplo, todos tienen que tener un estándar de información, ¿el PEB es un documento fundamental para ellos?

Sí, era una guía. Si te das cuenta, en esta guía todos pueden ver el estándar de colores, la información principal, por ejemplo, los modeladores de estas empresas veían el estándar de

colores que había en ese plan de ejecución BIM… Yo les daba la responsabilidad de que lo hagan tal cual el Plan de Ejecución BIM, y obviamente yo veía que entre ellos se ponían de acuerdo, a veces, y decían, "Bueno vamos a compartir un archivo y yo hago los colores y lo reparto a lo demás", obviamente se guiaban bajo ese estándar. Los códigos también estaban en ese PEB, y también ellos lo hacían.

Principalmente se comparte con ellos el PEB, ¿Se le compartió a alguien más?

En general, todos podían tener acceso al documento PEB. No recuerdo haberle restringido la documentación a alguien que no esté en el proyecto. Necesariamente los subcontratistas sí, pero para los cadistas de estas empresas de repente ya no era tan importante que lo sepan [acerca del documento BEP]. De repente con que lo sepa el modelador y el jefe de proyecto, suficiente.

¿Cómo establecieron los requerimientos de información a las subcontratistas que diseñaban en 2D, los de MEP? ¿Cómo eran los requerimientos de información para ellos?

Planos y la experiencia de los modeladores para que lo representen en el proyecto, y las recomendaciones de las subcontratistas de diseño. Eso como requerimiento, no había, que me acuerde, un requerimiento adicional. La limpieza de esos planos era propiamente del modelador.

¿En el tema de cómo se les dice a ellos para que trabajen colaborativamente con el modelador?

Ah, claro, mira ahí hay un tema. Ese subcontratista no hace únicamente el proyecto La Videna, hace varios proyectos. El contratista veía al modelador como un usuario más, y a veces, hemos llegado a la conclusión de que los modeladores hemos gastado demasiadas horas hombre de modelado, en esa parte, donde no había tanto trabajo para modelar. Había días en donde los chicos estaban muchas horas sin modelar, porque no avanzaban los proyectistas, o no tenían

una entrega. Entonces, los modeladores teníamos que darle otras tareas, por ejemplo, [nombre anonimizado] que estaba en una empresa que le ayude a otro modelador que está en otra empresa. Los requerimientos por parte de esta otra empresa no había otros documentos aparte, solamente el PEB, y con las indicaciones del caso, que deben entregarles los planos a ellos primero, o una idea, un boceto, cómo podría modelar una representación del diseño, de repente, sin tener el AutoCAD listo. Pero, no era un requerimiento, era algo verbal, un hincapié, una llamada de atención en una reunión. Había un flujo que [nombre anonimizado] tenía, con eso se entendía mejor. No hicimos un flujo per sé, estándar.

Para las empresas que sí modelaban en 3D, ¿Cómo fueron los requerimientos que ustedes les transmitían?

A Proyectista de Diseño Estructural 1, PROYECTISTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL 2… Había un problema con los retrasos de los planos. Las ingenierías no las terminaban en cierta fecha. Con Proyectista de Diseño Estructural 1 tuve inconvenientes, pero sobre los requerimientos, eran documentos más allá, me acuerdo que teníamos que sacar metrados y estos no se especifican en el Plan de Ejecución BIM. Sacar metrados era algo más técnico, teníamos que darles unos protocolos para que pudieran asignar parámetros a los modelos. Les dimos unos protocolos simples, para que pudieran asignar la información, para que puedan hacer los modelos. La información de ellos hacia nosotros, igual, ellos subían su información en el BIM 360, lo cargaban a la nube, nosotros lo descargábamos y lo llevábamos al Revizto.

¿Había estándares externos o internacionales para el tema del nivel de detalle, para que esté todo claro el alcance de ellos, hasta dónde debían llegar con el modelo?

No, era un LOD 300. En resumen, el modelo, los elementos en sí, tienen LOD particulares por categorías, y no, solamente utilizamos las definiciones del LOD, *Level of Detail*.

Nos comentas que como coordinador BIM, gestionabas la producción de los modelos, entonces, ¿Cómo medían el avance de los modeladores? De repente tenías algunos indicadores o métricas de producción…

Claro. La lista de planos. En la lista de planos, más o menos, eran 100 planos y tienes que tener columnitas de revisado, actualizado, ¿Cuántos planos tienes revisado, actualizado? El modelador tiene que abrir todos, como modelador esa era la chamba, abrir toda la información. Luego tenía que ver cuántos planos eran revisados, si eran muchos planos, obviamente ya no le alcanzaba el día para terminar de modelar todos esos cambios, entonces lo que debía empezar a hacer es la revisión con los *checks*, entonces más o menos, ver donde hay cambios y medir, ejemplo, el 100% de los planos están actualizados y revisados. O de repente podía ocurrir que el 80% de planos estaban revisados, y falta el 20% porque todavía no entrega el cliente; y de esos 80% de planos revisados, el 10% tienen cambios, así es que, vamos a modelar ese 10% y así distribuían la carga.

Ok sí, eso en la parte de las revisiones de los planos, pero en la parte de compatibilización de los planos…

Sí, más o menos, llegando a obra. Por lo general, lo que yo hacía, era una compatibilización general. A ver más o menos, te pongo en contraste con lo que es en obra. Planificación *Four Week* y *One Week*. Es decir, el constructor planifica lo que tiene que hacer esta semana y en las semanas siguientes, en su *Three Week* o *Four Week*. Entonces, más o menos, la misma idea. Yo compatibilizaba en un horizonte de tiempo más amplio. Primer piso, segundo piso, tercer piso, más o menos, los ambientes y los problemas más grandes estén resueltos. El modelador lo que hacía era una compatibilización más localizada, de acuerdo al cronograma de obra. Por ejemplo, si van a hacer, el primer piso o una sala, lo que tenían que hacer era ir a todos los planos y liberar ese ambiente. Como anticipándonos a los problemas de obra, pero más

localizado. Yo más veía el cronograma de las siguientes semanas. Los modeladores veían el día a día.

Yo veía temas más generales, como la azotea, los techos, la estructura misma. Y les encargaba a los modeladores que vean temas más específicos. Por ejemplo, “la compatibilización del cuarto de bombas tenía que estar lista para mañana, por favor, mientras yo voy liberando información de acá a 2, 3 semanas para el segundo nivel”. Entonces el coordinador BIM compatibilizaba a un nivel más general que el modelador.

Entendemos que hubo un *Big Room* en la etapa de diseño en las oficinas de la CONTRATISTA GENERAL. ¿Cómo ayudó esto al proyecto? y ¿Cuál era la dinámica de este *Big Room*?

El *Big Room* es una sala grande donde están los constructores, los especialistas y los modeladores. Yo lo veo como un caso especial, con mucha urgencia. Yo lo veía como una sala de urgencia. No necesitábamos hacer una reunión para reunirnos, simplemente estábamos todos ahí, hacíamos una pregunta y nos sacábamos de duda. Teníamos reuniones cortas de 2 o 5 minutos. Eso se logró con los de la Proyectista de Diseño Arquitectónico y los de la CONTRATISTA GENERAL, el equipo BIM y los de Consultora BIM 1, los especialistas no llegaron a estar en ese *Big Room*. Ellos siempre estuvieron en sus oficinas. En el *Big Room* los especialistas estuvieron representados por nosotros. Nosotros éramos los que levantábamos la información de ellos.

El Big Room duró aproximadamente 1 a 2 meses, o menos.

¿Y en ese momento ya tenían un modelo BIM inicial? con el que podían ver los temas de constructabilidad?

Sí claro.

¿En este *Big Room* hubo la necesidad de mandar incidencias? ¿En todo caso, porqué hubo esa necesidad?

Sí había. Por un tema de registro, trazabilidad. Como una factura o comprobante. Podíamos solucionar cosas en el aire, pero de todas maneras teníamos que tener un registro de lo que se hacía o modificaba. Las incidencias se registraban en el Revizto.

¿Además del Plan de Ejecución BIM, qué documentos se usaron como soporte para la producción del modelo BIM? La ISO nos habla de un documento de métodos y procedimientos de producción de información que puede estar incluido en el BEP como no, pero acá se detallan temas como la revisión del modelo, cómo es el flujo de trabajo de la revisión, aprobación, etc.

Claro, lo que había en ese Plan de Ejecución BIM eran los flujos de trabajo de la parte de diseño. Otro documento no era contractual, era protocolos internos de la CONTRATISTA GENERAL. Como el modelo central lo hacía la CONTRATISTA GENERAL, aplicábamos diligencias por parte de los jefes, [nombre anonimizado] o [nombre anonimizado], que hagan de esta manera. Por ejemplo, los Rooms.

Los rooms eran ambientes. Un room es una forma de nombrar un ambiente en el modelo, sala, comedor, etc. El room te da perímetro y área normalmente. Si le pones parámetros a ese room puede sacar metrados generales, no específicos, no como para expedientes, pero sí para sacar ratios cercanas para construir en el proyecto. Para el Proyectista de Diseño Arquitectónico le servía mucho esto de hacer los Rooms. Pero no recuerdo haber tenido un protocolo del cómo se hace el Room, ni que ellos tengan el orden de cómo hacer un room de cómo sacar la información. Eso lo hicieron ellos y nosotros no les dimos un documento contractual de cómo hacer el room, que sí hubiese servido. Ahora por el lado del modelado, había criterios de modelado en el estándar de la CONTRATISTA GENERAL.

¿Si el BEP fija estos criterios y metodologías de trabajo, entonces todos los coordinadores de los recintos están alineados en este mismo tema? ¿siguen el mismo flujo de trabajo?

Sí. Lo que pasa es que ahí los coordinadores no nos separamos, no nos disociamos. Y eso creo que fue bueno para no generar desorden. En todo momento teníamos reuniones entre coordinadores de diferentes recintos, y [nombre anonimizado] siempre nos ayudaba para el tema de hacer el estándar. Si yo tengo una idea, pues hay que compartirla con todos, tipo lecciones aprendidas. Éramos 4, y los 4 conversábamos sobre la aplicabilidad de esa idea.

¿Y estas reuniones eran programadas, entre los diversos coordinadores de los recintos?

[nombre anonimizado] nos reunía diariamente durante los 2 primeros meses hasta llegar a coordinar y armar un solo estándar, luego ya nos dejó más libres. Pero igual siempre nos reuníamos. Llegando a obra, los proyectos comenzaron a ser cada uno distintos con sus particularidades, pero el estándar ya estaba hecho. Algunas cosas que quedaron pendientes con los especialistas.

Y en el tema del Plan de Ejecución BIM, ¿Quienes lo elaboran? ¿Principalmente [nombre anonimizado]? ¿Tu formaste parte de este equipo que elaboró el PEB?

Lo hicimos los coordinadores BIM en conjunto con [nombre anonimizado]. Y el *know how* de la CONTRATISTA GENERAL, experiencias previas de la CONTRATISTA GENERAL.

Yo venía de una empresa y también de mi experiencia tenía una forma de trabajar, yo aporté cierta parte, [nombre anonimizado] también, y poco a poco se fue formando el Plan de Ejecución BIM. En las reuniones veíamos lo que faltaba. Armamos el flujo de trabajo en una reunión, cómo podíamos medir el tema de las incompatibilidades. Los modeladores no formaron parte de estas reuniones.

Ellos tenían el alcance y estaban más ocupados en resolver los problemas.

¿En temas de interoperabilidad no tuvieron problemas verdad? Eran básicamente archivos rvt. y del naviswork.

Ajá, claro.

¿Para ti qué es lo más importante que se extrae del BEP para la producción del modelo BIM? Los niveles de detalle, los flujos de trabajo, etc.

Lo esencial es el alcance. El alcance del modelo y los niveles de detalle. En ese momento yo lo vi porque tenía el equipo humano, el contrato era colaborativo. Ahora que trabajo con el estado no es tan así.

Si yo hago un LOD nivel 300, yo más allá lo podía aumentar porque iba a estar también en construcción. Yo diseñaba y yo construía, entonces si había algo que corregir más adelante, yo sería responsable de mis propios actos. En cambio, ahora que estoy en el estado, debo hacer un PEB, pero los contratos son disociados, el que diseña hace los planos y se va. Así que tengo que ser aún más estricto con la información que ellos producen.

Ahora más que nada, lo veo que es especificar el nivel de detalle.

¿Cuáles fueron los principales problemas en la producción de los modelos?

Yo tuve un problema específico. Yo tenía un proyecto que era una ampliación. El velodromo era una ampliación en realidad, entonces, mi mayor complejidad fue trabajar con algo que ya existe. Yo tenía un modelo as built que ya estaba hecho. No todos reciben este modelo as built. Llegar a recibir este modelo es todo un tema. Entonces, esto implicaba un riesgo, el hecho de saber si el modelo levantado era realmente lo que existe, a diferencia de un proyecto donde todo este por hacer. Cuando tienes un proyecto existente las interferencias son más frecuentes.

Yo me acuerdo haberle solicitado a [nombre anonimizado], más gente. Porque tenía muchas más cosas que revisar.

¿Tu recibiste la nube de puntos o recibiste el modelo compatibilizado en este as built?

Yo recibía la nube de puntos. La nube de puntos es una cascara solamente, no te da los ambientes, las barandas, la fachada, etc.

¿Claro, yo entendería que hay un paso más no? Que es de la nube de puntos, este cascarón, levantar el modelo, es todo un trabajo.

Claro.

¿Ese modelo lo levantaban ustedes como la CONTRATISTA GENERAL?

En todo caso, yo tenía el papel asignado para esa tarea, me dieron un modelador más para levantar el modelo a partir de la nube de puntos.

Como contratista general, ¿Cuáles son los recursos compartidos que se les facilita a las empresas modeladoras como Consultora BIM 2 y Consultora BIM 1? A parte del Plan de Ejecución BIM, las plantillas de Revit, información de referencia, para que no empiecen desde Cero.

Internet, familias de Revit. Las familias no fueron tan buenas en realidad. Esos recursos más que nada. La plantilla Revit obviamente sí. Acceso a la red, a mucha información de la CONTRATISTA GENERAL.

¿Cuál fue tu uso en la plataforma ACONEX? Entendemos que todos los diseños eran aprobados en ese medio.

Sí, pero más que nada los planos. Yo no tenía un usuario a mi nombre en esa plataforma, solamente era para los líderes de ingeniería para que puedan aprobar los planos. Era como una mesa de partes.

Yo me acuerdo que estaba en contra de que solo por la plataforma ACONEX se manejen los planos de manera contractual. Pero la verdad es que no había manera de como unirlos con la otra plataforma Revizto. Por la parte del BIM no usaba mucho el ACONEX.

Lo que sí, estábamos atentos a qué información estaban enviando mediante el ACONEX, ya que era más formal. El ACONEX es el periódico de ayer. Pero el chisme de la mañana ya no está en esa plataforma. Revizto, en cambio, era una herramienta de colaboración, no era contractual.

Entonces, para entender mejor, ustedes usaban la plataforma BIM 360 y subían los modelos ahí. ¿Pero quién sube los planos al ACONEX es el document control?

Sí, había un encargado. Nosotros le dejábamos los modelos en una carpeta compartida, nosotros no subíamos al ACONEX directamente porque no teníamos usuario.

¿Cómo era la aprobación de los modelos a través del ACONEX?

No, el ACONEX no formaba parte del flujo de información con respecto a los modelos. Lima 2019 tenía tanta información que revisar, que no se daba abasto para estar aprobando y revisando la información del ACONEX. No tenían un brazo técnico con capacidades del BIM. Así que, más que todo, se enfocaban en los planos. No hubo una manera como para que directamente nos aprueben los modelos.

Yo me acuerdo que Rocío nos comentó que el *document control* ordenaba esta información dentro del ACONEX para que sea disponible para todos, pero llegó un

momento en que esto ya no era así. ¿Te acuerdas algo de esto? En que, debido a la sobrecarga en obra, cada uno buscaba su información.

Claro, sí. Lo que pasa es que hay que entender que hubo diseño 100% y diseño ya en obra. El horizonte del proyecto ha sido grande. Yo en particular hablo más por la parte del diseño. Pero en obra si pues, como dices. Había muchísima información y teníamos que organizar todo en carpetas. El *document control* cambiaba de personal y eso también consistía en una barrera para nosotros (ya en obra). Algunos no sabían cómo organizar los modelos, los archivos que teníamos. Simplemente por recinto teníamos carpetas, como: planos, metrados y modelos.

En la producción de información, encontramos que algunos modeladores de MEP se quejaban porque el modelo de arquitectura cambiaba constantemente. Tu modelas algo y al día siguiente se mueve todo. Entonces, como se hace la gestión de los diseños, que nos dices que tenía que ver más el coordinador de ingeniería, pero cómo era este flujo para no malgastar horas.

Sí, había un flujo como te comenté anteriormente. En cada reunión nos percatamos cuáles son los últimos cambios. Había un flujo qué consistía en que todos modelemos hasta cierto día. Mi sesión ICE eran los miércoles, así que yo modelador, modelaba hasta el martes. La información del martes, yo llevaba esa información ya como plano a la reunión del miércoles. La llevaba como plano para la reunión, porque es una idea fresca que aún podía cambiar.

Recibíamos a veces, sorpresas por parte de la Proyectista de Diseño Arquitectónico, que se movían cosas del modelo y los agarraban un poco fríos a los modeladores. Los modeladores no iban tanto a esas sesiones, sino que por mi parte yo les consultaba a los arquitectos. Yo trataba de solucionar, ver porqué se ha cambiado, ver que todavía no lo suban al Revizto, hasta que la idea no sea aprobada en una sesión ICE, hasta que sea validado.

En la sesión ICE yo prendía y apagaba un modelo, versión 1 y versión 2.

¿Y ese tema se podía solucionar si es que arquitectura tenía una fecha de cierre?

Sí, se congelaba el modelo hasta tal fecha. Me acuerdo los horarios, ellos tenían que publicarlo los días viernes, el modelo. Y nosotros la siguiente semana trabajábamos con el modelo publicado del día viernes pasado.

¿En las reuniones ICE participaba alguien del cliente?

No.

¿Su contacto con el cliente como era, cuál era el canal?

Mediante correo electrónico. Revizto, ellos podían ver, pero no ingresaban. A pesar de que era un modelo colaborativo, igual había un antagonismo de cliente - contratista. Ese antagonismo siempre se va a notar, así que de parte de la CONTRATISTA GENERAL hubo un recelo en cuanto a mostrar toda la información de los modelos. Es decir, mientras más información le das al cliente, ellos podían criticarte aún más y hasta incluso, parar tu trabajo. Así que le mostraban el resultado más que todo, más que el proceso. Si es que la CONTRATISTA GENERAL involucra al cliente en el proceso de producir información, se meten en tu trabajo y perjudican el orden que tú tienes.

¿Claro, pero el cliente sí puede proponer cambios no? Hemos escuchado que a veces, Lima 2019 proponía cambios constantemente.

Claro, pero en Revizto no recuerdo haber visto mucha información sobre Lima 2019. Había indicaciones solamente.

A parte de la compatibilización de los modelos, ¿Cómo era el control de calidad de estos?

El control de calidad lo veíamos bajo ciertos parámetros. Había ciertas métricas. Nos paseábamos por el modelo y según a nuestra experiencia veíamos si la calidad del modelo

estaba buena o mala. Me acuerdo que teníamos una escala para evaluar cualitativamente la calidad de los modelos, del 1 al 5.

¿Y esta revisión de calidad la quienes la hacían? ¿Los coordinadores?

Coordinadores nada más. Tratábamos de que, con esas revisiones, en las reuniones no aparezcan horrores del modelado.

¿Era como evaluar el trabajo de los modeladores prácticamente no?

Sí claro. Era una manera de evaluar el trabajo de los modeladores.

Nos explicas cómo fue el uso del BIM 360. Si se tuvo algún problema al usarlo.

Fue una gran plataforma para poder almacenar los modelos, publicarlos y cargarlos. Sí hubo un flujo donde los modeladores y todos tuvimos las licencias del BIM 360 *Collaboration for Revit* y nos permitía trabajar colaborativamente el modelo en línea a través de la nube, ahí se sincronizaban los modelos con las demás especialidades. Al terminar el día, ellos subían el modelo por especialidad a la nube, y los líderes BIM descargaban esos modelos, los exportábamos al Naviswork y en el Navisworks le dábamos los últimos toques antes de llevarlo al Revizto. Lo que pasa es que en el Naviswork nos ayudaba con ciertas observaciones visuales para ocultar también, porque no, ciertas cosas que no queríamos mostrar. Se puede decir que, antes de llevar el modelo compatibilizado al Revizto, pasaba por un filtro por el Naviswork.

Y en el tema de trabajar en la nube con Proyectista de Diseño Arquitectónico donde la mayoría estaba en el Reino Unido, con otro horario.

Es sincronizar, actualizar y liberar. Te comunicabas con las personas que estaban en línea. Les podías chatear a las personas que estaban en línea y le pedías que liberen un modelo para que

uno pudiera actualizar. Si nos encontrábamos con ese tipo de barreras, las decíamos directamente.

El Proyectista de Diseño Arquitectónico también contrató arquitectos acá en Lima.

Con respecto a las reuniones ICE, cuáles fueron las diferencias más resaltantes entre las sesiones en diseño y las sesiones en construcción.

Las de diseño eran más dinámicas y contemplaban cambios muy flexibles porque básicamente eran planos. Estaban los subcontratistas venían con sus cadistas. Las de obra eran más rápidas y los cambios eran más alarmantes. Había menos gente porque todos trabajaban contra el tiempo y la diferencia enfática es que en diseño tu podías tener 50 observaciones y normal te ibas tranquilo a tu casa. En obra no, si tenías 5 incompatibilidades eran muy grandes, porque amarraban la toma de decisiones. Entonces las sesiones ICE se convertían en sesiones de ingeniería en obra.

Para llegar a estas reuniones, teníamos una reunión previa donde veíamos las incompatibilidades por prioridad y luego las enviábamos mediante un correo para que se vea la agenda de la reunión, pero en obra intentamos hacer esto, pero había más presión. Así, que estos últimos puntos no lo hicimos en construcción, solo en diseño.

El modelo BIM que se hizo en diseño, te parece suficiente para haber entrado a construir. ¿Sí hubo muchos cambios en el diseño, te parece que le pudieron poner más énfasis en el diseño, que te parece eso?

Siempre va a suceder eso. Siempre la expectativa de los planos nunca va a llegar a lo que vas a construir. Es algo que no se puede alcanzar.

Cuando llegas a la obra hay parámetros que se adicionan que son calidad de los materiales y tiempo. Esos parámetros te van a imponer cambios, sin duda. Por eso se hicieron los planos

sketch. Eran cambios de los planos, pero con más detalle, con un detalle para construir, y eso de manera contractual.

¿Y cuándo se resuelven cosas por contractual, cuando por ACONEX y cuando por BIM 360?

En el BIM 360 no se resuelven cosas, es una nube nada más. En las reuniones ICE se resuelven cosas cuando por experiencia. Yo era el primer filtro, llegaba el modelo a mis ojos, yo era el primer filtro, el segundo filtro era el coordinador de ingeniería. "Para mañana tengo estas incompatibilidades, muéstrame las tuyas". "Vamos a sacar este letrero, etc". Ahí es donde se generaba la consulta para la sesión ICE.

¿Cuál fue el soporte del área BIM de la CONTRATISTA GENERAL?

Soporte técnico, laptops, red, plantillas y la facilidad de tener a las personas cerca (*Big Room*).

¿Qué nos puedes comentar de las incidencias y los RFIs? Sobre todo, enfocándonos en la obra.

Yo me acuerdo que [nombre anonimizado] hizo el camino de la incidencia. Ella lo expuso. La incidencia era una observación de ingeniería de la parte de diseño. Estos funcionaron más que nada en la parte de diseño. Observación del modelo de la ingeniería. Había incidencias muy bueno y otros más leves, o pequeños.

Cuando una incidencia se convierte en un RFI, en obra. Cuando contractualmente no se puede consolidar / construir la idea. Hay ciertos encargados de hacer RFIs. Más lo hacían en obra los de producción. Las incidencias eran más de la parte de diseño, no fueron casi nada en la parte de la construcción.

Entre el diseño y la construcción, ¿Cómo se puede elaborar un diseño que sea construible? ¿Se puede integrar al constructor en el diseño, o diseñadores que sepan de construcción?

Claro, acá la pregunta es cómo se puede lograr, por el contrato. Si no hay contrato, entonces tienes una barrera más. Lean puede ayudar, pero si las leyes de contratación son una barrera entonces el diseño no podrá ser construible porque no tienen el *expertise* del constructor. Los que hacen diseño no tienen el *expertise* del constructor. Tiene que haber un ingeniero constructor que agarre esos planos y los vuelva a construir, a revisar, según su *expertise*.

Si el diseño es exactamente lo que finalmente se construye, entonces no existirían los gerentes de proyecto o residentes de obra, porque ya no sería valioso su aporte. Es algo utópico a mi parecer. Lo que sí creo que ayuda muchísimo es el contrato. Me refiero a los contratos colaborativos.

En la obra surgieron muchísimas cosas. Cuando llegas a una obra tratas de pedir las cotizaciones y planes de llegada. Si un material no llega a tiempo, lo reemplazas por otro. Al hacer esto, los arquitectos también dicen “me están haciendo cambios”. Al llegar a la obra, los planos nunca tendrán la exactitud de ser construibles, siempre se generan cambios.

Además del 3D, ¿Qué otros usos BIM emplearon en el proyecto?

Bueno, simulaciones, representaciones de construcción. En el Velodromo, tenía la tarea de ver que elemento se debe demoler y que otros no, eso es identificación de elementos; para hacer presentaciones de construcción. Íbamos a las reuniones de producción con un procedimiento constructivo, por ejemplo, de cómo demoler las tribunas, para eso utilizábamos el modelo. No era un 4D. Era una representación en ppt, paso 1, paso 2, paso 3, etc. La simulación las hacíamos con capturas de pantalla, con filtros.

¿Viendo que era un proyecto complejo y con altos niveles de calidad, algún uso BIM hubo para un requerimiento específico?

Temperaturas del agua. Para eso el BIM, una compatibilización de las calderas. En el estadio, el tema de la velocidad del viento. Para el Velódromo, lo que sucedió es que ya tenía la pista hecha. La pista se hace con un algoritmo en el software Rhyno. Es una elipse y el radio va cambiando. Para generar el modelado de eso se utilizó un programa, eso realizaron los de Proyectista de Diseño Arquitectónico.

Y luego en las competiciones, sobre la velocidad, era techado así que todo bien por ese lado. La pista era muy frágil, así que no podíamos tocarla. Nuestra pista ya estaba certificada así que si tocábamos algo hubiéramos tenido que volver a certificarla.

¿Cómo eran los metrados que salían del modelo? y ¿Qué tan confiables eran?

Eran ideales. Concreto y arquitectura era nuestro fuerte. Sobre la confiabilidad, era exacta sin desperdicios, los de producción sí le colocaban desperdicio. La valorización que salían de estos modelos, salía cercana a los que producción hacía. En acumulación nosotros siempre sacamos menos, porque ellos le suman un desperdicio. Me acuerdo que en concreto no llegamos a contrarrestar nuestro metrado con los de producción, ahí supongo que la gerencia de proyectos habrá tomado una decisión de a quién le cree, pero la confiabilidad sí fue buena. Nos sirvió para valorizar y para sustentar el proyecto. La sustentación de la valorización sí salía del modelo.

Por parte del cliente no había supervisores especializados, ni coordinadores de parte del cliente.

Cuando producción no podía avanzar en la obra y se encontraba con un problema de confiabilidad del modelo, ¿Qué es lo que hace? Queremos encontrar el flujo que se dio en Videna. ¿En dónde dirías que estuvo el cuello de botella?

Los de producción, ellos piensan que el modelo es tal como está en campo, pero, no es así. La confiabilidad del modelo para los de producción era más que nada en el casco. Pero cuando fuimos a ver la parte de instalaciones ya dejamos de tener esa confiabilidad en el modelo. En casco si era tal cual como estaba en campo. En instalaciones si teníamos subcontratistas que avanzaban cada uno a su ritmo. Ellos utilizaban el modelo para hacer su instalación, pero no era tan exacto, se movía ligeramente, y eso arrastraba cambios en otras especialidades. Yo los entrevisté para ver las mejoras. En la parte de casco ellos estaban muy agradecidos de que el modelo estuviese bien hecho porque ellos se liberaban rápidamente. Ellos decían: "No puedo avanzar porque ingeniería no me libera los planos". Que le decía Lima 2019, "Sabes qué, pero ahí tienes el modelo BIM, y el modelo es el resultado de un acta, de una reunión o sesión ICE, entonces con eso tú puedes construir". Entonces que hicieron, construyeron directamente del modelo BIM, en la etapa de casco sacaban los planos del modelo con copia a los responsables de diseño, y los llamábamos y les decíamos: Por favor, danos tu confirmación por correo, para que ellos puedan construir este sector con el modelo. Entonces, ellos encontraron errores de diseño con el modelo. Entonces, ellos veían que, en la parte de casco, la realidad estaba muy bien representado con el modelo, pero en la parte de instalaciones ya no. Había más empresas que ya no construían de acuerdo a los planos.

¿Cuáles fueron los mayores problemas en la obra, los más importantes? Haciendo hincapié en estos cuellos de botella.

Algunos subcontratistas no cumplían a tiempo y hacían que cambien los muros, por ejemplo, los muros de fachada, no llegaron a tiempo. No sabíamos qué tipo de muro sería el de la fachada, estábamos con ese tiempo de espera demasiado grande, durante varias semanas. El problema de la compatibilización de la fachada. Luego el hito del agua también. Yo tenía 2 recintos, Velódromo y Obras Exteriores. Con [nombre anonimizado] había un hito del agua, no llegábamos a cerrar. Como modelo BIM yo tenía una ruta y luego tenía que cambiar de ruta

porque las tuberías tienen que estar enterradas y para hacer esto, el movimiento de tierras tiene que ya estar completo y si no, tengo que ver otro recorrido de las tuberías de agua. El problema era la ingeniería.

Y, por otro lado, en el recinto de Obras Exteriores, el tema de los buzones, encontramos que no estaban compatibles con lo que encontramos en obra, a pesar de que habían hecho un levantamiento con fotogrametría con drones. Cuando excavamos, encontramos más cosas que no estaban en los planos. Eso era constante. El Velódromo problema de ingeniería en el techo del Velódromo. El techo era muy grande y no llegó a cerrar.

Pensando en la Operación y Mantenimiento del activo, de la edificación, ¿Qué aspectos de estos fueron considerados en la etapa de diseño y en la construcción? ¿Cuáles fueron las preocupaciones del cliente para esta etapa?

Usualmente especificaciones, un plan de mantenimiento, protocolos. Más que nada eso. Como planos. En la parte de legado, que cumplan las especificaciones técnicas. Todos los elementos que, al momento de entregar, la etapa de comisionamiento, ver que las bombas están ensayadas, que las llaves encajen con las cerraduras. Como parte de BIM, yo no llegué a ver esa parte de Operación y Mantenimiento, solo escuchaba que debatían sobre la calidad del aparato o equipo que estábamos entregando no era lo que se había cotizado. "Tú me estas entregando un equipo con menor potencial, pero en lugar de eso me entregas 2 equipos". Como BIM, representaba tamaño más que nada. Los elementos que iban en los cuartos de máquina.

¿La mayor preocupación del cliente durante el legado cuál fue? La accesibilidad, la funcionalidad, etc.

Para la parte del techo yo me acuerdo que tenía ductos y compatibilizaba para darle accesibilidad. Accesibilidad para poder instalarlo en la construcción y claro, después accesibilidad para la etapa de operación y mantenimiento. Era la parte de los techos. En mi

proyecto teníamos los techos aglomerados, no se podía caminar de una esquina a otra. Tenías latas de HVAC que estaban en todo el techo, entonces lo que yo hacía era generar un caminito para que una persona de 1.60m pudiese ingresar. Sin embargo, esto no fue algo que estuviese en los requerimientos, solo fue algo que como parte del BIM hicimos.

¿Qué lecciones aprendidas te llevas del proyecto?

En BIM, aprendí que los modeladores en la etapa de diseño, en la primera etapa, en el anteproyecto, no deben ser tan explotados. Por ser colaborativo pensé que iba a tener otros resultados, pero vi que no, perdí horas hombre, luego que en obra sí necesité más modeladores. En un momento, llegué a tener 9 modeladores bajo mi cargo, entre ingenieros y modeladores, y ahí sentí que me faltaron más manos.

Otra lección aprendida, fue no fiarme en el diseño porque siempre van a haber cambios, por más que sea *fast track*, no debo fiarme en el diseño. A un contratista de diseño no le voy a exigir los planos que voy a construir exactamente.

Otra, con recursos humanos, la convivencia con los modeladores, son jóvenes y se deben familiarizar con el equipo de oficina técnica, se debería integrar más este equipo. Éramos los patitos feos del BIM. Éramos los únicos que podíamos hacer que el modelo BIM sea un entregable. Faltó más familiaridad en el equipo de Oficina técnica con BIM. Más integración.

¿Cuáles son los mayores problemas o desafíos que afronta la construcción en el Perú?

Contratos. Que el marco legal no se ajusta a estos tiempos. Antes no podíamos ser colaborativos porque no había la tecnología para hacer la confiabilidad de la información. Ahora con los smartphones tenemos muchas facilidades para supervisar muchas cosas, entonces con los modelos BIM podemos hacer que los proyectos sean colaborativos y la transparencia de

información sea cada vez mejor. Se puede mejorar mucho, el gran desafío es el marco legal. Nosotros proponemos el cambio (pero los clientes) pero ellos lo imponen.

Va a ser más caro, sin duda. Los contratos colaborativos sí son más caros, pero es una inversión.

Por más que haga BIM, la naturaleza de los contratos hace que el antagonismo no me genere optimización en los resultados.

Entrevista E7

Cargo: Coordinador BIM

El cliente nos habló de la visión de legado del proyecto, ¿Cómo cree que esto influyó en el proyecto? ¿Se vieron reflejadas las prioridades en el proyecto?

El objetivo del **contratista general** con el uso del BIM es utilizarlo para facilitar la construcción. Para el cliente el objetivo es el producto o activo que se quedará. El "contratista general" utilizaba el BIM como una herramienta para optimizar sus flujos, sus procesos; en cambio, el **cliente** era para tener un As Build, que todo lo construido este en el modelo para tenerlo en etapa posteriores, como en la OyM.

Como coordinador BIM desde el diseño del proyecto hasta la construcción. ¿Tuvo conocimiento de los requerimientos del proyecto? ¿A través de qué documento?

Los requerimientos del proyecto los veía básicamente en el PEB, que se manejó tanto en la etapa de diseño como en la de construcción. Ahí estaba reflejado los alcances y los procedimientos que debíamos seguir para lograr esos objetivos. El **contratista general** hacía la propuesta, de qué se podía lograr con el BIM, cómo optimizar la construcción y entregables; y el cliente daba observaciones y se llegaba a un acuerdo de qué es lo que se iba a presentar en el modelo.

El "Proyectista diseño arquitectónico" también tenía un PEB y estándares, y con ellos elaboramos un PEB y se lo presentamos al cliente.

La ISO nos habla de establecer desde un comienzo los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto en el tema de gestionar la información. La ISO propone el uso de una matriz RACI. ¿Elaboraron un documento similar, cómo lo usaron y qué tan efectivo fue? ¿Se usó para los integrar otras empresas, subcontratistas?

Sí había un manual de los que son los roles en el mismo PEB, en un anexo me parece. Estaba bien especificado los roles, de los proyectistas en el diseño y en la construcción. Había un manager de diseño, y distribuido por especialidades. Había un coordinar por especialidad, un coordinador por recinto, había modeladores. Esto se dio desde el inicio. Otras empresas, como la **Consultora BIM**, también se integraban a esto y formaban parte del organigrama. Se actualizaba el organigrama en un excel dinámico con todos los integrantes del proyecto.

Con la consideración de que el proyecto era un *Fast Track*, ¿Cómo era el cronograma de entrega de entrega de información al cliente?

Se establecieron hitos a nivel macro. Para el tema del diseño había 3 entregables importantes: diseño esquemático, advance IFC y el IFC, que eran todos los planos a nivel de construcción. Primero se necesitaba el diseño esquemático, y después como era un proyecto en *Fast Track*, empezaban los trabajos en obras como demolición y excavaciones, porque el diseño esquemático te daba los niveles. Luego era al avance de la información para la construcción, que era a nivel de subestructura, que era cimentaciones y sótanos, se entregaba esa información y en obra ya podían avanzar con eso. Luego se entregaba el IFC que era la superestructura. El hecho de que haya sido el Fast Track hizo que se acelerará todo el diseño y no nos dio margen de tiempo (colchón o buffer) a revisar el tema del modelado porque este tuvo que completar en la etapa de construcción en sí. Entonces, a medida que se iba avanzando la construcción por piso, nosotros íbamos compatibilizando los pisos y se iba entregando para dar cancha a los subcontratistas.

Estos entregables tienen que ver con el M1, M2 y M3 (Había M3.1, M3.2 que era por detalles). Creo que este tipo de división beneficia porque está más subdividido. En construcción habían 14 hitos o entregables, y eso te ayuda a controlar mejor como va tu cronograma. Si tienes un hito general, como entrega de arquitectura o acabados, si es un plazo muy largo no lo puedes controlar bien, y si lo subdivides más vas controlando en menores plazos y facilita el control.

El diseño esquemático era tener todo el modelo de arquitectura que entrega el **Proyectista diseño arquitectónico**, el avance IFC o M2 era toda la cimentación a nivel de casco, puras estructuras y poco de instalaciones, y para la entrega final era ya todas las instalaciones.

¿Cómo fue la gestión del BEP con las especialidades, se pudo revisar con éstas, o el que establecieron ustedes se mantuvo a lo largo del proyecto?

Fue básicamente el área BIM en el "contratista general" Adoptamos un modelo de BEP a la Videna, dividiéndolo por recintos y coordinadores. Se tuvo que ajustar al proyecto el Plan de Ejecución que ya manejaba el "contratista general" De los coordinadores, 2 éramos del **contratista general** y 2 externos.

¿Cómo integraron a las contratistas que no utilizaron BIM? ¿Cómo crees que se pudo integrar mejor a estas subcontratistas?

Era parte de su contrato. El BIM Manager planteó muy bien desde el principio, de que para firmar el contrato con estos subcontratistas debía de estar en su contrato de que se iba a utilizar la metodología. En el cómo nosotros íbamos a ayudarlos brindándoles asesoría y soporte, pero era parte de su contrato. Entonces ya al disponer eso nos facilitó bastante, porque ya no era una lucha de si quieres o no quieres, sino que estaban obligados por el contrato. Y creo que hasta ahora estas empresas proyectistas de diseño lo están usando en sus prácticas, me he enterado algunas están utilizando el modelo para luego extraer planos.

En la etapa de diseño se apoyaban con los modeladores de las Consultoras BIM, pero creo que luego vieron la utilidad y cambiaron a sus dibujantes por modeladores y actualizaron sus procesos.

Entendemos que hubo un Big Room en la etapa de diseño en las oficinas del contratista general, ¿Cómo aportó esto al proyecto? ¿Y qué problemas se resolvían por el Revizto o por el canal informal?

Claro, al principio tuvimos para cada etapa, tuvimos unas reuniones de integración para conocernos. Presentamos la metodología BIM que usaba el **contratista general** y cómo la había usado en sus proyectos, para hacerles ver a los proyectistas la ventaja que se podía sacar. Nosotros trabajamos con el Revizto tanto para el diseño como en la construcción y para mí fue una herramienta muy importante por la trazabilidad. Si bien había algunas consultas que se podían resolver de manera informal porque trabajamos cerca del proyectista, nuestra recomendación a todos los modeladores era colocarlas formalmente en el Revizto, con el estatus. Revizto fue una herramienta fundamental para poder optimizar el diseño

¿Qué documentos se usaron para la producciòn del modelo BIM?

Manejamos manuales internos, para el uso del Navis, el uso del Revizto; utilizamos otras herramientas como el Holo Builder, los drones, la cámara 360, el BIM 360, de Fieldwire que servía para resolver las observaciones en campo. Entonces, utilizábamos el PEB y estos manuales para las herramientas.

El Fieldwire lo utilizamos en la etapa de entrega. Tenías un ambiente que ibas a entregar y saltaban consultas. Lo que hacía el **cliente** era apuntar esas consultar en un papel o borrador y tenerlo en un excel con una lista con todas las consultar. Entonces nos decían que la puerta tal en tal ambiente estaba suelta. Y como eran tantos ambientes, 100 por piso, entonces saber dónde estaba cada una era complicado... La ventaja de esta herramienta era que poníamos

la planta del proyecto y marcábamos el punto de donde estaba la observación y con un texto y una foto eso se cargaba para todos y se ponía un estatus de si estaba abierto, en desarrollo o si estaba cerrada la observación. No era BIM en sí, pero si te permite sincronizarlos a los planos que teníamos. Lo malo del Revizto es que es muy pesado, entonces manejarlos en campo o en un IPad es más pesado que en la computadora, por lo que el Fieldwire era mejor en campo.

¿Tuvo participación en la elaboración de estos documentos o se le fueron comunicados? ¿de qué manera?

Nosotros tenemos un especialista que se encargaba de dar el soporte, que estaba un paso adelante de las tecnologías que debíamos utilizar. Muchas de estas herramientas que te mencionó todavía no se utilizaban mucho en el **contratista general**, pero por la magnitud del proyecto el cliente nos dijo que sí había que utilizar el drone, la cámara 360. Entonces se hicieron a la marcha estos procedimientos. Sí dábamos nuestro punto de vista de la herramienta al especialista [nombre anonimizado].

Hay un documento que la ISO propone que es métodos y procedimientos de producción de información. Este estaría incluido en el BEP y detalla la revisión de los modelos y los criterios de aprobación. ¿Te pudo ayudar un documento como este?

En el Plan de Ejecución BIM estaba indicado el nivel de detalle o desarrollo, las métricas que teníamos para revisar los modelos, porque nosotros no revisábamos los planos. Nosotros nos enfocábamos a la calidad del modelo. Y los estándares que manejábamos estaban estipulados en el PEB. Y en base a eso nosotros revisábamos y aprobábamos que lo estaban modelando cada proyectista estaba bien. Eran las revisiones a los modelos básicamente. Por ejemplo, el tamaño del ducto o cosas técnicas escapaban de nosotros, eso lo hacía el especialista del diseño.

¿Qué es lo más importante que extrae del BEP para la producción de información?

Creo que a lo que se debe dar más énfasis es al desarrollo de estándares y al alcance. Es decir, para qué vas a usar el modelo, para qué tareas y qué vas a obtener de él, y cómo, que es el estándar. Es decir, tus criterios de modelado. Creo que el PEB debe enfocarse más en eso. Claro que también debe estar incluido los roles, los participantes, pero lo más importante es el alcance y los estándares.

¿Cuáles fueron los principales problemas en la producción de los modelos?

El tiempo. Al ser un proyecto en *fast track* no te da la posibilidad de decir me va a demorar tanto tiempo y después revisamos y luego se validar. Nosotros teníamos que respetar los hitos y plazos estipulados por el **cliente**. Para darte un ejemplo, cuando se hizo la entrega del M3.1, nosotros teníamos un plazo de 1-2 semanas para compatibilizar todo el modelo, lo que era imposible porque los proyectistas no te daban la información a tiempo y continuamente, porque como todavía trabajaban en planos. al final te lo daban en planos y nosotros lo teníamos que modelar, y en un proyecto tan grande y con tanta área no se podía hacer en 2-3 semanas. Entonces lo más complicado fue eso, el tiempo. Porque lo que tuvimos que hacer fue ajustarnos y tratar de resolver los problemas más críticos de acuerdo al cronograma de construcción. Construcción empezaba por los sótanos y nosotros teníamos que enfocarnos a compatibilizar todo sótanos, avanzaba por un frente y nosotros teníamos que anticiparnos a eso y avanzar por ese frente. Una parte fundamental era que no se le daba la apertura a un subcontratista a avanzar por un área del proyecto si este no había sido liberado por el área BIM del **contratista general**. Entonces nosotros siempre estábamos corriendo para darle cancha a los subcontratistas porque si no después nos caían las observaciones.

Había tiempos muertos cuando los proyectistas no nos enviaban la información a tiempo. Ahí a veces les decíamos envíame un bosquejo y nosotros los modelamos y después ustedes

verifican y luego pueden extraer los planos desde el principio. Eso podía darse en HVAC, en ACI, en ese tipo de especialidades, pero por ejemplo en el diseño de eléctricas no es así, no se extrae tanta información del modelo, entonces ahí no podíamos hacer nada y sí había modeladores con tiempos muertos.

Yo tenía a mi cargo un grupo de modeladores, 5 en la etapa de diseño, en la etapa de construcción unos 4-5 modeladores. De haber tenido toda la información lista en la etapa de diseño ahí se hubiera requerido una menor cantidad de modeladores en construcción porque se hubiera dado todo el esfuerzo en el diseño, pero en *fast track* si se necesitó bastante en la construcción.

¿Qué recursos compartidos les facilitó el contratista general a contratistas de modelado (Consultora BIM, Consultora BIM) para el desarrollo de los modelos BIM?

Las plantillas Revit, las familias, para trabajarlo todo de manera uniforme y manejar un solo criterio. El PEB era para todos igual, solo que se codificaban los recintos en los que se iba a trabajar. El **contratista general** ya tiene unas plantillas y se trabaja para facilitar por ejemplo los metrados. Pero en cuanto a plantillas al ser un proyecto diferente si se ha tenido que buscar librerías u objetos en internet y cargarlos. En un comienzo si se manejaba todos iguales y eso lo manejaba el especialista BIM, pero luego por la premura cada recinto ya iba a descargando las plantillas que podía encontrar por internet y lo descargaba, y eso lo revisaba cada coordinador BIM. Cada coordinador manejó su proyecto para poder cumplir con los plazos.

Si hubiéramos tenido más tiempo yo le hubiera dado más prioridad al tema de estándares. Al no contar con un tiempo donde se pueda concertar con el especialista y demás encargados no había forma, pero si hubiera tiempo la prioridad es eso, los estándares.

¿Ustedes sabían el uso que le podía dar el cliente al modelo?

El uso que el **cliente** le podía dar era como f*acility management* en la etapa de legado, pero en el **contratista general** no se proyectó mucho en eso. Al final sí, porque ya tienes el modelo entonces hay que avanzar con el desarrollo del modelo para la etapa de operación y mantenimiento, pero al comienzo era una cuestión de compatibilizar para optimizar el diseño y que mejore los procedimientos de construcción. Entonces todas las necesidades como que se han ido agregando a medida que se iba ejecutando el proyecto. Entonces había muchas actividades que se han ido desarrollando con el modelo mientras ejecutábamos, por ejemplo, utilizar las cámaras 360 fue porque queríamos tener un control para todo el staff pudiera revisar sin necesidad de estar presencialmente en proyecto, entonces se daba en la marcha.

Otros coordinadores BIM nos comentaron que se impartían capacitaciones a modeladores y otros involucrados para ciertos softwares y metodologías. ¿En qué consisten estas capacitaciones y se evaluaba la capacidad de los recursos humanos?

Al supervisor y subcontratistas nuevos se le presentaba el uso de la herramienta, el uso del Revizto, como generar las incidencias, el uso del software. El encargado era el especialista, Juan Gonzales iba capacitando a los que se iban integrando al proyecto, pero también había algunas consultas que nosotros como coordinadores podíamos absolver en el momento.

¿Cómo fue su uso de la plataforma Aconex?

El Aconex era el mecanismo formal en el cual se transfería la información al cliente mediante el control documentario. Se transmitía la información en general de todo tipo. Nosotros no teníamos acceso al aconex y no lo manejábamos. Nuestras incidencias los manejábamos a nivel de Revizto a nivel interno, pero RFIs del **contratista general** si se hacía por Aconex. En cuantos a incidencias nosotros hemos tenido 600-800, y eso se utilizaba en el Revizto. En cuanto a consultas de subcontratista que se podía resolver por nosotros iba por Revizto, pero

había algunas consultas que se hacían mediante *RFIs* pero ya no estaban dirigida a nosotros sino a la oficina técnicas y a los especialistas de cada disciplina, que se apoyaba en nosotros con el modelo. Entonces a nosotros estaba dirigido las incidencias, no los *RFIs*.

¿Hizo uso de BIM 360?

Lo utilizábamos como la nube para almacenar los archivos, no se utilizó el BIM 360 con todas las funciones que tiene. Se utilizó para poder trabajar los modelos de forma remota, a través de la nube, en el *Collaboration for Revit*. Teníamos proyectistas que estaban en el Reino Unido, teníamos los proyectistas de estructuras en sus oficinas, los modeladores en las oficinas de cada proyectista de instalaciones, y básicamente fue para eso que utilizamos el BIM 360. Se usaba como en una red local, donde se tiene un archivo central y cada computadora trabaja el modelo. El archivo central estaba en la nube del BIM 360, y cada uno trabajaba y se conectaba con los demás. El Revizto lo usábamos en exportar esos modelos a Naviswork, integrarlos en Naviswork, sincronizarlos y linkearlos con el Revizto. Entonces no era tanto a tiempo real el Revizto, pero cada día lo íbamos actualizando de acuerdos a los avances en el modelado.

Con respecto a las reuniones ICE, cuéntenos algunas diferencias más resaltantes entre las ICE de diseño y las de construcción.

Para el PEB se programó reuniones ICE semanales de acuerdo como iba el avance del proyecto. Son reuniones que siempre se dan con los proyectistas, quizás en un principio los subcontratistas de especialidades solicitaban áreas o ambientes para sus cuartos técnicos, para sus ductos, entonces esas reuniones han servido para hacer todos esos requerimientos, ya en una etapa posterior de diseño esas reuniones sirvieron para resolver consultas más impactantes e importantes, sobre qué equipo utilizar, que iluminación habrá en este ambiente. Las reuniones ICE servían más para eso que parta resolver las incidencias, porque eso lo podíamos hacer muy bien en el mismo Revizto, eran reuniones de coordinación de temas de diseño. Las sesiones

ICE en obra sí estaban orientadas a resolver problemas más grandes, como que no se puede trabajar en tal ambiente si no se resuelve primero este tema, cómo colocar los equipos... Y junto con el LPS que en construcción te daba las pautas de qué es prioridad y qué se debe de resolver primero, para saber a qué consultas darles prioridad. Se coordinaba principalmente con el coordinador del Recinto, nosotros lo apoyábamos a él. Había un coordinador del recinto, y había también líderes de especialidades, y coordinadores BIM. [Nombre anonimizado] era el coordinador de mi recinto.

¿Qué criterios de modelado les impartía a los modeladores a su cargo? ¿Cómo fue el control de calidad de los modelos, bajo qué criterios se revisaban?

Había un criterio de modelado. Lo principal era la estructura para obtener los metrados. Entonces ya había plantillas que indicaba cómo se debía de modelar los elementos. En obra, las correcciones que nosotros dábamos también había un documento de los sistemas que se tenían que verificar, y nuestro trabajo era eso, verificar que los modeladores estén siguiendo esas pautas, porque luego el modelo no iba a ser comprensible para los subcontratistas, porque algunos subcontratistas de ACI trabajaban en varios recintos y todo debía estar uniforme, porque podrían surgir ciertas dudas de cómo lo estaba manejando cada uno.

Había ciertos criterios que los modeladores debían respetar, pero entraron modeladores expertos que ya tenían también esos criterios de modelado.

¿Qué métricas utilizaron para hacer seguimiento a la producción del modelado?

Nosotros para poder verificar cómo está avanzando el modelado en la etapa de diseño, no era tan práctico utilizar las métricas que inicialmente pensábamos usar, como una era tiempo de modelado y ahí la entrega de información de los proyectistas no nos ayudaba, entonces no nos basamos en eso como métrica. Utilizábamos otras métricas, como la calidad del modelado, las respuestas que daban los proyectistas, controlábamos muchos las incidencias, que al comienzo

eran muy bajas, ni el 30% de resolución de las incidencias, y al final con el uso del Revizto y convenciendo a los proyectistas se llegó al 80% antes de la entrega del M3.1 por ejemplo. Al final se llegó a resolver el 100% de las incidencias.

El que nos daba la pauta era obra, y era lo principal porque nosotros producíamos el modelo para que ellos lo usen, sino no tenía sentido...Entonces verificamos la calidad para que cuando en obra lo usen ese modelo sirva y cualquier ingeniero pueda utilizarlo. Los modeladores que hemos tenido han sido muy buenos y se han integrado a la forma de trabajar del "contratista general".

No tenía una métrica en construcción sobre si fuimos rápidos o no con la entrega del modelo.

¿Entendemos que por recinto había los cargos de coordinador BIM (con un grupo de modeladores) y un líder BIM, como es la interacción entre estos puestos? ¿Considera que hubo superposición de tareas?

Los roles estaban bien demarcados, sobre la responsabilidad de cada actor. En la etapa de diseño el líder era el responsable de dar el seguimiento a los modelos, a los modeladores, el coordinador se encargaba de que el líder cumpla con esto, que se cumpla lo estipulado en el PEB, que se planifiquen las reuniones de coordinación, el seguimiento al Revizto... Ya en la etapa de construcción al haber más actividades a desarrollar, el coordinador debía de coordinar más con los residentes, que era el jefe de producción. Para mi caso como el estadio era tan grande, lo que yo hacía era apoyarme con el líder BIM para que el revisara un sector, las tribunas que las vea el líder y yo otro ambiente, para mí era como un coordinador más, pero el responsable era yo porque yo era parte del **contratista general**. Nosotros también hemos tenido que modelar para compatibilizar los modelos. Estos líderes que estuvieron en diseño luego se amplió su contrato para que apoyaran en la etapa de construcción.

El área BIM era parte de oficina técnica, y nosotros debíamos tener la aprobación del jefe de oficina técnica. Cuando nosotros emitíamos alguna respuesta el que tenía que validarlo era el especialista y el jefe de OT.

¿Cómo fue la gestión de los RFIs en obra?

Los RFIs se transmitían a través de control documentario y orientado a los especialistas.

Entendemos que había exigencias del proyecto muy grandes desde el punto de vista del diseño y de calidad por requerimientos del Comité Organizador. ¿Cómo el modelo BIM ayudó con estas exigencias?

El área BIM tenía que validar el ambiente para que pudieran trabajar los subcontratistas, que era uno de los requisitos fundamentales, se trabajó con la supervisión del **cliente** para que si no estaba habilitado un ambiente por el área BIM el subcontratista no podía entrar a trabajar porque los planos no iban a estar contabilizados. Entonces el área BIM generaba estos modelos compatibilizados, se los daba a los subcontratistas y ellos generaban sus planos. Luego estos planos eran validados por nosotros y firmados la oficina técnica y se le entregaba a los subcontratistas para que puedan ejecutar, entonces todos los trazos que ellos realizaban eran de acuerdo a esos recorridos que se habían compatibilizados con el área BIM, entonces si ellos tenían que hacer cambios tenían que ser a través del área BIM, modificando el modelo y generado un nuevo sketch y se corregía en campo, por parte del cliente se trabajó de esta manera y fue un requisito fundamental de ellos para que sea más fluida la resolución de las consultas que tengan los subcontratistas, porque si no puede suceder que el subcontratista hace una consulta para modificación de recorridos, y hasta que te responda el proyectista puede pasar mucho tiempo y te puede paralizar la obra, en cambio nosotros le dimos fluidez para la ejecución en obra.

En general todos los sketches que se generaban de recorridos de ductos, bandejas, tubería (no del cableado), solamente de elementos tengan troncales y redes eran sacados del modelo directamente, y el que le afinaba y daba las acotaciones era cada modelador de cada subcontratista. El respaldo del subcontratista era que esos sketches debían de ser transmitidos a través de Aconex, no dio el tiempo, pero al final se formalizó compartiendo los sketches en Aconex.

¿Cómo fueron los metrados que salían del modelo? Cuéntenos de la confiabilidad de los modelos.

No todos los metrados salían del modelo, sí los de estructuras y arquitectura. Los metrados de instalaciones lo trabajaba el área de Presupuestos con Producción y OT, nosotros solamente validamos en las partidas más importantes. Pero salvo estructuras, donde sí mensualmente mandábamos reportes del avance, porque eran volúmenes de concreto, que sí se pueden manejar, pero las demás partidas que tiene el presupuesto no eran a través del modelo. Se debió tanto al tiempo como que no se había especificado desde el inicio que en el modelo se trabajaría para eso.

¿Cómo fue el flujo de trabajo entre el área de producción, OT y el equipo BIM?

El área BIM era de soporte, sus funciones era la validación de los ambientes donde trabajarían los subcontratistas, pero Producción era la que gestionaba todo en cuanto a cada recinto, daba las pautas y dictaba las actividades que se iban a realizar. Producción mandaba sus consultar a OT y ellos nos indicaban que los apoyemos, o podían consultarnos directamente. Como cualquier obra, la producción es la que manda y las demás sirven de apoyo.

¿Los recursos BIM fueron los suficientes durante la obra? (recursos técnicos, humanos, metodológicos)

Sí, porque se planteaba bien las necesidades que se tenía, sobre cómo nos podemos apoyar con herramientas BIM y no había problemas con eso, se sustentaba muy bien y tanto el cliente como el **contratista general** apoyaban en eso. Por ejemplo, para Revizto se compraron como 150 licencias para 150 usuarios, lo mismo con el BIM 360, el uso de drones, la cámara 360, las otras herramientas mencionadas... Se plantearon bien las necesidades, si hubiéramos necesitado alguna otra herramienta también se hubiera implementado, hasta escáner 3D lo utilizamos y nos ayudó bastante.

En obra, ¿cómo fue la relación con la oficina central en cuanto a BIM?

Fue más independiente, porque ya el área BIM en el **contratista general** no tenía mucho que ver con Videna. Videna fue muy independiente, ya el equipo estaba ahí en la obra y las consultas que nosotros teníamos la resolvemos ahí mismo, y no es que teníamos que ir al jefe del área BIM del **contratista general** para avanzar, salvo en procedimiento que no estaban estipulados en el proyecto, cosas muy grandes, que no creo que hayan sido muchos...

Al principio elaboramos unos flujos de trabajo sobre los procesos que íbamos a tener en campo, para el diseño, y eso lo revisamos en un principio con [nombre anonimizado], entonces en cuanto a conocimiento si lo coordinamos con [nombre anonimizado], y si no era necesario que el área BIM del contratista general modifique sus procedimientos porque el área BIM de Videna era muy independiente.

¿Cuáles fueron los mayores problemas en la obra?

El tiempo, el ser *Fast track* te ajusta bastante y te hace tener picos, unos días avanzar mucho y otros días tener lapsos donde no avanzas, pero en obra siempre ha sido el tiempo.

¿Utilizó la metodología VDC, qué aspectos rescata, qué fue lo más útil de esta metodología en obra?

Como VDC a las sesiones ICE, los procesos y flujos que manejamos los tratamos de adecuar para sacar el mayor provecho a los modelos, y las métricas en la etapa de diseño para ver qué es lo que estamos haciendo con el modelo, cómo resolvíamos los problemas, quiénes aportaban y quienes ayudaban, básicamente para eso nos sirvió VDC, pero la gestión misma de hacer un modelo con una coordinación integrada entre todos era lo que ya manejaba el **contratista general**, como metodología BIM ya todos teníamos ese chip de que debíamos de ser colaborativos.

Pensando en la operación y mantenimiento de las edificaciones, qué aspectos de estas fueron consideradas en la etapa de diseño y construcción. Cuáles eran las preocupaciones del cliente para la etapa de O y M.

Lo ideal era tener el modelo y que cumpla con la indicación de todos los equipos estén instalados de acuerdo a lo modelado, nos encargamos del As Build, los recorridos, los equipos instalados, se llegó a ese punto de entregar el modelo tal cual había sido construido para que luego sirva para la Operación y Mantenimiento.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas se lleva de este que podría aplicar a sus futuros proyectos?

Me interesa bastante sobre cómo poder manejar un proyecto en *Fast Track*, porque es muy distinto a un proyecto Diseño-Construcción tradicional, me ayudó a poder gestionar mis tiempos y a saber darle prioridad a qué priorizar del modelo.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

Yo creo que el uso de la metodología nos puede ayudar bastante a hacer que la producción sea más industrializada. Acá se intentó que muchos de los elementos a construir sean prefabricados,

es decir, reducir desperdicios, pues actualmente hay muchos retrabajos... Teniendo muy claro lo que se va a construir con un modelo en 3D, puedes optimizar tus procesos y también pues optimizar su construcción al tener elementos prefabricados y reduces desperdicios. Y que no solamente sea un área de oficina técnica el que lo uso, sino también el topógrafo, capataz, obrero, y que lo use más y que le sea útil envés de tener solamente un plano.

Entrevista E8

Cargo: Coordinador BIM

El legado del proyecto. El proyecto tuvo 2 etapas, una primera etapa enfocado en los panamericanos y una segunda etapa, con ciertas modificaciones, para que quede como legado para el país, para los deportistas. 2 enfoques con 2 modelos a la par. El legado podría tener más elementos que no estuvieran vistos en la construcción.

Como coordinador BIM, ¿Tuvo conocimiento de estos requerimientos del proyecto por parte del cliente? ¿Como te enteraste de esto que nos comentas, la diferencia entre proyecto y legado?

Todo eso viene desde las bases. Bases establecidas por Lima que ponía los lineamientos. Luego de eso, la CONTRATISTA GENERAL envía la propuesta. Al mandar la propuesta, la CONTRATISTA GENERAL establece el cómo se podría lograr hacer lo que el cliente solicita. Tú quieres esto, vamos a hacerlo de esta manera, estos documentos eran el punto de partida. A medida que empieza el proyecto, las reuniones con los subcontratistas fue dando más input al documento de la propuesta, lo que terminó siendo el Plan de Ejecución BIM.

En estos lineamientos de las bases, ¿Hubo requerimientos de BIM?

Sí. El proyecto estaba pensando que se tenía que trabajar con BIM por el contrato NEC.

¿Qué tan importante fue el BIM en el proyecto?

Fue muy importante. Como fue desde la etapa de diseño pudimos:

1. Resolver las incompatibilidades en la etapa de diseño

2. Durante la construcción pudimos observar ciertas cosas que no lo ve un diseñador sino lo ve un constructor. Esas observaciones generaron cambios en el propio diseño del proyecto. En etapas tempranas hubo cambios, rediseño y ahorro.

3. Etapa de construcción: Cálculo de los volúmenes, pudimos sectorizar con ayuda del modelo.

4. *Last Planner*: El modelo sirvió como ayuda visual.

5. Post construcción o mantenimiento: Usar el modelo para el *facility management* gracias a los aportes que les dimos del modelo, un modelo parametrizado y con la información necesaria para hacer este control.

La ISO propone el uso de la matriz RACI desde el inicio del proyecto para establecer los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto en el tema de gestión de información. ¿Se elaboró un documento similar?

No creo que se haya realizado una matriz RACI como tal, pero si se asigna, cuando haces el organigrama, se asigna quien estará a cargo de cada cosa. Nosotros sí teníamos claro qué responsabilidades tenemos en el proyecto como Coordinador BIM. Lo de a quién debería informar no lo plasmamos en un documento como tal, pero lo de las responsabilidades sí se asignaban en el mismo Plan de Ejecución.

Si había una incompatibilidad en el Revizto, por ejemplo, ¿sí sabías a quien informarle de una subcontrata?

Sí, eso sí estaba mapeada.

Yo creo que, si hubiera servido la matriz RACI, como apoyo visual. Sin embargo, no sé cuánto más hubiese sido el impacto.

Todos los documentos que teníamos se compartían con todo el personal del proyecto, por lo menos, con quienes se estaban teniendo contacto. Todos tenían acceso al PEB, cualquier persona podía entrar a revisarlo, es parte también del contrato NEC. El contrato NEC es como un libro abierto, tú puedes ver cualquier documento del proyecto sin ningún inconveniente.

¿Qué información valiosa extraías del Plan de Ejecución BIM?

En ese documento poníamos como íbamos a gestionar nosotros el modelo, poníamos sus parámetros, los filtros, colores, era nuestro estándar básico para que en todos los recintos de presente la información lo más similar posible. El PEB daba los lineamientos básicos de donde partir para presentar la información. Los colores se tenían que respetar en todos los recintos.

Qué más nos decía. El PEB, cómo debemos trabajar con las personas. Yo como coordinador tengo que cumplir estas funciones y las personas con las cuales me voy a comunicar tienen que cumplir estas otras funciones. Yo tenía claro quien hacía que cosa para no hacer retrabajos. Luego con la ayuda de los procesos, conocíamos el flujo de trabajo que íbamos a seguir de forma clara, empezábamos en un punto A y cómo pasábamos a un punto B; el paso a paso. Cualquier persona que veía eso ya lo tenía más claro.

¿Todo lo que nos cuentas es parametrización para la generación del modelo no? Había algún documento para la implementación del BIM o uso del BIM en cuanto al avance de obra, el *Last Planner*.

Hay un documento que yo hice sobre eso, fue como el PEB del control de avance. Yo fui el encargado de implementar esa parte en el proyecto. El objetivo era que, mediante los modelos de estructuras, pudiéramos controlar el avance real de la obra y de forma diaria. Es decir, día a día íbamos reportando cuánto se ha avanzado, cuánto se ha vaciado de concreto, eso a su vez se asociaba a la vista del *Last Planner*. El *Last Planner* siempre se ha hecho como modelo en todos los recintos, pero no hay un documento que te diga tienes que hacer esto, esto y esto.

Sino era producto de las reuniones de coordinación, se hacían lluvia de ideas y se formaba. Como *Last Planner* si se ha hecho, del 4D que hacíamos siempre mostrábamos las vistas en las reuniones de *Last Planner* con producción. Ahí hacíamos la sectorización. Lo que yo hice, fue un documento donde hacíamos el control de avance, pero no mencionábamos mucho del *Last Planner*, era más un control de avance de obra. *Last Planner* si se llegó a hacer. No hay un documento como tal, pero todos conocíamos cuál era la metodología a seguir. Hay cosas que no han sido documentadas por temas de tiempo.

¿El documento que hiciste se compartió con los demás coordinadores? o era más una gestión propia del recinto?

Yo era el encargado de hacer el control de avance de toda la obra. Yo hice el documento para que quedé para futuros proyectos de la empresa. Cada coordinador tenía su metodología de trabajo. Si yo tengo un parámetro Sector, un coordinador lo podía usar para poner sector 1, 2, 3, 4. O podía colocar el frente. Yo sí me guiaba con lo que decía el Plan de Ejecución. El documento se llama Control de Avance Real.

Yo estaba en el área de oficina técnica como BIM, posteriormente pasé a Producción.

¿Cómo integraron a las subcontratistas que no modelaban en BIM?

Como proyecto era requisito tener BIM, sino no podías postular. Del 100%, un 5% no tenían a alguien que manejaba esta información en BIM. Todo subcontratista tuvo un modelador como mínimo para gestionar el modelo, ellos se encargaban de hacer el ass build.

Consultora BIM 1 y Consultora BIM 2 eran subcontratistas nuestros para temas de modelado. Nosotros no teníamos modeladores de la CONTRATISTA GENERAL. Entonces nosotros éramos los coordinadores y subcontratábamos a estas empresas para que puedan darnos modeladores. Ellos también han brindado servicios de BIM a las subcontratistas que estuvieron

en Videna. Ellos les daban un especialista, y ese especialista tenía contacto directo con el coordinador BIM del recinto, entonces teníamos siempre llegada con el subcontratista, teníamos una reunión con el subcontratista y su personal a cargo del BIM, conversábamos y decíamos cuál sería la metodología de trabajo, y luego la comunicación era especialista de subcontrata y coordinador BIM de parte nuestra.

Nosotros enviábamos de forma casi diaria o semanal, de acuerdo a la especialidad, el recinto, el modelo a través del A360 y ellos ya se encargaban de gestionarlo. Nosotros no participamos mucho en el trabajo de ellos, solamente les decíamos tienes que modelar de acuerdo a nuestros estándares que se muestran en el PEB, y ya ellos tenían que entregarnos la información.

Podíamos ser un soporte como hemos tenido con algunas subcontratistas como adaptar el modelo a las necesidades del subcontratista para que puedan hacer su trabajo y había otros casos en los que dejábamos que las subcontratistas resuelvan como mejor parecer y luego ya nosotros revisábamos su información.

¿Cómo era la aprobación de estas actualizaciones en el modelo? Porque al final, la CONTRATISTA GENERAL era la responsable del Design Build.

Sí, lo que pasa es que nosotros no permitíamos que los subcontratistas realicen modificaciones en el modelo, las modificaciones las hacíamos nosotros. Ellos nos daban un plano y nosotros lo actualizábamos. Nosotros le entregábamos el modelo para que hagan la gestión de sus planos. Del revit tenían que sacar los planos para obra. Sacaban los planos, pero a veces encontrábamos alguna observación. Ellos también nos decían mediante el Revizto: “no podemos hacer esto por alguna interferencia en campo, etc”. Esas incidencias de construcción eran los que teníamos que resolver nosotros. Una vez actualizado el modelo, volvíamos a remitir el modelo a través de la nube porque teníamos entregas formales.

¿Ellos pudieron haber cambiado directamente el modelo? ¿No se ahorraban trabajo con eso?

Se evaluó la posibilidad de hacerlo, pero el riesgo no lo iban a tomar ellos, sino nosotros. Si es que ellos hacían algún cambio de más, nosotros no hubiéramos podido tener control de eso. Entonces es un poco complicado por temas contractuales también. Como contratista general, tenemos que hacer valorizaciones mensuales, tenemos un presupuesto que cobrar.

Lo ideal hubiera sido que el subcontratista haya podido modificar directamente el modelo, pero también teníamos que ver la seguridad de nuestra información y lo que íbamos a presentar.

Hay un documento en la ISO que es métodos y procedimientos de producción de información con 4 pilares: información existente del activo, generación, revisión y aprobación de nueva información; seguridad o distribución de la información; y la manera cómo se entrega la información al cliente.

Si se puede decir que hubo algo parecido. Por ejemplo, información existente del activo, lo podemos ver como el modelo que entregábamos a la subcontratista. Lo segundo era lo que producía la subcontratista a partir del modelo que nosotros le entregábamos. Por ejemplo, AYE el subcontratista de Sanitarias, le entregábamos el modelo de estructuras, arquitectura y MEP de sanitarias, le entregábamos 3 modelos, ahí van 3 activos existentes. Con esos modelos ellos generaban planos y metrados, revisaban el modelo a partir del REVIZTO y nos entregaban todos esos documentos e información que generaban; y nosotros teníamos que revisarla y ver su aprobación. Sobre el 3r punto, si lo hacíamos, cuando ellos nos entregaban su información, nosotros la aprobamos, pero ahí no terminaba el flujo de trabajo. Una vez aprobado, la CONTRATISTA GENERAL como contratista general, tenía que traspasárselo a Lima 2019 como supervisor. Entonces había una entrega formal mediante un transmital / submital, un RFI en algunos casos si es que era un cambio importante. Seguridad porque teníamos un medio

formal que es el ACONEX. La primera aprobación es de nosotros para ver si está modelado, la siguiente aprobación era por el área de oficina técnica, que sea posible y construible. Finalmente, la manera como se entrega esa información fue a través del ACONEX. Regresaba de la misma manera, ya con firma digital de Lima 2019, y eso le enviamos a la subcontratista de manera formal, sea un transmital o un submital o carta en algunos casos. Les decíamos: Estos son los planos, que han sido revisados". Y ellos ya con esa información, nosotros cargábamos esos mismos planos ya firmados, los escaneamos y lo subíamos a la nube para que también lo tuvieran de forma digital. Entonces esos 4 pilares que mencionas si lo hemos hecho, no está en un documento como tal pero sí se siguieron esos pasos. Ese flujo no estuvo dentro del PEB, pero recuerdo haberlo visto en otros documentos de oficina técnica.

En cuanto a gestión de la información, que cosas se pudo haber realizado mejor, o lecciones aprendidas que tengas.

Lo que se pudo haber mejorado es cómo tratar de minimizar esos procesos de aprobación. Había muchos puntos donde se tenía que parar, revisar y aprobar, parar, revisar y aprobar. Y eso es un tema, un poco la seguridad de la información. Lamentablemente en nuestra sociedad hay mucha desconfianza, en otros países es más abierto la seguridad de la información. Una de las lecciones que se podría pensar para futuros proyectos es cómo minimizar ese flujo establecido para facilitar nuestro trabajo. Por ejemplo, lo que comentábamos hace un momento, qué pasa si el subcontratista podía realizar los cambios en el momento. Lo podría hacer, le dábamos acceso al *Colaboration for Revit*. Nos ahorrábamos un modelador.

Otra, en cuanto a información, haber mapeado desde un inicio cuáles son los verdaderos requerimientos del proyecto. Si bien es cierto que hubo bases de diseño al comienzo del proyecto, que fue variando mucho a medida que el proyecto avanzaba.

Para futuros proyectos se tenía que tener claro ese panorama. No se sabía desde el inicio que es lo que íbamos a lograr como BIM (Eso está mal). La lección es tener el panorama claro de lo que vas a buscar al final del proyecto, para que vayas acomodando tu modelo desde un inicio para dichas necesidades y te ahorres un esfuerzo a futuro.

Ahora hago eso, reuniones en la etapa de preconstrucción. Ahora estamos en la etapa de diseño, el equipo de diseño está haciendo el modelo, y sobre la preconstrucción estoy teniendo reuniones para saber qué es lo que el cliente quiere controlar o hacer con el modelo. El área de producción, cómo vas a hacer tu sectorización, cómo vas a trabajar con ese modelo, usos, como va a ser tu *Last Planner* o tu plan de trabajo (Gestión de la Producción), cómo piensas dividir tu proyecto. Como oficina técnica, a que detalle necesitas el modelo, cómo vas a generar los metrados, a qué nivel de metrados vas a llegar, vas a llegar al mínimo (contar clavos o no), o solamente te basta con que te del encofrado y volumen de concreto y sacas ratios.

Se podría decir que en Videna hubo un enfoque de constructabilidad al comienzo, pero no se incluyó al área de producción.

Lo que pasa es que en Videna hubo *Fast Track*. A la par que se hacía el diseño, se hacía la construcción y teníamos dos frentes trabajando a la vez. Las bases salieron para una etapa de diseño, no se estaba haciendo BIM para la construcción. Entonces cuando se llegaba a la construcción había necesidades que surgían en esa etapa. Por ejemplo, en la etapa de diseño nosotros no sectorizamos. Eso lo pensaba el equipo BIM para la construcción.

Ósea sí influyó bastante Videna para los proyectos de CONTRATISTA GENERAL.

Sí influyó. Normalmente antes, tenías un edificio, un recinto, X pisos. El flujo de trabajo normal es que después del diseño se construye. Puede ser que tu coordinador BIM esté en diseño y luego pasa a construcción. Ahí no sientes el impacto, esa brecha que hay entre diseño y construcción, porque ya acabaste diseño. Pero cuando los 2 están a la par, ves que esa brecha

es muy grande. Las necesidades que tiene el diseño son diferentes a las de la construcción. En construcción, las necesidades de producción son distintas a las de la oficina técnica y la de control de proyectos. Entonces, trabajando con todos esos a la par, por ser *fast track*, tienes una gran brecha, que se puede reducir, si es que tu desde un inicio sabes qué es lo que te van a pedir las otras áreas. En un inicio en Videna eso no se sabía. Si bien, se tenía una idea de cómo gestionar la información, nunca se había hecho ese esfuerzo a la par, es decir, *fast track*. Y, además, que otra cosa influía, que arquitectura, nosotros no éramos los dueños de ese modelo. Ese modelo lo hacía una empresa inglesa a pedido de la supervisión. Entonces nosotros no podíamos hacer cambios en ese modelo, teníamos que adaptarnos a lo que ellos estaban haciendo. Nosotros teníamos la autoría de estructuras y MEP, pero no de la arquitectura. Dependíamos de esa empresa, porque no nos iban a entregar el modelo hasta que terminara la etapa de diseño.

En diseño, al modelador le puede convenir modelar la columna desde la cimentación hasta el último piso, un solo elemento. Pero para construcción no, en construcción nos importa tenerlo por niveles y sectorizado. Digamos que el diseñador lo hace por niveles, ahora pensando como oficina técnica, cuando hago una columna no lo vació hasta el fondo de losa, lo vació hasta el fondo de la viga, entonces en el modelo, si quiero contemplar el metrado, esa parte que está en intersección, columna - viga, tengo que separarlo y asignarle otro parámetro para que no lo cuantifique en el metrado de columna, sino en el metrado de mi techo.

Normalmente el modelador no sabe mucho de construcción, eso se soluciona con un manual de construcción, o ¿Cuál es la propuesta para solucionar ese tema?

El documento está bien, va a quedar para la empresa. Pero lo que más importa es el rol del coordinador BIM. Primero, tener una reunión inicial con los modeladores de todas las especialidades. Darles el documento con todos los lineamientos. Más le quedará guardado lo que tengamos en las reuniones. Revisar lo que hacen los modeladores diariamente.

Lineamientos básicos para construcción son sencillos, no es tan engorroso la información que debe saber el modelador, pero del lado de la experiencia si hay tips puntuales según la tipología del proyecto.

Muy aparte de ese documento que debe existir, debe haber un documento de rutinas. Como te comunicas con tu equipo y escucha activa.

Tú que has estado en construcción, ¿qué tan importante son las familias de Revit?

Para construcción puede ser una familia genérica. En producción hay que producir. Tienen que tener una información básica como el tipo de material. La información que debe contener la familia le ayuda más a oficina técnica o para la etapa de mantenimiento. Pero para construir basta con saber que es el elemento y cuál es su cubitaje o metrado; y luego hago mi *Last Planner*.

Producción no requiere mucha información, sino requiere lo justo y necesario. Cuando se requiere que la familia tenga más información es desde la perspectiva de oficina técnica o en la etapa de diseño, o para MEP.

¿Si en el área de producción no se necesita tanta información, entonces no es necesario que tenga un modelador no?

Hay proyectos que sí requieren. Por ejemplo, Videna tenía su coordinador, su modelador BIM, porque hacer la iteración de los sectores a veces tomaba tiempo. Necesitabas sacar los metrados diarios también.

Cada área tiene objetivos específicos. En oficina técnica el objetivo es 1) que los planos que entreguemos estén liberados para construcción, 2) sacar metrados para el presupuesto para valorizar, pero, ojo, producción al igual que control de proyectos ve metrados de control, van a ver cuánto han avanzado, tienen que ver que el modelo se pueda parametrizar para hacer una

gestión visual 4D, ver si estás dentro del cronograma. Son enfoques distintos, cuando armamos el equipo de trabajo hay que tener en cuenta todo eso. Por eso siempre es bueno, la reunión inicial, saber cuál es el panorama, saber a qué te quieres enfocar, las prioridades. Para producción, a qué nivel quieres llegar. Si quieres llegar a hacer un 4D, será un mayor esfuerzo sin duda.

¿Sobre el flujo de información, esa era más la propuesta de la CONTRATISTA GENERAL verdad? ¿en general también? o también recibían propuestas de flujo de información de parte del cliente.

Lo normal es que nosotros proponemos y luego el cliente aprueba. Nosotros hicimos el documento y una propuesta de implementación.

Para ti, ¿Cuál fue el principal problema en la producción de los modelos?

Uno fue darle el mayor detalle posible al proyecto. De un LOD específico que nos dieron a darle el LOD con más detalle posible. Al cambiar el LOD o no saber el alcance real del BIM, entonces no teníamos un plazo específico. Había una fecha que era inamovible. La fecha de entrega final del proyecto, entonces no podíamos pasarnos de esa fecha. Teníamos que ajustar nuestros esfuerzos para poder lograrlo.

En cuanto a recursos compartidos, los recursos que la CONTRATISTA GENERAL pudo compartir a los contratistas. Nos dijiste que el BEP, plantillas de BIM, etc.

Como BIM toda la información estaba en el servidor, nosotros fuimos los únicos en poder acceder a dicho servidor, no sabemos si alguien más lo habrá usado. Para los subcontratistas si les pasamos plantillas para que se adecuen a los colores, tamaños de letra, membretes, para que se alineen a nuestro estándar.

El cliente no supimos si logró usar las plantillas, ellos tenían acceso al servidor. El cliente más revisaba la información final. Ellos hacían revisiones del modelo cada cierto tiempo.

¿Los RFIs se coordinaron por el revizto o por el ACONEX?

Por el ACONEX. Posteriormente salió que del REVIZTO pudieran salir algunos RFIs pero lo normal fue que salieran del ACONEX.

Nos comentaron que se impartieron capacitaciones a modeladores y otros involucrados sobre ciertos softwares y metodologías. ¿En qué consistían estas capacitaciones?

Las capacitaciones eran un poco Revit. Específicamente a los subcontratistas era de cómo hacer los planos, cómo colocar los membretes, etc. Sí creo que fueron efectivas, todos llegaron a usar el REVIZTO.

Respecto a las reuniones ICE, como fueron estas en obra, ¿cómo priorizaban las incidencias en esas reuniones?

Tuvieron muchos cambios. En la etapa de diseño era más de interferencias, durante la etapa de construcción eran con los diseñadores y con el constructor, cuando vinieron los subcontratistas se realizaban sesiones con producción netamente y diseñadores, o diseñador, constructor y subcontratistas. Antes de finalizar el proyecto las reuniones ICE se volvieron más sencillas, solamente con el equipo de producción y el subcontratista para ver algunas soluciones en temas de replanteo de alguna instalación que ya no influía en diseño / ingeniería.

¿En diseño, quien fue el coordinador del polideportivo?

[nombre anonimizado].

Tenemos entendido que para el tema del ACONEX fue mediante un document control. ¿Tu tuviste acceso al ACONEX?

Teníamos una cuenta cómo área para entrar al ACONEX.

¿Cómo es el tema del document control? Entendemos que es un tema de trazabilidad.

Toda la información que nosotros generamos tenía que pasar por el document control. La información pasaba por esta persona, él la enviaba formalmente la información al cliente o a la persona / empresa que tenía que llegar dicha información. Es un control por toda la obra. Es la persona encargada de las comunicaciones de todo lo que tu generes a la supervisión / cliente. ([nombre anonimizado]).

¿Cómo el control de calidad de los modelos?

De acuerdo a la experiencia de cada coordinador.

¿Ustedes hacían un control de calidad de los modelos de la Proyectista de Diseño Arquitectónico? ¿de los modelos de arquitectura?

Nosotros hacíamos observaciones de acuerdo a las necesidades de obra. Para errores de modelado lo decíamos. Nosotros hacíamos esas observaciones y ellos tenían que hacer dichos cambios. En algún caso ellos no lo hicieron porque no era parte de su alcance, entonces nosotros tuvimos que realizar esos cambios. Pero el tema del control de la calidad de los modelos era entrar al modelo y darle una mirada general y luego ver temas específicos.

Arquitectura es quien pone el punto de partida en la construcción. De ahí parte nuestra constructabilidad.

¿Algún otro uso BIM que rescatas del proyecto?

Nube de puntos para ver la linealidad de la cobertura del estadio atlético, hemos usado vuelo de dron, el 4D, gestión visual. Ahora para Facility Management, se han usado la mayoría, menos el cálculo de cargas de cálculo para sanitarias, eléctricas, etc.

Se ha usado escáner láser para hacer modelos as-build. Vuelo de dron para un control de obra. Sobre ese vuelo se hizo una exportación para curvas de nivel para topografía, también se usó el vuelo de dron para superponer el modelo y ver el avance. Se llegó a usar un poco de realidad aumentada y recorridos virtuales. Se llegó a usar los modelos para un renderizado artístico con Lumion, 3D Max. Se ha tratado de usar el modelo a su máximo potencial.

Automatización se hizo un poco, no mucho pero sí un poco, sobretodo para metrados.

¿Con respecto a los metrados nos podrías comentar un poco acerca de la confiabilidad de los metrados que salían de los modelos?

Depende mucho de qué metrado estamos hablando. Si los metrados son el concreto, entonces es muy poco probable que te equivoques porque son volúmenes casi perfectos +- un margen de error. Pero también, ¿cómo fueron los metrados que salían del modelo? ¿Los metrados que salían para quién? Porque el modelo te va a entregar metrados teóricos, metrados perfectos. Por ejemplo, si pides 20 cubos, el modelo te dice que vas a vaciar 20 cubos, producción pide esos 20 cubos, no va a vaciar todo, al menos le va a faltar 1 o 2 cubos. Si le das ese volumen a oficina técnica, si estaría bien, porque oficina técnica tiene que considerar el desperdicio para asegurarse que va a llegar a ese concreto a su punto de vaciado. Entonces depende a quién le entregues el metrado, variará su confiabilidad. Puede ser muy confiable, pero también dependerá mucho de cómo lo has modelado y qué estas considerando. Por ejemplo, para pintura o tarrajeo, también, es el área del muro, pero qué área. Al inicio se metró en 2D, pero después se sacaban metrados del modelo.

¿Cómo fue el flujo de trabajo entre calidad y producción?

La calidad en la obra ha sido la calidad de otras obras, nada nuevo. Para temas de calidad, no podías liberar algo si es que Lima no lo liberaba. Ellos estuvieron todo el tiempo, tenían su

oficina ahí. Era obligación de producción llamarlos antes de cada vaciado para que la supervisión (Lima 2019) pueda liberar. Ellos también estuvieron en las reuniones ICE.

¿Las valorizaciones eran sustentadas con el modelo?

El subcontratista nos daba la valorización. La valorización era más CONTRATISTA GENERAL, subcontratista. Nosotros podíamos pedir un adicional, pero por el monto total de ese contrato. Hacíamos una licitación, con postores, les damos los planos, ellos te dan los metrados. Nosotros nos aseguramos que esos metrados sean reales.

Sobre la operación y mantenimiento, ¿qué aspecto de estas fueron consideradas en la etapa de construcción?

Ese fue un tema que se vio al final de la obra. Todo fue netamente funcionalidad de los equipos.

En cuanto a los entregables y los hitos de la obra, M1, M2, M3 en el diseño. ¿Cómo eran estos hitos y cuántos fueron?

Yo me acuerdo de los hitos de construcción, pero los hitos de diseño no recuerdo bien como fue. Lo que sí hacíamos entregas parciales al cliente durante la etapa de construcción.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas te llevas de este proyecto que se pueda aplicar en sus futuros proyectos?

Bastantes en realidad. Gracias a lo que hice en control de avance se trató de hacer una implementación similar en un proyecto de infraestructura, carretera. En infraestructura no hay mucho de BIM, casi nada, si buscas información no vas a encontrar mucho. Lo que me ayudó de Videna fue, cómo hacer el flujo de información más viable, en una carretera no tienes todo, en un proyecto en Lima sí tienes todo. En una carretera la manera en que llevan la información es en un servidor y muy desordenado. Entonces, yo traté de plasmar esa idea de BIM, hice mis

primeros baby steps. ¿Que hice? Sacar toda la información en una nube y que ellos puedan trabajar de forma colaborativa. Logré un equipo de producción que estaba en el kilómetro 60 con el equipo de oficina técnica que estaba en el kilómetro 100 de la carretera. Ahora ya podían tener los planos actualizados, tan solo entrando a la nube con unos links de acceso. Me encargué de hacer toda esa gestión, el diseño de ese flujo de trabajo.

Otro *takeaway* de Videna fue el tema de los estándares y la correcta parametrización, me puse a hacer el tema del modelo como tal, para una carretera no es lo mismo que modelar una edificación, tuve que crear familias paramétricas, para esto tuve que pensar mucho qué parámetros iba a considerar para la creación de estas familias y que sean editables, y una vez en el modelo te facilite. Por ejemplo, un cabezal de una alcantarilla, tiene dos aleros, entonces, poder crear una familia donde pueda mover estos aleros de manera paramétrica. Luego, el uso del dynamo, hay cosas que el Revit que no se adapta mucho para un proyecto de infraestructura, entonces, gracias a lo poco que aprendí de dynamo en Videna, profundicé más e hice uso de la programación visual para que el modelo extraiga datos que no extrae normalmente, para una alcantarilla, es la cota de fondo de dicha tubería y la cota de inicio de la tubería. El Revit me da la cota del eje, pero para un plano la cota del eje no me sirve. Yo necesito el fondo de la tubería y el otro extremo de la tubería para ver corte y relleno. Eso se puede extraer con Dynamo, creando un parámetro.

El tema colaborativo, como trabajamos mucho en la nube, en un proyecto de infraestructura usamos Civil, Revit e Infraworks. Entonces cómo integramos estos softwares en la producción de información. Una manera de ver el trabajo colaborativo.

Luego salí del proyecto de carreteras y estuve en oficina viendo temas de estándares. La estandarización es importante. En Videna nos costó mucho ver el tema del estándar. Como el proyecto era muy rápido, cada uno se enfocó en su recinto y de acuerdo a la necesidad que había con su equipo de producción. Llegar al estándar fue complicado. Si estás acostumbrado

a hacer algo, cambiar la manera de hacerlo es difícil, si es que no tienes mucho tiempo libre. Entonces creé un estándar para saber qué es lo que tienes que tener como base para aprovechar al máximo el BIM.

Luego, la importancia de tener un orden de la información. En Videna tuvimos cantidad de información y no estuvo ordenada. Entonces, si tienes un mejor orden de la información puedes llegar a tener un mejor entregable. Hice pruebas con vuelo de drones y nube de puntos y para hacer eso tienes que tener mucho orden. Cuando necesitas hacer topografía a gran escala necesitas tener todo ordenado y saber cómo lo vas a trabajar, qué vas a controlar. Por ejemplo, Civil 3D es un programa BIM, pero no es muy adaptable a las necesidades que tenemos como BIM. Es un programa que tiene información, pero esa información no es tan editable, no es como el Revit, que si este es mi viga yo puedo partir dicho elemento. En el Civil si tengo una superficie, esa superficie no la puedo partir. Si la parto, puede afectar la triangulación, entonces tengo que ver cómo trabajar con esa superficie. Si nos vamos a un aeropuerto. Es el mejor ejemplo de edificación e infraestructura. Si tengo la torre de mando, la zona de los embarques y la pista, para hacer un aeropuerto, la pista de aterrizaje no tiene que tener mucha incertidumbre en los niveles de la pista. Ahí si va a influir mucho la topografía. ¿Cómo puedo hacer que la topografía y el modelo de edificación estén unidos? En el Revit se pueden llevar topografías, pero esa topografía no va a ser tan exacta. El revit tiene errores de triangulación. Ahora, en la última actualización del Revit, te permite exportar la topografía del Civil de forma directa, te crea un link. Pero también se puede hacer a la inversa, se puede enviar la edificación del revit al Civil. Ver como esa gestión de la información, te puede ayudar. En Videna aprendí que el Revit no es el único programa para hacer BIM, tienes que ver cómo se comporta con los demás programas. Yo he logrado usar el civil para hacer uso de mi modelo revit para una topografía, y lo estoy usando ahora en el proyecto en el que estoy que es un hospital en la ladera de un cerro, se tiene que hacer un plataformado. Estoy viendo la etapa de preconstrucción. Si

no hubiera podido hacer esa gestión de información de ver el revit en el civil 3D con la topografía, no me hubiera podido dar cuenta que el plataformado que han hecho está mal hecho. He puesto el modelo en Civil, he hecho la sección y me he dado cuenta que mi plataformado con el talud que me dan tiene que correr 1 metro más allá para que sea constructivamente posible, y cuanto me hubiera dado cuenta de eso, en campo. Darse cuenta de eso en campo es hacer el replanteo, son horas hombre parados, hh que no me las van a pagar y la empresa va a perder. Eso si lo vemos de un flujo normal de edificación no está contemplado analizar la topografía. Porque no tiene la prioridad en ese tipo de proyectos, no es lo crítico.

En el tema que nos contabas de ordenar la información, eso te refieres a la federación del modelo, de las carpetas, la codificación de los modelos… La ISO nos habla un poco de eso, pero ¿te refieres un poco a eso?

Uno es eso, el estado de los archivos, cómo tú los tienes separados, que es la estructura de datos. Hagamos una comparación, digamos que mi modelo Revit de un edificio se divide en especialidades. Ahora trabajo con Civil, en Civil yo hago movimiento de tierras, tengo una superficie, esa superficie cómo la he obtenido, mediante nube de puntos. Entonces cómo se origina dicha información tengo que tenerlo bien detallado. Luego, ya la información creada, un archivo ya con la superficie, y luego tener un archivo ya con lo que yo voy a hacer. Al ser una superficie, esa tiene que ser partida como si fueran especialidades, superficie para varias cosas. Puedo ver cómo la voy a dividir y cómo la voy a nombrar, por ejemplo, para una carretera es bueno tener superficies creadas para cierto kilometraje, de 0 a 500, de 500 a 1000, y así sucesivamente, de acuerdo también al tamaño de información que tengas, entonces ver cómo vas a nombrar esa información. De ahí el orden también me refiero ya dentro de los programas, en el Revit, tener ordenado todos los parámetros, es decir, si tu abres tu revit, al lado de propiedades cuando seleccionas un elemento, ver todos los parámetros, ver que los grupos de parámetros que existen, ahí debe haber uno que se llame construcción y que ahí esté todo lo

relacionado a construcción. Quizá no sea tan importante, pero te ahorrará tiempo y más adelante te darás cuenta que es una gran ayuda para ti. Y cuando hagas programación, ese orden es lo que necesitas para que la programación te salga bien. Ahora que hago programación en dynamo, me aseguro que los modelos tengan ese orden para que cuando yo haga una parametrización, no me falle.

¿Y el soporte como área BIM de [nombre anonimizado] cómo es? ¿es sobre los estándares, es sobre VDC también?

El soporte del área BIM sería el soporte que nos da [nombre anonimizado]. [nombre anonimizado] se encarga de hacer seguimiento a todas las obras y normalmente siempre nos hace reuniones, que puede ser semanal, cada 2 semanas, pero siempre, hay reuniones y comunicación directa con [nombre anonimizado].

¿Cuál es el objetivo de esa reunión?

De ver que realmente se cumpla el estándar de la CONTRATISTA GENERAL, los estándares y los procedimientos. [nombre anonimizado] nos pregunta por ejemplo como va nuestro PEB. [nombre anonimizado] es uno de los filtros para la producción del PEB, él lo revisa nos da un input, nos dice que consideraciones debemos tener. Luego, cuando llega un momento de implementación, desde oficina nos manda las últimas herramientas que se vienen en el mercado (Innovación), entonces, nos manda algún video de capacitación o nos pide que probemos alguna herramienta en el proyecto a ver que tal va, y de ahí tenemos una reunión para ver que funcionalidad hemos descubierto. Por ejemplo, con las imágenes 360, oficina nos dio el soporte para evaluar dicha herramienta, nosotros la probamos, la presentamos a gerencia, se le dio el visto bueno y después la implementamos en el proyecto.

El PEB es responsabilidad del coordinador BIM. En el caso de la Videna, [nombre anonimizado] estuvo en el proyecto un gran parte de tiempo. Él estuvo involucrado en la elaboración del PEB. Fue el BIM Manager de Videna.

¿Cuál es el mayor problema que afronta la construcción en el Perú?

Bueno, respecto a BIM, es la resistencia al cambio, lo tradicional está muy arraigado y no todos quieren lanzarse por algo nuevo. Si bien no es un requerimiento, tal vez hay más resistencia al cambio, pero aun así hay. A partir de Videna, se está creando esa iniciativa de usar modelos BIM, porque nos estamos quedando atrás en temas de construcción. Tenemos un gran retraso en el tema tecnológico. Acá normalmente no compartimos información y las empresas no invierten en tecnología.

Entrevista E9

Cargo: Coordinador BIM

Lima 2019 nos habló de la visión de legado del proyecto, ¿Cómo cree que esto influyó en el proyecto? ¿Se vieron reflejadas las prioridades en el proyecto?

Principalmente por los cambios y ver cómo aprovechar al máximo todas las cosas que se hacían. Como ni siquiera estaba muy desarrollada y la arquitectura y la estructura como tal, teníamos que ver muchas posibilidades de lo que venía después durante la etapa legado. Había muchos problemas con los cimientos, pues los muros que teníamos durante los juegos no eran los mismos que durante el legado. Entonces, a parte de los cambios que podíamos tener por la misma arquitectura, nosotros teníamos que intuir ciertos parámetros y opciones a la hora de realizar la construcción. Más que BIM, era pensar en cómo era el proceso constructivo.

¿En la Contratista general se integró a la parte constructiva desde el comienzo?

Sí, en Contratista general se integró a muchas personas desde el comienzo. Un gran paso que se dio en Videna fue traer todas las personas con mayor experiencia de la Contratista general al proyecto. Las personas con más experiencia, como el gerente de operaciones, fue directamente a trabajar dentro de Videna. Entonces fue toda la gente de peso para enfocar esas soluciones en Videna.

¿Ellos hacían uso del Modelo BIM directamente, o solo veían los planos?

Era tanto BIM y los procesos constructivos. Uno para pensar los cambios que se iban a hacer y otro para demostrar las opciones de cambio que podían hacerse.

Como coordinador BIM desde el diseño del proyecto hasta la construcción. ¿Tuvo conocimiento de los requerimientos del proyecto? ¿A través de qué documento?

La verdad como BIM estuvimos mucho con el PEB. Hubo un PEB tanto para construcción como para diseño. Y constantemente, semanalmente, nos pedían las métricas de la evolución del modelo BIM, la coordinación con los especialistas, que representaba cómo iba el avance para los hitos que se tenía. Nosotros teníamos en frente a nuestra pared los hitos del proyecto, y nosotros en función a eso avanzamos. En momentos dábamos más horas de las que teníamos que trabajar. Había etapas durante la construcción en las que se hizo doble jornada, se trabajaba todo el día. Entonces era en función a eso: la documentación, los objetivos, y a la par de los hitos.

¿Estuviste en la etapa de elaboración del PEB? ¿Cuáles son los in-puts que se toman para su elaboración?

Sí. Es ver con cuántas personas contamos, ver los hitos y ver los objetivos del proyecto. El proceso de elaboración del PEB era: cada uno de los coordinadores BIM, que éramos 4 en ese entonces, empezaba a ver los requerimientos de los recintos. A partir de eso nos reuníamos y veíamos lo común que tenía cada recinto y luego veíamos las particularidades. Una vez que realizábamos el PEB con todas las particularidades lo enviábamos al BIM manager, que era [nombre anonimizado], él los revisaba y enviaba sus comentarios, nosotros revisábamos sus comentarios y terminábamos enviando documento.

¿Esos requerimientos del proyecto está en un documento formal, en un documento de la Contratista general o que les pasaba Lima 2019?

Era mucho conversar con las personas. Personalmente, la documentación las teníamos con esas particularidades de legado, de juegos, claro que estaban documentadas, pero gran parte era

conversar con los involucrados. Una parte que hicimos mucho workshop, mucho VDC y IPD. Para conocernos, para ver con qué personalidades trabajábamos. Mucha interacción.

¿Qué tan importante cree que fue BIM en el proyecto?

El gran éxito de Videna fue gracias al equipo BIM en general. En la etapa de diseño hubo más de 45 personas solo trabajando en el área BIM. Hubo varias cosas, como que todas las valorizaciones salían del modelo BIM, todos los planos salían del modelo y todas las coordinaciones se realizaban en torno al modelo. Cuando tienes un proyecto en *fast track* las consultas son mayores porque no se tiene definido todo. Entonces, imagínate tener una falta de definición del proyecto, más solo tener planos CAD sin un modelo BIM, es una inclinación a los errores increíble.

La ISO nos habla de establecer desde un comienzo los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto en el tema de gestionar la información. La ISO propone el uso de una matriz RACI. ¿Elaboraron un documento similar, cómo lo usaron y qué tan efectivo fue?

Lo que siempre tomamos en la Contratista general es tratar de, era un montón de profesionales muy capacitados, pero al final de todo es tomar muchos conocimientos y transformarlos a nuestra realidad. Si bien no seguíamos una ISO al pie de la letra, tomábamos conceptos como la responsabilidad de cada uno. En mi caso, que era coordinador BIM, era encargado de auditar el modelo como tal, aparte de realizar todas las coordinaciones con los especialistas, pero también había un líder BIM, que veía también la calidad del modelo BIM, y era encargado de gestionar a todos los modeladores. Y el modelador BIM era encargado de realizar el trabajo de modelado, de realizar todas las posibles soluciones y plasmar toda la información de los planos, toda la interacción que hacían con los mismos diseñadores. Entonces, un documento como tal que haya servido como guía base para todo el proyecto no te podría decir solo uno. Pero sí

estaban mapeados los involucrados y los roles. Tanto como persona dentro de BIM, y tanto como área en general de BIM con el proyecto, porque las necesidades empezaban a mutar con el tiempo

En cuanto a los roles de Coordinador BIM y Líder BIM, ¿estaban bien definidas las funciones o había una superposición de tareas y responsabilidades?

Sí estaban bien definidas las tareas, pero en un proyecto tan grande de hecho había superposición de tareas, pero no tanto porque no están bien definidas sino por el hecho de querer apoyar y querer avanzar más rápido. Por ejemplo, las coordinaciones con los especialistas, tanto subcontratas como diseñadores era entre el coordinador BIM y el especialista como tal, pero había momentos en los que el coordinador BIM estaba ocupado coordinando ciertas cosas y el líder BIM tenía que apoyar. Al final todo el mundo tenía conocimiento del proyecto por lo que todo el mundo podía ver esos temas, pero como responsable solamente era el coordinador BIM. Yo podía coordinador con mi líder BIM ciertas cosas, pero al final del día yo era responsable de auditar lo que había hecho el líder BIM y ser responsable de todo lo que suceda.

Entiendo que el líder BIM es una posición nueva que crearon para este proyecto, ¿antes no existía?

Sí, antes no existía. Era en gran parte por la cantidad de personas, y porque en un inicio subcontratamos el modelado. En un inicio era más de 25 personas de empresas terceras, por ejemplo, subcontratábamos a Consultora BIM 1, que es una empresa de modelado, y era un líder, como un coordinador interno de ellos, que coordinaba con los modeladores, y nosotros éramos supervisores desde la Contratista general.

¿Participó en la elaboración del Plan de Ejecución BIM? ¿Qué información valiosa extrajo de este documento para la producción de los modelos?

La calidad y alcance. Netamente, ver cuáles son los requerimientos mínimos y que cosas estamos haciendo. Si tienes personal involucrado que no sabes hacia dónde va, es muy difícil tenerlos comprometidos.

Por ejemplo, la definición del LOD con quien se coordina, con gente de obra también o netamente con el área BIM.

Netamente con el coordinador de Obra y el BIM manager. Era una definición de ambos. Nosotros sabíamos para qué se iba a realizar el proyecto y para qué necesitaba BIM, y a partir de eso empezábamos a definir el tipo de LOD que íbamos a utilizar. Si llegamos a definir para valorizaciones necesitábamos un valor de LOD alto para ciertas cosas. Nosotros llegamos a modelar hasta la parte del tarrajeo en los muros para la etapa de arquitectura, modelamos los tomacorrientes, los accesorios para baños. Lo modelamos porque sabíamos que el objetivo era valorizaciones. Dependiendo de los objetivos realizábamos el LOD. No llegamos a hacer acero de refuerzo, pero para la estructura metálica sí, pero era tercerizado. Nosotros linkeabamos el modelo de las empresas que contratamos para la fabricación y colocación de la estructura metálica, y así poder ver los cambios o coordinaciones necesarias.

¿Cómo integraron a las subcontratistas en obra en relación a BIM? ¿Cómo crees que se pudo integrar mejor a estas subcontratistas?

Yo creo que no habría mejor manera de integrarlos… Ellos mismos sacaban los planos. En la etapa de diseño ellos coordinaban con nosotros la parte del modelo y en la etapa de construcción las subcontratas realizaban solamente el sacado de planos. Imagínate, tú le entregabas el modelo de ACI, con el modelo de estructuras y de arquitectura coordinado, y sacaban de ahí todos los cortes necesarios, todas las vistas de planta necesarias, y en función de eso lo ejecutaban. Había un proceso donde nos enviaban a nosotros los planos, nosotros los auditábamos, empezábamos a hacer correcciones, luego se firmaba y de ahí recién esos planos

llegaban a obra. Ellos nos daban planos no modelos. Los cambios al modelo lo ejecutábamos el área BIM.

¿Para llegar a ese nivel ustedes les exigen tener un coordinador BIM o modeladores BIM?

Depende del proyecto. Había algunos que por su escala solo bastaba con tener un coordinador BIM y nada más.

Nos comentaron que se impartían capacitaciones a modeladores y otros involucrados para ciertos softwares y metodologías. ¿En qué consisten estas capacitaciones? ¿Cree que fueron efectivas? Nos podría compartir algunas lecciones aprendidas en torno a las capacitaciones.

Hubo mucha generación de documentación. Escritos sobre manual de cómo utilizar Revizto, manual de cómo utilizar BIM 360, desde crearse una cuenta… de ciertas especialidades. Capacitaciones masivas, de 10 a 15 personas. No resultó, la verdad. A mi parecer no resultó estar al inicio con documentos, con videos tutoriales o con capacitaciones masivas. La verdad, lo que más nos facilitó fueron las capacitaciones individuales, donde enseñamos directamente no solamente el funcionamiento del software, sino cómo lo podían usar. Nosotros nos acercábamos a especialistas de sanitarias, que tenían mucho tiempo en la industria y una forma de trabajar ya definida. Entonces, nosotros nos acercábamos y nos sentábamos al lado de ellos y les decíamos, sabes que: si quieres responder una incidencia, esta es la forma de hacerla, mediante esta plataforma, envíame los planos por acá para tener un repositorio principal, y cosas así. Nosotros llevábamos métricas semanales sobre la calidad del modelado y también sobre la calidad de las coordinaciones que hacíamos. Si veíamos que había ciertos especialistas con los que era un poco complicado trabajar, eso se veía en las métricas, y en función de esas métricas nosotros realizábamos ciertas actividades para cumplir los objetivos y que todos estén alineados con el proyecto.

Las capacitaciones las realizábamos los coordinadores y los lideres BIM, y muchas veces corríamos con el tiempo.

Por ejemplo, medíamos el tiempo que se demoraban en responder, las sesiones ICE que lleva un especialista, los problemas que tenía después del tiempo de solicitado, cosas así.

Hay un documento que la ISO propone que es métodos y procedimientos de producción de información. Este es un documento establecido por el cliente (en el contexto peruano probablemente sería el contratista general quien elabora el documento) que define la información existente del activo, la generación, revisión y aprobación de nueva información. Además, la seguridad o distribución de la información y la manera como se entrega la información al cliente.

¿Qué opinas de un documento como este? ¿Hubo algo parecido?

Netamente como procedimiento en Videna hubo al inicio. Había una reunión que se llama kick-off meeting, que es una reunión de inicio, donde nos reunimos con los involucrados principales, y a partir de ello generamos un flujo. En ese flujo vemos, por ejemplo, que el control documentario es el encargado de recibir la información por parte del cliente, el coordinador BIM es el encargado de adjuntar los planos al modelo y tenerlos ordenados, el líder BIM es el encargado de coordinar la realización del modelo con los estándares de calidad necesarios, había esos documentos. Pero no te puedo decir que se respetó al 100% porque cada proyecto tenía sus particularidades. A mí me llegaban los planos a veces con ciertas anotaciones, a otros coordinadores a veces no les llegaban esas anotaciones y simplemente le enviaban una nueva versión del plano aun así no hubiera cambios. Había procesos, pero no se respetaban al 100%, más que todo por las particularidades de cada proyecto. De las señaladas en tu pregunta, las que elegiría yo como las más importantes son “generación de información” y la “manera como se entrega la información al cliente”.

¿Tú tenías acceso al Aconex, o era mediante un document control?

Sí teníamos acceso al Aconex. Había también un document control que tenía ordenadas todas las carpetas. Gran parte de lo que pasó en Videna era correr y hacer todo lo necesario para que el proyecto salga adelante. No había mucho eso de: oye yo busqué en el Aconex y no había esa información. Si era necesario tenía que ir y preguntarle al ingeniero residente, al jefe de producción, al jefe de OT, al control documentario, a la persona necesario para andar más rápido, porque siempre andábamos contra el tiempo.

¿En cuanto al Aconex qué nos puedes comentar como CDE, la ISO nos habla que cada carpeta puede tener status?

Para serte sincero, no soy una persona a la que le gustará el Aconex, porque para mí su interfaz de usuario era muy mala, era muy complicada de usar. Así, que personalmente no podría tener buenas referencias del Aconex como tal.

El interfaz de usuario como tal, tener muchos botones acoplados, muchos pasos para realizar tareas que deberían ser más sencillas, era la principal deficiencia del programa. Un caso de la vida real, por ejemplo, si quieres subir un archivo, que debería ser en 1 paso, debías de realizar 5 tareas antes.

¿Cuáles fueron los principales problemas en la producción de los modelos?

Los constantes cambios. Cambios de todas las especialidades, de las dimensiones de zapatas, de placas… Cambiaba la arquitectura y podía cambiarte todos los modelos siguientes. Es lo normal en un proyecto *fast track*, sabíamos que iba a suceder eso, por eso la necesidad de tener muchas personas en el equipo BIM.

¿Pensando en VDC qué métricas tenían al respecto, en el número de retrabajos?

Teníamos la métrica de si teníamos el modelo al día, y si llegaba la información a tiempo. Si la información nos llegaba el martes, tachábamos que nos llegó ese día y cuánto teníamos de actualizado el modelo. Si no llegaba el modelo, y si el modelo estaba en 1 o 2 semanas de para ya pasaba a ser una alerta para nosotros, porque significaba que iba a llegar una nueva entrega con muchos cambios.

Pensando en la gestión del diseño, ¿la arquitectura se le pone un plazo último de entrega para así evitar retrabajos?

El modelo de arquitectura lo hacía el mismo estudio de arquitectura que era Proyectista de Diseño Arquitectónico. Disminuyeron los cambios con el pasar del tiempo, pero no podíamos definir una fecha máxima de cambios porque igual había cambios. Se definieron fechas, pero no se respetaban.

Sobre la producción colaborativa de información.

Sí, como te dije, no creo que hayamos revisado esta ISO, pero es gran parte de nuestra experiencia como la Contratista general y de los coordinadores, y a partir de eso generar flujos nuevos con los involucrados del proyecto. En cuanto a esto, si creo que es importante y me parece bien, me parece que es un flujo intuitivo. Para mi si un proceso es intuitivo entonces funciona bien. Me gusta que sea general, o sea que no te especifique temas como tal para poder pivotear según los requerimientos de tu propio proyecto. Es decir, “que no excede los niveles requeridos de tu propio proyecto” como dice ahí, no es algo que te limite y no te deje moverte, tú puedes moverte en ese ítem y entenderlo de mejor manera con las particularidades de tu proyecto.

En Recursos compartidos, el BEP se compartía con todo el mundo, la plantilla de Revit sí o sí tenía que ser la de la Contratista general porque teníamos que trabajar todos con ese estándar. Compartimos el “Estándar del criterio del modelo”, que dice cómo modelar ciertos elementos.

Eso está a parte del BEP, y forma parte de nuestra propia documentación. Una de las particularidades del Contratista general, es que metrabamos los proyectos de manera automatizada, con ciertas reglas. Entonces sí o sí tenían que tener los mismos estándares para cumplir con los flujos que tenía la Contratista general en ese momento

En esta plantilla de Revit, ¿los profesionales que generan información tienen todas las familias necesarias para producir?

Sí, en la plantilla está todo, que es el "*know how*" de Contratista general como tal. Era la última plantilla con las últimas familias. Le explicábamos el proceso en el documento "Estándar de Criterios de modelado" estaban todos los criterios, como con qué Plantilla se tenía que modelar, los parámetros que tenían que utilizarse. La plantilla como tal es una plantilla que podría obtener cualquier persona, pero lo importante era el documento "Criterios de modelado". Por ejemplo, hasta donde se modela la columna, el nudo, etc.

¿Ahí estaba también la definición del LOD?

No, esto está en el PEB. El "criterio de modelado" da lo mínimo indispensable para poder seguir un estándar en la Contratista general. Dábamos las plantillas con los colores que tenía que tener cada especialidad (que también está en el PEB), todo el *know how* de Contratista general… Si queríamos trabajar un proyecto con personas externas que iban a modelar teníamos que darle todo, no podíamos tener secretos porque al final del día nos iban a tomar los problemas a nosotros.

Sobre tu trabajo de auditar el modelo, ¿tú eras el principal auditor del modelo?

Como coordinador BIM era el final auditor del modelo. Es un flujo donde primero está el modelador, después el Líder BIM, y finalmente el Coordinador BIM. Eran 3 flujos.

Toda la parte del estándar de información también se auditaba, que es el que más conocimiento tiene de los estándares de la Contratista general, y es el que se puede dar cuenta más fácilmente (porque los conoce) de que se cumplan los estándares de la Contratista general, y se puede dar cuenta de esas particularidades en cada actualización del modelo.

¿También lo revisan en función de constructibilidad?

Eso es un tema que espero que siempre haya en Contratista general, nosotros nunca hacíamos detección de interferencias como tal, nosotros realizábamos incompatibilidades del modelo. Nosotros navegábamos por el modelo y veíamos qué errores había. Nunca utilizábamos el *clash detection* de Naviswork, sino que veíamos el proceso constructivo.

Entrevista E10

Cargo: Coordinador General BIM

Lima 2019 nos habló de la visión de legado en el proyecto, ¿Cómo cree que esto influyó en la gestión propia del proyecto?

El objetivo principal fue construir para los juegos panamericanos, no es que se haya dejado de lado esta visión de legado. Dividir la piscina grande en dos chiquitas para que se pueda usar luego, en el qué viene después de los juegos. Entonces, se tuvieron que usar obras adicionales para lo que venía después.

Si estaba en los planos era prioritario porque se tenía que hacer, pero la prioridad siempre fueron los Juegos.

¿Como coordinador BIM, tuvo conocimiento de estos requerimientos de información del proyecto? ¿Y a través de qué documento se le fue informado?

Tuve conocimiento sí. Eso lo manejó la Proyectista de Diseño, todos los requerimientos como juegos que tenían cada uno de los recintos. A nosotros llegó como consecuencia. Nosotros no ejecutamos el diseño. Nosotros ejecutamos lo que ellos diseñaron. Sí tuve conocimiento de los requerimientos del proyecto, pero fue más de conocer, pero no para tomar una acción para ello.

Lo que comentabas en la presentación de la temperatura de la piscina olímpica. ¿Esa información como llega a ustedes?

La federación internacional de natación tiene un *checklist* donde sale que es lo que debe cumplir la piscina y uno de ellos es la temperatura. Pero yo como coordinador BIM no use esa información, solo lo sabía.

Enrique, comentaste también que la PMO sugirió BIM, ¿pero eso fue una propuesta de valor de la CONTRATISTA GENERAL? o ellos lo pusieron como requerimiento?

Ellos fueron asesores y hasta cierto punto podían imponer sus condiciones. En todo caso no impusieron sus condiciones en este proyecto. Nosotros lo usamos porque los ingleses usaron BIM y porque la CONTRATISTA GENERAL tenía un buen desarrollo en BIM. Fue algo más nuestro.

¿Claro, y ustedes para los subcontratistas en obra si lo tomaron como un requerimiento formal?

A los principales, no a todos. A los de MEP sí.

La ISO nos habla de establecer los roles y responsabilidades desde bien iniciado el proyecto, esto como una matriz RACI del PMI. ¿Se elaboró un documento similar?

No lo mapeamos, así como esa matriz, pero el plan de ejecución BIM define claramente los roles y responsabilidades de cada involucrado sobre el BIM. El coordinador, el facilitador, el coordinador general y la gente fuera del BIM, los especialistas. El tema de roles no varió por recinto. En las partes comunes nos pusimos de acuerdo, y en las partes diferentes cada uno (cada recinto) lo hizo con el mismo formato. Es casi como si cada recinto hubiese tenido su propio Plan de ejecución BIM.

En este flujo de elaboración del BEP. Nos puedes comentar un poco su participación de este BEP.

El PEB lo elaboramos desde la etapa de diseño. Cada coordinador firma el PEB y por tanto es responsable del plan de ejecución, pero como un todo. Un coordinador no puede decir algo diferente a lo que diga otro coordinador porque éramos un mismo proyecto. Cada coordinador

era responsable de su PEB, pero decían lo mismo salvo la parte diferente propias de cada recinto.

¿Cómo integraron a los subcontratistas en obra con relación al BIM? ¿Cómo crees que se pudieron integrar mejor a estas subcontratistas?

Las subcontratistas principales y con principales me refiero a que si tu tienes un costo total de la subcontratación que vas a realizar en CONTRATISTA GENERAL, los subcontratistas que representan el 70% del costo tienes que darle seguimiento. El resto eran SCs chiquitos. ¿Cómo se les introdujo? Todo lo que estaba en el modelo tenían que construirlo. Había cosas que no estaban modeladas como soportería o accesorios del equipamiento, pero los recorridos en planta y las alturas se tenían que respetar a cabalidad porque si uno no respetaba interfiere el trabajo del otro. Las aprobaciones las daba el CONTRATISTA GENERAL y ellos ejecutaban, y generaban sus planos para valorizaciones. Se tenía que verificar si hubo un cambio de dimensiones y si correspondía un adicional.

¿Se pensó en la posibilidad de que ellos puedan hacer cambios desde el modelo integrado?

Sí, en algún momento sí lo hicieron, porque ya nos ganaba el tiempo. A pesar que éramos 30 el equipo nos resultó pequeño. Pero solamente con los que más confianza teníamos.

Como el BIM es chiquito entonces recomendamos a gente con la que habíamos trabajado antes.

Hubo un *Big Room*, ¿Qué aspectos se resolvían en el este *Big Room*?

En el centro acuático la práctica fue que la mayoría de problemas estuvieran en el REVIZTO. Si tenemos la información por todos lados entonces todo sería un desorden. Íbamos a la reunión con una lista de problemas que estaban en el REVIZTO. Y si estaba relacionado a un RFI se linkeaba a dicho RFI. El Big Room se alimenta de esos problemas, pero no vas a ir al Big Room a hablar de los 150 problemas que has encontrado. Y es trabajo del coordinador BIM del recinto

revisar esos 150 problemas y decir cuáles vamos a resolver en el Big Room por prioridad. Siempre necesitas una agenda y la agenda te da los problemas a resolver. Si no tienes una agenda con los problemas no le podrás dar seguimiento.

¿Tuviste acceso directo a la plataforma ACONEX?

Sí tuve, como toda la información estaba ahí, nos dieron un usuario para poder acceder.

¿Qué nos puedes comentar de esta plataforma?

Principalmente Lima, la CONTRATISTA GENERAL y el Proyectista de Diseño. Funcionaba bastante bien, pero si hubiéramos tenido más usuarios y más capacitación, hubiese sido un éxito. Capacitación como la que tuvimos con REVIZTO.

En el ACONEX si yo te envío un correo tengo que poner qué especialidades están involucradas, tener un código para los adjuntos, entonces, si tu parametrizar todo eso, cuando quieras sacar un resumen, no tienes que ir correo por correo para guardarlo en carpetas, sino que automáticamente se ordena en carpetas. Lo que pasaba es que no siempre se hacía de esta forma como te comento y no todos tenían usuarios. De los 30 del BIM solo 1 tenía usuario entonces era un cuello de botella.

Fue por restricción del presupuesto. La contraloría sí tenía acceso. Como es un medio oficial sí tenía que enviar por ahí. Se tenía que estar en cola para enviar el mensaje que tenías que enviar.

Nos comentaron que se impartieron capacitaciones para uso de REVIZTO u otros softwares, e incluso metodologías. ¿Cómo fueron estas capacitaciones?

Las capacitaciones se dieron a gente que modelaba, y a los que no modelaban se les impartía de cómo usar el modelo. A los que ya modelaban se les impartía conocimientos de estándares,

en este modelo tienes que usar estos parámetros 25 parámetros y estos parámetros se utilizan de la siguiente manera. Para los que no modelaban, pero sí usaban el modelo para extraer información se les capacitaba justamente en eso, cómo hacer *schedules*, cómo hacer el 4D, cómo navegar en el REVIZTO.

En cuanto a las lecciones aprendidas, que nos puedes comentar. Por ejemplo, frente a ingenieros mayores que tienen cierta resistencia al cambio.

Si tú quieres que la implementación sirva, hay que ser terco. A una persona que no sabía y que no quería la habremos capacitado 4 o 5 veces. La barrera que no se ve en las capacitaciones es la parte personal y probablemente sea la barrera más importante de la implementación.

Esto a todo nivel, no solo a los profesionales de la CONTRATISTA GENERAL. Obviamente en empresas no tan maduras esto es mayor, pero igual a todo nivel siempre había.

En cuanto al ACONEX, al comienzo es una propuesta del contratista general, y de la Proyectista de Diseño, y luego es adoptada por el cliente, o el cliente lo establece desde un comienzo.

Lo que pasa es que, a ese nivel, Pedro fue el que estuvo directamente con Lima 2019, pero lo que yo recuerdo es que la PMO recomendó el uso de ACONEX y Lima 2019 nos obligó a usar ACONEX. Porque CONTRATISTA GENERAL de por sí no usaba este software. Si Pedro dice que él fue quien lo recomendó, entonces debe ser así.

En la ISO hay un documento que se menciona que es Métodos y Procedimientos de producción de información. En este documento el cliente establece y define diversas cosas como la seguridad y distribución de información; y la manera como se entrega e intercambia la información con el cliente. ¿Qué opinas de un documento como este?

Está excelente. Serviría un montón. Me acuerdo haber leído esta ISO. El tema es que era bastante general hasta donde recuerdo. Te dice lo que debes hacer, pero no te dice cómo hacerlo. Conceptualmente está muy bien. Pero llevándolo a la práctica, sería bueno que se coloquen ejemplos de cómo hacerlo, algo más aterrizado. Por ejemplo, yo sé, como coordinador BIM, que se deben considerar temas de seguridad de información, pero en la práctica no sabría cómo hacerlo, por dónde empezar. Seguramente empezaría por los permisos. Entonces si se tuviera un documento donde podamos tener todos estos lineamientos, eso serviría un montón.

Sí, continuando con lo que propone la ISO, básicamente lo que el cliente establece son sus requerimientos e intercambio de información que tiene que ver con estos 4 puntos. Luego el contratista general establece los suyos con respecto a los SCs, proveedores, etc. Qué información existe para evitar duplicidad de información.

Buenísimo. Entonces, la ISO me suena a un buen índice. Pero el problema es llenarlo. Como te digo, yo cuando salí de la maestría después de haber leído mucho sobre BIM, me costó bastante hacer un buen PEB. De hecho, que se me pasaron varios puntos que tú me estás mencionando. Sería interesante que de alguna forma se den ejemplos o alguna referencia. Sería bueno poder aterrizar estas cosas.

Para elaborar el PEB una buena referencia es la del Penn State.

¿Cuáles fueron los principales problemas en cuánto a la producción de información de modelos BIM?

El principal problema primero son los recursos. Si la gerencia no está segura de que el BIM es parte del proceso y no un producto, un entregable más; el BIM no te agrega valor. Entonces, el principal problema han sido los recursos que dependen de la aprobación de la gerencia y cómo

segundo problema es que te den la información. Tienes que capacitar bastante la oficina técnica y las demás áreas para extraer la información de manera efectiva.

La ISO nos menciona el ciclo de vida del activo. Pensando en O&M, qué aspectos de estas fueron consideradas en la etapa del diseño y la construcción.

Siempre se tiene en cuenta O&M en la etapa de diseño. Para este proyecto se convocó a los mejores diseñadores de cada especialidad. Normalmente los mejores diseñadores saben cuánto va a consumir cierto equipo y cómo será su mantenimiento.

Para ser sinceros el equipo técnico de Lima 2019 no era el mejor. Entonces, en muchas de esas ocasiones, las empresas somos los que los asesorábamos. En este caso el cliente te escuchaba y aprobaba. Si no tienen un conocimiento completo de O&M entonces las preguntas serán limitadas. Sin embargo, tuvimos buenos especialistas como la CONTRATISTA GENERAL.

Dentro de este proyecto y en el marco de IPD, la gestión de los recintos es independiente o se aplican sinergias y lecciones aprendidas a los diversos recintos. ¿Es decir, para la producción de obra, se podían hacer optimizaciones viendo todos los recintos?

Esta es una lección aprendida ciertamente, porque se dieron independientemente en el proyecto. Como te digo, el punto de partida, todo ha sido igual, pero en la marcha cada recinto se fue abriendo cada quien a su estilo. Cuando se fue el coordinador general, yo asumí la coordinación general de todos los recintos, entonces traté un poco de estandarizar, pero son 30 personas y tienen que responder a diferentes necesidades de cada recinto y si la coordinación no nace bien, entonces es un poco difícil enderezarlo. Se trató con lo que se pudo, pero no lo que quisimos haber hecho. Hubo optimizaciones en un recinto de estructuras metálicas del polideportivo que se pudieron hacer en el centro acuático.

Si no era por un ingeniero que le gustaba encontrar esos problemas, de no ser por esta persona, no se compartían las soluciones.

Sí, porque hemos visto que en VDC también se tiene este enfoque.

Sí, es que así debería ser.

Todas las semanas nos juntábamos para conversar sobre cómo nos iba en los recintos. Conversábamos acerca de los problemas de cada uno de los recintos y teníamos un formato de lecciones aprendidas donde se rellenaba algo que resultaba innovador y se compartía en un Google drive.

¿Las métricas que se siguen en cada recinto son distintas o iguales?

Sí, fueron las mismas al inicio. En las partidas al iniciar la carrera, todo eso estuvo estandarizado, pero en la carrera ya cada uno a su estilo. Durante la carrera hay métricas más importantes para un recinto y otras métricas que son importantes para otros.

La ISO se divide en 8 actividades como Contratos, movilización, etc. En cada una de estas actividades hay procesos. En total son 40 procesos. Nosotros tratamos de recoger, barremos con cada una de estas actividades. El objetivo es qué cosa es importante y qué no. Lo más importante es aterrizar estas ideas en cosas que se puedan aterrizar…

Yo me quedo con 4 esquemas. Este primer esquema muestra cuál es la ISO. El que viene después es el objetivo de su tesis, que es adaptar de estos 8 puntos (actividades) los 5 o 6 más importantes. Esta tabla me parece muy importante porque ya esquematizar barreras y oportunidades; y finalmente lo resumes. Es una muy buena idea.

Como *feedback* te podría decir que lo relaciones con el IPD. El IPD te muestra un marco de trabajo, pero no te dice el cómo. De repente, si revisas la bibliografía de Diseño y Construcción Virtual (VDC), la matriz que te muestra, lo volteas es igualito.

Este es un diagrama de flujo bastante general sobre producción de información. Primero nos habla de los recursos compartidos, sobre compartir información con las SCs como plantillas, PEB, etc. ¿Se llegó a compartir información de manera colaborativa?

Claro, el Plan de Ejecución BIM se compartió con todos, no solamente con el equipo BIM. En las primeras capacitaciones que se daban, eran capacitaciones sobre el PEB. Capacitar no solamente de la parte técnica del modelo sino del PEB. Se compartió todo referente al modelo en ese momento, no se guardó nada. Todo era para el proyecto. Era la única manera para que la gente se interese en hacerlo bien.

En ese sentido, ¿hubo recelo en compartir información?

De hecho, que hay un montón de recelo. Sobre todo, en nuestro país que se piratea bastante. Eso podría ser una barrera de entrada para esta actividad.

Cuando yo trabajé en Alemania la información se compartía porque era evidente que eso no iba a salir de ahí. En cambio, aquí la información se filtra. De hecho, fue una barrera, pero para un proyecto tan grande… cuando ya estás en crisis, haces todo lo posible para salir de ahí, entonces yo lo veo que fue así.

Lo que pasa es que las plantillas cuestan. No es muy fácil que las empresas te lo suelten.

¿En cuanto a las librerías de REVIT, crees que tuvieron buen desarrollo? ¿Las librerías de objetos? o muchos modeladores tuvieron que desarrollarlas?

No, ya lo teníamos. Teníamos la mayoría de librerías de objetos ya creadas. De hecho, en este caso tienes elementos que no vas a encontrar en proyectos típicos. Ahí nos apoyamos mucho los proveedores. Nosotros modelábamos hasta cierto detalle y los proveedores que eran extranjeros ya manejaban sus librerías de objetos para poder insertarlas.

Sobre cómo se puede generar la información. Tenemos una tablita… Son algunas consideraciones. ¿Qué opinión tienes?

A ver déjame entender las preguntas primero. Dice: Que no exceda el nivel requerido para cada elemento de los modelos.

Eso es clave. Hay gente que no sabe nada de la gestión BIM y te pide niveles de detalle para elementos en fases que no corresponde. Entonces eso debería estar claro. No te puedo pedir que me modeles el nudo de las columnas si estamos en una fase de anteproyecto, cuando sabemos que las dimensiones de la columna no es la final y su posición puede variar. Eso está bien.

La b) dice: Que no se extienda más allá del elemento asignado para la estructura del desglose del contenedor de información.

¿Ósea que te enseñe más cosas de las que tienes en tu WBS o algo así no? Lo que pasa es que en el modelo vas a ver cosas que no están en tu WBS. Depende mucho. Esto no lo entiendo bien, en ocasiones el modelo sí te puede ayudar a clarificar el WBS.

En la parte c), sobre duplicidad de información. Eso sí.

Tú tienes que decirle al eléctrico que modele la subestación y al de arquitectura que te modele los muros. O al estructural que te modele el concreto y al eléctrico que te modele la plancha estriada que va a estar bajo la subestación.

Contener detalles superfluos. Sí pues, no vale la pena. Solo me queda la duda de la b). Tal vez porque no la estoy entendiendo bien, pero a primera vista te diría que en el modelo puedes corregir tu estructura de desglose de trabajo.

Y viendo todas estas consideraciones todas están relacionadas al alcance y al nivel de detalle de la información. ¿Cómo es la forma más ideal de hacer esto? llegar a un LOD por elemento más allá que decir LOD 400 o 450, que no se sabe bien.

Si pues. Trabajar con LOD 350, 400 sin especificar nada más es una tontería. Esta mal que no te definan elemento por elemento y también que significa 350 o 400. Personalmente creo que se debería llegar a un detalle no de perilla ni cortina, pero sí de muro, suelo, es decir, qué necesitas para cada uno de esos elementos. Es bastante trabajo sí, pero justamente se necesita esa planificación para hacer un buen proyecto.

En la Videna al ser *Fast Track* no nos dio el tiempo de hacer eso. Es contradictorio, tal vez esa es la justificación que te podría dar otra persona. Pero es propio de nuestra industria. Nuestra industria trata de ahorrar en el diseño para ganar en obra y al final es una mala inversión. Si inviertes más en la etapa de diseño te podrás ahorrar después en obra.

Si definitivamente todo tiene que estar relacionado, de acuerdo a los métodos y procedimiento de producción de información. Esto no es común, pero, así como lo has explicado debería ser, es decir que el cliente empiece definiendo este documento. Lo común es que los clientes te pidan y que el contratista se las arregle, pero lo que hace un buen cliente es que si conoce algo del proyecto te va a plantear algunas cosas porque ellos ya han hecho un proyecto similar antes y saben cómo quieren recibir la información. De hecho, los ingleses practicaban esto y nos decían que necesitamos esto y lo otro. Entonces un buen plan puede ayudar a hacer mejor esto. Excelente.

Luego, lo otro de coordinar espacialmente modelos geométricos con otros modelos compartidos con la apropiada idoneidad. Sobre compatibilizar los modelos y que no choquen geométricamente sí pues eso está claro.

Luego en 6.3, realizar control de calidad, en esta ISO se divide, para la producción de los modelos, el contratista general, luego menciona equipos de trabajo, que son una subdivisión. Entonces, por ejemplo, en un recinto, antes de entregar el modelo a quién valida y aprueba del contratista general, se realiza un control de calidad con esas consideraciones. ¿Quién validaba en el proyecto? ¿el coordinador BIM es quién realiza la validación / aprobación?

Sí, pero en nuestro caso fue una falencia nuestra, porque se debió haber hecho y no se hizo, fue un descuido en realidad. Nosotros recibimos el modelo, lo revisábamos rápidamente (de manera ligera) y lo lanzábamos. En ocasiones, la información que se lanzaba no se entendía. Eso pasaba porque no había un buen control de calidad de los modelos de información. De hecho, no te diré que no se hacía, es decir, por la experiencia nosotros revisábamos rápidamente, pero formalmente, no hacíamos el control de calidad según algún estándar o algo, como un procedimiento.

¿Y a la Proyectista de Diseño se le hizo una revisión en cuanto a procedimientos constructivos?

Mira ahí seguramente [nombre anonimizado] me va a matar, pero el modelo del Proyectista de Diseño no fue bueno. El modelo cumplía el objetivo de extraer la información en un plano, pero no tenía mucha constructabilidad y en su momento nosotros no lo reportamos porque nos interesaba el plano y teníamos urgencia en compatibilizar. Pero cuando nos pidieron más cosas como elevaciones, cotas, que no eran necesariamente las que había hecho el Proyectista de

Diseño, ahí saltaron todas esas cosas. Por eso te digo que no hicimos un control de calidad formalmente. Sería bueno que esté escrito.

Después sigue 6.4 que es la revisión formal del contratista general. En este caso, la revisión la harías tú como coordinador BIM. ¿Ahora el apoyo que reciben de la oficina central también es en revisión de modelos?

No, [nombre anonimizado] es parte de la gerencia de operaciones, es bien parecido a una PMO, aunque en este caso una PMO sí asume. La gerencia de operaciones se encarga de elaborar estándares y velar por que se cumplan, se podría decir que revisen los modelos, pero no pasaba por ellos la revisión de modelos. Pero sí, que es lo que debería contener un modelo, qué parámetros es algo que sale de ellos.

La ISO menciona en 6.4 parte b) si la revisión no es satisfactoria, registrar por qué no fue favorable. ¿Eso es una práctica común? Y registrar las correcciones para que el equipo de trabajo pueda completar …

A ya, la información que va para compartir con el cliente. Sí la verdad es que mucho de lo que nos ayudaba era aceptar errores, y de los errores se aprende. Hay muchas cosas que veo en este documento que te las dice el sentido común, pero en este excel ya está más estructurado. Y si lo hubiésemos tenido, hubiera sido como un *checklist* para tenerlo en cuenta. Por ejemplo, lo de revisar y por qué no se ha entregado el plano adecuado se hacía bastante. A mí me gustaba mucho eso, me gusta mucho aprender, entonces si me equivoco o alguien de mi equipo es una oportunidad.

¿Viendo dos plataformas el ACONEX y el BIM 360, los controles de calidad se deberían realizar antes de subirlos al ACONEX o antes de cargarlos al BIM 360?

El control de calidad se debe hacer antes de socializarlo y tú lo socializas en el BIM 360, en el REVIZTO y en el ACONEX. Entonces, definitivamente antes se tiene que hacer. De repente dentro del equipo subirla y después hacer la revisión. Cuando tú lo socializas ya fuiste, porque es algo que todo el mundo puede ver y tomarían decisiones sobre algo que no está bien representado.

Este es otro esquema, sobre presentar el modelo para autorización del contratista general, revisión del modelo, envío del modelo al cliente, revisión y aceptación del modelo por el cliente. Esta se relaciona con los estados dentro del CDE. La ISO menciona que la ISO debe tener una actualización del estatus, compartido, trabajo en progreso, publicado.

En un enfoque tipo NEC 3, el cliente está junto al contratista general, entonces, las decisiones las toman en conjunto. Siempre hay una aprobación, pero la aprobación es el formalismo. Dado que Lima 2019 no tuvo un brazo técnico, podemos decir que 7.3 y 7.4 no se aplicaron en Videna y el más fuerte en 7.1 y 7.2.

¿Qué aspectos de la gestión de la información rescata? ¿Cuáles son los principales problemas en la gestión de la información que se pudieron mejorar?

Los problemas han sido:

1. El REVIZTO competía con el ACONEX. Ahí podíamos tener información que se duplica. El REVIZTO, el ACONEX y los RFIs tradicionales. 3 canales de información muy parecidos. No solamente duplicado de la información del modelo. Esto era un anti-BIM. Ese fue un problema.

2. Al mismo tiempo, si el cliente se hubiese preocupado por establecer estándares de intercambio de información nos hubiera ayudado bastante. En este caso, CONTRATISTA GENERAL mantenía un estándar, e igual, si CONTRATISTA

GENERAL hubiera mantenido obligado a los subcontratistas. En ese momento fue un arroz con mango, cada uno hacía lo que mejor le parecía o por comodidad y conveniencia. Se les corrigió en un momento porque nos dimos cuenta que no podíamos seguir así. Hicimos un corte y lo corregimos.

3. El principal problema ha sido no mantener un seguimiento a la gestión de la información. No hubo una persona dedicada al 100% para ver cómo se gestionaba la información. Hubo un montón de gente que generaba información, pero no alguien que lo veía de manera holística. Por definición ese alguien es el gerente de proyecto, pero en este caso, estaba involucrado en temas muy técnicos referidos a aprobaciones y otras cosas, entonces esta parte se descuidó.

¿Qué rescató del proyecto?

El IPD te da un orden. Todos los marcos de trabajo que ustedes van a realizar, el excel, te da un orden. Acá la gente se sacaba el ancho. Cómo relaciono esto con el intercambio de información es que, si lo queremos esquematizar, era el compromiso. El compromiso de las personas hacía que se les dé seguimiento a sus requerimientos a través de la plataforma y lo que rescato es que nuestras oficinas estuvieron bien cerca. El *big room* que se habla si se practicó aquí. Todos estuvimos bien cerca y eso ayudó un montón. Eso pudo mejorar sí claramente. Al inicio en el diseño también, entre la CONTRATISTA GENERAL, el Proyectista de Diseño y los diseñadores, pero fue más complicado porque los diseñadores ven otros proyectos también, no solo vieron Videna. Ellos no podían estar todo el tiempo en el *Big Room.*

Entrevista E11

Cargo: Líder de Arquitectura

Cuéntenos sobre el comienzo del proyecto. Sabemos que hubo un plan maestro elaborado por la empresa Deloitte, que era como un estudio de pre inversión. Luego, ¿Cómo fue elaborado el Plan Maestro conjuntamente con el Proyectista diseño arquitectónico? y ¿Qué requerimientos pidió el cliente?

La programación arquitectónica estaba definida y nos alcanzaron un anteproyecto integral, que fue lo que tomamos como referencia para el diseño. No se cuestionó la programación, se tomó el programa arquitectónico tal cual como venía en el anteproyecto y los cuadros de áreas y se replanteo completamente el diseño, respetando la zonificación de los recintos y la solución general, pero todo el desarrollo sí fue propio del Proyectista diseño arquitectónico.

Hace años que el contratista general tenía interés en esta obra, había hecho la primera etapa de la Videna, algunos años atrás, y sabíamos que esto era lo que se venía y que la Videna sería uno de los proyectos más importantes para los juegos Panamericanos. Así que habíamos trabajado la primera etapa, se hizo el alojamiento, 2 polideportivos y el velódromo, así que ya había un cierto conocimiento sobre el tema. No esperábamos que la convocatoria tardara tanto. De hecho, necesitamos un especialista en infraestructura deportiva de alta competición que no hay en el Perú, por eso buscamos una oficina con experiencia en el exterior. El estudio elegido fue el Proyectista diseño arquitectónico por la experiencia que habían tenido en Brasil y Londres. Nos pusimos a trabajar con ellos desde la Propuesta, que llegó bastante tarde, de hecho, había otras empresas de desarrollo de proyectos extranjeros, que nos decían que la convocatoria estaba demorando mucho. La única manera de sacar adelante este proyecto fue

mediante un *Fast Track* con un contrato marco Nec 3, que fue cómo se desarrolló. Eso es un poco los antecedentes, como lo vivimos nosotros.

¿De qué manera le llegaron o tuvo conocimiento de los requerimientos formales del proyecto? ¿Hubo un documento donde encontraba todo esto de manera expresa?

Sí, de hecho, hubo toda la documentación del concurso. Ya estaban los antecedentes que conocíamos, el anteproyecto que se había desarrollado con el PMO. Y hubo varios anteproyectos. Cuando vieron que el tiempo les quedaba corto, el cliente empezó a desarrollar un anteproyecto con el PMO, pero cuando vino el momento del concurso, en las bases, transferían toda la responsabilidad del diseño al ganador. Entonces eso abrió la oportunidad de replantear el diseño como se hizo.

El cliente nos habló de esta visión de legado del proyecto entre uno de los requerimientos de su organización. ¿Cómo cree usted que esto influyó en el proyecto? ¿Cómo se vieron reflejadas las decisiones en el proyecto en esto de pensar en el activo, operación y mantenimiento?

Sí. Fue una variable que estuvo siempre latente. Nos hubiera gustado que haya más cosas temporales para facilitar después la operación y mantenimiento de los recintos. Como repito, las condicionantes fueron cambiando en el camino. Por ejemplo, dentro de los recintos que hicimos, estuvo el polideportivo 3, que inicialmente iba a ser un recinto que se iba a resolver todo con iluminación natural pero una vez que se escogieron las disciplinas deportivas que se jugarían dentro, por ejemplo, estaba el bádminton que requiere una velocidad de viento controlada, y el recinto tuvo que ser climatizado para que cumpliera con los estándares de juego. Nos hubiera gustado que ese recinto se manejara con ventilación natural en modo legado, pero es algo que ya en el devenir del proyecto, no se pudo ver.

En fin, hay otras variables más, pero podemos decir también que, una cosa que sí se consideró de principio a fin del proyecto fue la capacidad de los aforos de los recintos, que casi se

doblaban para el evento. Se diseñó siempre con espacio para tribunas temporales que prácticamente volaban la capacidad porque en modo legado hubiese sido muy oneroso tener una cantidad tan inusual de butacas en mantenimiento.

Como líder de la especialidad de arquitectura, ¿Cómo fue su relación con el Proyectista diseño arquitectónico?

El Proyectista diseño arquitectónico es el responsable del diseño. El trabajo con ellos fue primero con reuniones periódicas durante las etapas iniciales del diseño. En toda la etapa conceptual se trabajaba en línea todo el equipo central del proyecto siempre estuvo en Londres, pero después vino un equipo destacado acá al contratista general, que estuvo hasta el final del proyecto, con diferentes cantidades de gente. Periódicamente venían los diseñadores de cada recinto a reunirse con el cliente para ver los detalles del proyecto. Mi labor fue de ser un poco bisagra con el área de construcción, darles información, ser un poco traductores del proyecto. Se apoyó también al Proyectista diseño arquitectónico en todo lo que fue la adecuación a la normativa local, porque ellos inicialmente pretendieron trabajar con normas internacionales que no conversaban con las normas locales. Ahí hubo un trabajo de interpretación de normas, tratamos de adoptar en la medida posible los estándares internacionales, pero cuando no hubo manera de hacerlo tuvimos que pedir que el proyecto se adecuará.

¿Lo mismo se pudo decir con los materiales? ¿El Proyectista diseño arquitectónico podía diseñar con materiales que no se podían conseguir fácilmente en el Perú?

Si, eso fue otro. En cuanto a los acabados sí. El Proyectista diseño arquitectónico desarrolló en el corto tiempo que tuvo una suerte de desarrollos de acuerdo a su experiencia. Pero ya durante la construcción tuvimos que montar un equipo de arquitectos locales para tropicalizar el proyecto a lo que teníamos disponible en el mercado. Y también para hacer los ajustes de presupuestos. Una cuestión que pasó, fue que cuando se hizo el cronograma maestro, se vio

que desde etapas muy tempranas del desarrollo de la ingeniería del proyecto ya tenía que comenzarse a construir porque si no, no se alcanzarían las metas. Entonces, prácticamente, con los primeros anteproyectos, se tuvo que desarrollar cimentaciones y elementos verticales para comenzar a ejecutar la obra, definir plataformas y niveles, mientras que se le pedía información al cliente para alimentar al proyecto y muchas veces no se tenía esa información así que teníamos que asumirla y luego hacer los ajustes del caso. Siempre los ajustes para los presupuestos vienen por la parte más fácil de recortar que son los acabados, porque evidentemente las estructuras ya estaban enterradas, y se habían tomado valores muy conservadores a elementos estructurales por falta de información.

En cuanto a sistemas constructivos también, a la hora de hacer la procura aparecieron algunos proveedores con sistemas alternativos a los que estaban en el diseño original y en algunos casos se tomaron. Hubo algunas veces que por temas solamente de detalles, de proveedores, en todo lo que fue elementos prefabricados, el *bowling* por ejemplo, tuvo unas vigas prefabricadas de 30 m de luz, entonces la adecuación a los detalles del ganador se hicieron durante la construcción. Y en otros casos, como en el velódromo, el postor ganador trajo un sistema de coberturas diferentes a lo que estaba en el diseño y se adoptó porque era más conveniente. Era el sistema de Lanik, que trae unas esferas que se anclan elementos tridimensionales y era distinto a una estructura convencional.

¿Este proveedor ganador, no lo tenían desde el comienzo? No lo pudieron haber integrado desde el comienzo.

No. Fue una propuesta alternativa, las propuestas eran abiertas justamente para no descartar alternativas nuevas para el proyecto.

¿Para tener claro la parte del cronograma maestro, este lo elaboran ustedes (contratista general) con el Proyectista diseño arquitectónico y es aprobado por el cliente?

No. El Proyectista diseño arquitectónico nos apoyó durante el diseño de la arquitectura. Nos dio soporte sobre todo a temas sensibles que tenían que ver con detalles con respecto a la modulación, porque los recintos tenían que ser certificados para competiciones internacionales. Ese valor agregado del Proyectista diseño arquitectónico sí fue fundamental, pero como alcance solamente era el desarrollo de la ingeniería. Tuvimos 18 meses desde el replanteo del proyecto. Desde el primer día que comenzaron con el replanteo del anteproyecto hasta la entrega de los recintos certificados. Toda esa planificación maestra fue hecha por el equipo propio del contratista general.

Sobre los entregables de información. ¿Entendemos que estos se guían del plan de trabajo de RIBA, diseño esquemático, IFC, esto es una propuesta de la gestora de proyectos que el cliente formó? cómo se abordó ese tema?

Sí, sí. Esto venía planificado así desde el concurso. Entendemos que la labor del PMO fue asesorarnos en esto. Además, el equipo inglés aportó el modelo de contrato colaborativo NEC, que fue fundamental para poder lograr que la obra se ejecute en los tiempos. Con los modelos de contrato de la ley de contrataciones del estado, hubiera sido imposible llevar a cabo una obra en este tiempo, considerando los tiempos de aprobación, intervención de la supervisión, valorizaciones, resolución de controversias.

Sobre estos entregable IFC, diseño esquemático, ¿Cómo fue su gestión? ¿Cómo fue el cronograma de entrega de información?

Sí, se plantearon en 3 etapas que terminaron siendo 4 etapas. Había un diseño conceptual que eran las ideas generales, 1 primera etapa donde se desarrollaron los documentos de trabajo, los criterios de diseño que iban a regir todo el proyecto, allí el Proyectista diseño arquitectónico puso las bases para el diseño.

La 2da etapa vino a ser una ingeniería preliminar, ya se planteó un anteproyecto y comenzaron a trabajar las especialidades a su vez. Todas las ingenierías se trabajan localmente. Y el 3er entregable vino a ser la ingeniería de detalle, que en realidad se tuvo que desdoblar en 2 porque los tiempos no dieron para presentar todo un desarrollo en esa fecha esperada (de ahí que terminó siendo 4 etapas).

Sí se produjo información suficiente para mantener alimentada la obra con información de campo necesaria, pero todo el paquete de detalles, sobre todo de arquitectura, se entregó 2 meses después, lo que se llamó el IFC´+. Era la información complementaria para la obra.

¿Recuerdas algún problema sobre el cronograma de entrega de información con las demás especialidades? ¿Cómo llegaron a compatibilizar?

La compatibilización se terminó de hacer en obra porque fueron tiempos muy cortos. No hubo el tiempo suficiente ni para compatibilizar y menos aún para el cliente poder revisar, el equipo profesional del cliente fue muy pequeño para revisar y prácticamente fue una aprobación por confianza porque nosotros éramos los responsables de la obra. Ellos se tomaron todo el tiempo necesario para observar el diseño en etapas incluso durante la ejecución de la obra, y también porque venían cambios. Intervenían las federaciones, había observaciones de diferentes involucrados del proyecto, inclusive hasta etapas bien avanzadas porque todo lo que venía a ser las obras para el evento necesitaban algunas adecuaciones de parte nuestra. Había obras que iban a ser temporales y por temas de tiempo nos pidieron que las incorporemos en nuestro alcance y que fueran permanentes. Hubo bastante de eso.

¿Esos cambios porque se daban? ¿Venían los comités de deportes internacionales a proponer cambios o del cliente?

El cliente filtraba esos cambios. De hecho, a ellos les llegaba gran cantidad de observaciones y ellos filtraban cuáles iban a aceptar y cuáles no. Y los que ellos aceptaban sí nos lo trasladaban para que nosotros los incorporáramos.

¿Cómo hicieron para asignar el nivel de detalle requerido, justamente en estos hitos que nos mencionaba? En los hitos de entrega de los diseños, ¿Cómo determinaron este nivel de LOD?

Bueno, el BIM siempre fue una herramienta de diseño que estuvo presente desde los primeros días. Esto nació como un modelo que nos alcanzó el Proyectista diseño arquitectónico, pero estaba visto desde la óptica del diseñador. Nosotros, una vez que nos alcanzaron un modelo básico, lo hicimos el nuestro y lo desarrollamos para el cuadro de los requerimientos de obra. Hubiéramos podido extraer mucha más información de la que pudimos extraer, de haber sido pensado desde el comienzo así. Para nosotros fue lamentable, por ejemplo, no poder extraer metrados de arquitectura del modelo que nos alcanzó el Proyectista de diseño arquitectónico. Era un modelo que sirvió para obtener de ahí toda la gráfica bidimensional, pero la información fue muy inconsistente cuando tratamos de extraer metrados. Tuvimos que - dentro de la oficina técnica - armar un equipo de modeladores y trabajar en el modelo ya desvinculado del modelo que nos alcanzó originalmente el Proyectista de diseño arquitectónico. Hubo un equipo de modeladores por disciplina y se relacionaban con los equipos de los recintos, tanto con los de producción como con los de planificación. Y el equipo, estuvimos desde el comienzo de la etapa de ingeniería pasamos a la oficina técnica, como intérpretes del proyecto, porque vino muchísima información que no había tiempo para que los equipos de producción la asimilaran completamente. Tuvimos que rehacer muchísimos planos por temas de tropicalización, por temas de normativa inglesa diferente a la normativa local, y porque hubo que cambiar muchísimos acabados, y en las especialidades también, hubo una serie de cambios por temas de constructabilidad. Se me ocurre ahora, recuerdo que en el caso del centro acuático se

requería todo un desarrollo de climatización que lo propuso el especialista y los arquitectos del Proyectista diseño arquitectónico pidieron algunos cambios porque había demasiados ductos. El diseño se replanteó, se rehízo el diseño con ductos más grandes, y cuando se concursó todo el sistema de climatización el contratista local dijo que era imposible ejecutar en los tiempos que tenía este rediseño que se había hecho, porque no había amoladora para hacer ductos tan grandes y tuvimos que regresar al diseño inicial, ya cuando las demás especialidades habían tenido desarrollos con este último rediseño. Todo eso se tuvo que hacer sobre la marcha, y así como esa, muchísimos desarrollos más.

Esos planos que menciona que se tuvieron que rehacer, ¿Se hacían directamente del modelo, o cuando lo hacían lo hacían sin el modelo BIM, directamente en 2D?

Hemos tenido información de diversas fuentes, porque primero había una información de la ingeniería que se aprobó en el IF3. Una vez que esto se llevó a la oficina técnica, los modeladores de oficina técnica hacían un trabajo coordinado con los subcontratos encargados de las diferentes obras, y ahí terminaban de afinar sus diseños de acuerdo a sus procedimientos constructivos. Esto retroalimentaba el modelo y ahí es donde se producían estos rediseños, y lógicamente, tenía que haber un equipo que integráramos todo esto. Había muchas propuestas que colisionaban con otras condicionantes que habíamos tenido en cuenta.

¿Usted tuvo contacto con el Plan de Ejecución BIM que elaboró el contratista general?

Con el Plan no, yo interactúe directamente con los modeladores. El Plan BIM lo trabajaron con el equipo de Planeamiento. Hay algunas cosas del modelo que ya yo no vi, que eran todo lo que era la planificación en 4D que presentaban en los reportes semanales. Yo interactuaba con los modeladores que veían estas actualizaciones de la ingeniería con los subcontratistas. Había modeladores por disciplinas y por recintos, pero todos trabajamos juntos. Yo tenía un equipo

de diseño, pero igual si bien no dependían directamente de mí, todos los temas de arquitectura que veían los modeladores BIM pasaba por mis manos.

¿Para usted qué tan importante fue BIM en el proyecto? ¿Fue muy importante?

Sí, sí. Fue fundamental. Permitió integrar el proyecto desde etapas tempranas. Apenas se tenía información de especialidades se alimentaba el modelo y ahí se detectaron interferencias. Esto permitió resolverlas sobre la marcha e ir incorporando la siguiente información que se iba produciendo. Desde el modelo BIM se detectó también con el equipo de producción cómo se iban a atacar las áreas de trabajo, qué zonas se tenían que atacar primero, porque si bien iba a ser por etapas, se necesitaba espacio para las grúas, para el tránsito de vehículos, para almacenes, para las oficinas, y aparte había áreas de la Videna que seguían funcionando. El BIM fue una gran ayuda para administrar toda esta información.

Y sobre el tema que nos comentaba que el modelo del Proyectista diseño arquitectónico no podían extraer metrados. ¿Ustedes llegaron a sacar metrados del modelo?

Sí, pero ya no fue con el modelo del Proyectista diseño arquitectónico. Ya fue con el modelo que elaboramos con el contratista general. De hecho, es mucho más confiable obtener metrados desde un modelo que está pensado para obtener metrados, porque hacer un metrado en papel es imposible de revisar. La única manera de revisarlo es volverlo a hacer. En cambio, en un modelo se encuentra una inconsistencia y se puede detectar físicamente dónde está el error. Es un modelo que se puede ir perfeccionando. Más aún con un personal que iba rotando de una posición a otra, que era algo frecuente.

La ISO 19650 nos indica la importancia de establecer desde un comienzo los roles y responsabilidades de cada integrante del proyecto en cuanto a la gestión de la información, esto mediante una matriz RACI.

Sí, se asignaron responsabilidades y se tuvieron que ir evaluando a lo largo del desarrollo del proyecto y el equipo se fue reformulando. Se tuvo que trabajar con un equipo de trabajo más grande que el que se había diseñado inicialmente, porque los frentes de trabajo eran enormes. Tuvimos un cambio en la gerencia del proyecto y otro cambio en el responsable de las obras también, se tuvieron que cambiar roles por temas operativos y porque en las evaluaciones se vio que con la estructura que se tenía al comienzo no se alcanzarían los objetivos del proyecto, plazos previstos.

¿Qué tan importante es tener en un proyecto grande una matriz así?

Es fundamental que haya roles bien definidos.

¿Se iba actualizando esta matriz de roles?

Sí, sí. De hecho, el esquema se tuvo que ir rediseñando los roles y funciones a medida que iba avanzando el proyecto.

Mi rol original fue el de asistir al desarrollo del expediente técnico para entregarlo a construcción y que lo ejecuten. Originalmente se dio esto así. Sin embargo, era tanta información y a la vez tan incompleta que hubo un desconcierto general en el equipo de construcción, así que se vio por conveniente que una vez que nosotros hayamos cumplido con la primera etapa, pasáramos a hacernos cargo de la oficina técnica todo el equipo de ingeniería, y el equipo que estaba en oficina técnica pasó a hacer un rol intermedio de supervisión de subcontratos y apoyaban al equipo de producción. Entonces los roles fueron cambiando para que la organización aprovechara las sinergias y canalizara de manera efectiva los trabajos. Es la primera vez que he visto que haya un equipo de supervisión de subcontratos. Tuvieron que trabajar de manera ordenada por subcontratos y por recintos. Tenían que gestionar subcontratistas especializados y tenían que coordinar con el equipo de producción de cada recinto.

Toda la parte técnica del desarrollo de estos trabajos la canalizamos nosotros como oficina técnica. Entonces todas las aprobaciones de la documentación técnica que proveían los subcontratistas pasaban por oficina técnica. Nosotros teníamos que validar o pedir reformulación de esos contenidos para que no se pasara nada, y este equipo que vino desde ingeniería estuvimos hasta la última etapa de la ejecución del proyecto, porque seguía habiendo requerimientos hasta fechas muy próximas a la inauguración.

No es muy común que los líderes de especialidades de diseño pasen a oficina técnica en el contratista general. ¿Eso fue algo que se dio en este proyecto?

No es la primera vez que tenemos estos roles, pero en este caso sí fue fundamental. Yo entré al contratista general hace poco más de 10 años en la ejecución de la segunda etapa del aeropuerto Jorge Chavez hubo algo parecido. Un trabajo muy cercano entre el equipo de ingeniería y el equipo de construcción. El equipo que estuvo en el desarrollo de la ingeniería pasó a la oficina técnica.

¿El equipo de construcción estuvo también en la etapa de ingeniería viendo algunos temas de constructabilidad?

No. Ellos estuvieron desde el planeamiento. Fueron tiempo muy cortos. No hubo esa etapa, en otros proyectos sí hemos tenido eso, pero en este proyecto los plazos no nos dieron.

¿Cómo fue su uso en la plataforma ACONEX? ¿Cómo sirvió esta plataforma "periódico de ayer" al proyecto y qué mejoras pudo haber en su uso?

El ACONEX fue una plataforma de intercambio de información que nos permitió tener trazabilidad y tener un archivo centralizado, compartido con el cliente. De esa manera compartamos esa información. Teníamos un archivo central donde era muy fácil seguir la trazabilidad de cada entregable y tener la información al día de cuál era la información válida

o vigente de cada documento o plano emitido. Ahí se veía cuantas revisiones había tenido, cuál era el plano aprobado, cuáles eran las etapas posteriores y al final se ha seguido hasta el plano as-build uno por uno de cada entregable, eso ha sido una gran cosa. Y la plataforma de comunicaciones, si bien todos compartíamos el mismo espacio físico y las consultas y las idas y vueltas eran presenciales, formalmente lo hacíamos en el ACONEX y se cargaba información de todo tipo, desde planos de ingeniería hasta adjudicaciones de Procura y era una plataforma que tenía acceso la propia Contraloría. Había algunas intervenciones preventivas de la Contraloría, lo cual hacía más ágil y más seguro para todos cualquier intervención que se hiciera.

¿Y sobre el flujo de ingresar la información?

Hubo un *document control*, quien fue el que centraliza todo el flujo de información. Todo es a través de un *document control* (contratista general), que a su vez tenía una contraparte en el cliente también. Pero de hecho había información que no podíamos cargar directamente, había ciertos filtros, comentarios a documentos técnicos, respuestas a consultas.

¿Cómo fue el control de calidad de los diseños de arquitectura del Proyectista diseño arquitectónico?

Básicamente fue con el equipo del contratista general. Como repito el cliente no tenía un gran equipo profesional técnico de soporte. El contratista general si tuvo un equipo más robusto. El hecho de modelar esta información ya era un primer filtro, había también un equipo de metradores, que hacían una mirada en detalle del proyecto, un equipo de gestión de subcontratos y la información final era la que se iba gestionando a través de los subcontratistas, pues ellos también nos entregaban planos de obras.

Nos interesaba contar con el Proyectista diseño arquitectónico para los temas sobre todo que tuvieran que ver con la infraestructura propiamente deportiva para asegurarnos que la

homologación se viera de acuerdo a estándares internacionales. En esa parte si nos apoyamos en su experiencia, y en los temas de constructabilidad, las especificaciones finales de los materiales que iba a entrar en el proyecto, eso sí lo hicimos de acuerdo a nuestra experiencia local. Todas las obras que se iba a ejecutar tenían que ser previamente aprobadas a nivel de planos de ejecución.

Entrevista E12

Cargo: Gerente de Diseño

¿BIM fue un requisito del proyecto con los contratistas? ¿Que nos puede comentar del valor de BIM en el proyecto de los Panamericanos?

BIM no fue un requerimiento del contrato. En este caso, en el itt (invitation to tender), que es parecido a los Términos de Referencia, no se exigía como parte del contrato que los diseñadores y contratistas utilicen BIM. Sin embargo, nosotros como oficina de arquitectura, que trabajamos en todos nuestros proyectos con BIM desde hace 10 años, creemos que es la mejor forma para optimizar los procesos de diseño, y como en este caso era extremadamente difícil el tema del tiempo, había que diseñar y construir 5 recintos en 16 meses, pusimos como una sugerencia que se utilice esta plataforma para poder lograr una coordinación lo más eficiente posible, y así pasarle con mayor rapidez la información a la constructora, en este caso la contratista general. Afortunadamente todos accedieron, sin embargo, no estuvo exento de desafío, como es el hecho que la gran mayoría de equipos de diseño de especialidades no había trabajado antes con BIM y tuvimos que ponerles equipo de apoyo para que lo pudieran lograr.

¿Qué nos puede decir acerca de la gestión de la información en los Panamericanos?

En el tema de la gestión de la información cuando comenzamos no había muchos requerimientos, por una parte, pero creo que tampoco había mucha conciencia de la importancia de poder administrar de la información de una forma estructurada y ordenada. Fue así que en una de las primeras reuniones nosotros sugerimos que había que tener una plataforma de gestión de información, donde existen diversas empresas que suministran estos servicios, finalmente en la licitación se determinó utilizar la plataforma Aconex, y a través de esta

plataforma se empezó a organizar el flujo de documentación. Cuando un proyecto tiene, solamente en aspectos de ingeniería, más de 5 mil entregables, se hace muy relevante que esto se estructure en un *Common Data Enviroment*, de tal forma que todos sepan dónde está el repositorio de información.

En el acuerdo G2G, se estableció una PMO de alcance internacional con 3 empresas. ¿Fue esta PMO quien contrató a la Proyectista de Diseño para el proyecto de los Panamericanos?

No. Esas 3 empresas asesoraban a Lima 2019 como organización, ellos representaban un espejo de la estructura de Lima 2019, donde por cada personal de Lima 2019 había un apoyo de alguna de estas empresas. En nuestro caso, nosotros no venimos como consultores sino como diseñadores, esto quiere decir que somos responsables del diseño de los proyectos, y no solamente de revisarlos sino de hacerlos.

En el caso del proceso de licitación, como los contratos eran *Design and Build*, donde se diseña y se construye bajo un mismo responsable, tempranamente nos vinculamos con la contratista general y participamos en conjunto de licitación, y ellos fueron los adjudicados porque es la empresa contratista la que se adjudica y nosotros formamos su equipo de diseño.

Cuando comenzamos en enero del 2018, hasta abril o mayo, estuvimos en la sede central de la contratista general, porque el terreno en la Videna se estaba recién montando el campamento y haciendo las demoliciones respectivas, y nosotros necesitábamos mucha coordinación con los equipos de diseño, que estaban principalmente en la sede Central y alrededor de las oficinas de San Isidro. Y eso lo digo porque es muy importante estar físicamente cerca de los equipos de diseño; en otros proyectos se arma un *Big Room* donde está todo el equipo en una misma sala, en este caso no se dio porque no hubo tiempo de coordinar eso, pero sí estábamos físicamente

muy cerca de todo; así que hasta abril o mayo estuvimos en oficina central y una vez que gran parte del proyecto estuviera elaborado por la Proyectista de Diseño se fue a la obra.

En el caso del proyecto La Videna, este ya contaba con un plan Maestro elaborado por la empresa Deloitte. ¿Qué pudieron tomar de referencia de este para que ustedes pudieran elaborar el suyo - que fue el que se utilizó finalmente?

Deloitte lo que hizo fue, llevándolo al lenguaje peruano, es un estudio de pre inversión. Lo que ellos hacen es estimar de qué se va a tratar esto, en cantidad de actividades que se deben realizar de infraestructura, principalmente con el objetivo de establecer un presupuesto. Ese fue el Master Plan de [nombre anonimizado]. A partir de Master en Plan se desarrollaron los proyectos, y lo que hizo fue obtener mucha información de los proyectos que había desarrollado el IPD y sus oficinas técnicas.

En el *itt (invitation to tender),* que es un sistema donde hay unas bases administrativas y también bases técnicas. En esas bases técnicas existe una memoria, un alcance y una planimetría básica. Ese es nuestro punto de arranque. Y nosotros, como éramos responsables del diseño, lo tomábamos como referencia, pero no teníamos que seguirlo prescriptivamente, salvo el alcance. El alcance es un documento escrito donde se establecen cuáles son los requerimientos prescriptivos. El diseño, ósea la geometría, la forma del proyecto, sirve para comenzar a analizar el proyecto, pero si es que hay errores en eso seguimos siendo nosotros responsable.

Nosotros lo revisamos a la luz de diversos requerimientos técnicos y de diseño. Los más importantes son los requerimientos de las federaciones internacionales de deporte. Entonces, se debe verificar que un proyecto cumpla lo que te exige con lo que te exige cada uno de los deportes para poder tener una competencia a nivel internacional. Y no solamente para los Panamericanos, sino para que en el legado se pueda realizar eventos deportivos como

campeonatos mundiales de natación, atletismo, etc. Otra cosa importante son los espectadores que asisten a estos estadios, con ellos lo más importante es ver cuáles son los niveles de visión que pueden tener cada uno de los espectadores en los distintos asientos, hacia lo que nosotros llamamos "*fit to play*", que es el área de juego. Entonces se hace un análisis para que las isópticas, que son las líneas de visión de cada uno de los espectadores, no estén obstruidas por otros. Esos son dos grandes cosas que se verificaron. Y después viene un tema de optimización el proyecto. Entonces hubo varias cosas que se mejoraron, entre lo que nosotros heredamos y el resultado final; pero también esa es nuestra labor. Como expertos en arquitectura deportiva, tomar esto y mejorarlo lo mejor posible.

¿Sobre la visión de los espectadores hubo un "uso BIM" en especial?

En Londres tenemos un software para eso. Dentro de Revit se la tiene posibilidad de integrarse con otro software. Lo más vigente a nivel internacional para integrarse con diseño paramétrico es "Grasshopper", que es una herramienta que se asocia con otro software llamado Rhino. Grasshopper es una programación gráfica. Se define algoritmos de variables que las voy conectado secuencialmente (cómo escribir un algoritmo o una fórmula) y eso genera una geometría, que se genera en Rhino, y esa geometría la importamos en Revit. Entonces, en este procedimiento, las isópticas las programamos en Grasshopper, de tal forma de optimizar lo que llamamos "Bowl" o la gradería. Toda el área de asientos que está en torno al "*feel of play*" no es resultado de dibujarlo manualmente sino a partir de una programación que nosotros hacemos se generan estas tribunas que tienen por lo general diseños parabólicos, que van bajos al principio y después van aumentando cada vez más justamente para acentuar las miradas de cada uno de los trabajadores.

Antes de empezar con las actividades, cuéntenos ¿Cómo describe el entorno colaborativo de su organización? y ¿Cómo fue esta curva de aprendizaje trabajando conjuntamente con contratistas peruanas?

Siempre son desafíos colaboraciones, porque se enfrentan culturas distintas. Lo más obvio es el idioma. Cuando la gente habla inglés y otro español, ahí hay un primer choque cultural. Pero también procedimientos, tiempo, efectividad, hasta la forma de escribir, qué es lo que yo espero del otro, siempre va a ser un tema. Eso va a pasar creo yo en todos los proyectos. Nosotros tenemos proyectos en muchas partes. He trabajado en Inglaterra, Alemania, Medio Oriente, Perú, así que reconozco que siempre van a haber esas dificultades. Yo creo que acá lo que fue clave fue que tanto nosotros, como el equipo de diseño, como el contratista general, teníamos bien claro que la plataforma de trabajo iba a ser BIM y que necesitábamos tecnologizar el proceso. Y como no había resistencia en ese sentido, sino más bien un incentivo, el resto de las personas que estaban involucradas, como los especialistas, los ingenieros estructurales, los contratistas, los proveedores, El contratista general, que contrataba a todo el equipo de diseño y proveedores, estaba interesado en hacer un proyecto con BIM, es fundamental para que la curva de aprendizaje sea más rápida, porque están todos obligados a usarlo y no hay discusión, el problema es cuando empieza la discusión si es que vale la pena o no. Por otro lado, el cliente, Lima 2019, estaba muy entusiasmado en hacer un proyecto con BIM, porque le daba acceso a la información en tiempo real, y eso desde el punto de vista de la transparencia y sobre todo en un proceso colaborativo, donde tenemos que ir viendo como avanza el proyecto, esta herramienta le daba muchas facilidades.

Creo que la curva de aprendizaje no estuvo mal, los ingenieros estructurales son ciertamente los que más han avanzado en el uso de tecnologías BIM; todavía hay diferencias porque algunos lo usan como plataforma de diseño, y otros que siguen dibujando en 2D y después modelan. Lo más complejo es que las especialidades eléctricas, sanitarias y todas las asociadas se sumen a esto, porque actualmente tuvimos que poner gente en sus oficinas para que modelen lo que ellos diseñaban. Ahí hay un tema por optimizar, porque cuando yo dejo de pedirle a alguien que modele lo que estoy diseñando y lo hago directamente me ahorro tener 2 versiones,

en qué modelo estoy trabajando. Cuando técnicamente esa gente esté capacitada para usar esos programas va a ser todo más rápido.

Lima 2019 nos habló de la visión de legado del proyecto, ¿Cómo estos fueron expresados en requerimientos del proyecto?

Desde Londres 2012 el concepto de hacer eventos deportivos internacionales que se enfoquen en el legado ha sido la prioridad a nivel internacional. La historia política es larga, pero después de la Olimpiadas de Atenas 2004, que fue un desastre desde el punto de vista económico para el país, se empezó a repensar en cómo hacer estos grandes eventos de tal forma que no signifique tremendos gastos de inversión que dejen elefantes blancos, Brasil 2014 fue similar en ese aspecto... Entonces, lo que tratamos hacer acá fue que los aforos, o sea la capacidad de gente que tendrían los estadios, no fueran tan grandes, sino que esté pensada para el legado. Y gran parte del aforo que se utilizó en lo que nosotros llamamos "Fase Juegos" sea mediante uso de asientos temporales. Se prevén espacios para la instalación de estos elementos que funcionan como una especie de andamios que después pueden ser retirados, y así el edificio no es tan grande, la estructura civil no se sobredimensiona y se puede ser más estratégico. Esto es un aspecto muy importante a destacar.

Ya después entrando a cada uno de los deportes hay varios aspectos relacionados al legado. Por ejemplo, en la piscina pensar cuál es la profundidad ideal de la piscina de tal forma que en el legado se puedan usar como piscinas recreacionales. Así como la piscina de calentamiento que la dejamos solamente 2 metros de profundidad y los 3 metros a la de competencia, porque las piscinas de 3 metros son peligrosas porque la gente no tiene cómo llegar a ese piso. Se previó un sistema de relleno de tal forma que niños la puedan utilizar en el modo legado.

Conocidos los requerimientos del proyecto, ¿Cuáles fueron los que ustedes consideraron prioritarios para poder elaborar sus diseños? ¿Cómo fue la designación de los responsables de gestionar la información?

Hicimos un Plan de ejecución BIM, que ciertamente fue el punto de partida, y a nivel de organigrama el equipo del proyecto que yo gestionaba, a un área que estaba de gestión de proyecto se contaba con una persona a cargo de control documentario, otra a cargo de calidad, que revisa que todos los estándares se cumplan, como los procedimientos, codificaciones, etc. Esto fue muy relevante porque permite mantener el orden del proyecto.

Cada una de las empresas tenía que identificar cuál era su punto de contacto, que por lo general es el control documentario, de tal forma que toda la información salga y llegue desde la misma persona y no estén múltiples personas hablando de forma cruzada.

¿Cómo recibieron los estándares del del proyecto? ¿Mediante qué documento?

Nosotros creamos los estándares de información del proyecto. Lo que hicimos fue, después de establecer el PEB, se lo entregamos al contratista general, que lo revisó e hizo sus comentarios, y finalmente se elaboró una propuesta personalizada para el proyecto en base a la integración de lo que señalaba el contratista general y la propuesta que nosotros habíamos elaborado.

¿Hubo estándares internacionales del proyecto (a nivel de diseño) que significaron un desafío para el equipo de diseño?

Todos los estándares que son parte de las federaciones internacionales de deportes son super exigentes. En una piscina de 50 metros de largo las tolerancias son algo así como 2 a 5 milímetros, lo que a nivel de las obras tradicionales de acá no se está acostumbrado, por lo tanto toda la ejecución debe ser muy fiel al diseño, y eso es muy relevante en cuanto a la precisión. A nivel de gestión, dado que el proyecto no se estructuró en base al sistema

tradicional latinoamericano de anteproyecto y proyecto, sino que tuvo etapas basadas en el sistema inglés que considera 7 etapas, un RIBA. En este caso en particular, como ya teníamos un diseño conceptual de inicio que es el itt, fuimos directamente a lo que llamamos "*keen design"*, que es la etapa 3 de RIBA y después a la etapa 5 que es información para la construcción, IFC. La diferencia es que nosotros en Latinoamérica y Perú tenemos solo la etapa de anteproyecto y proyecto, y eso hace que sea poco subdivisible el proyecto. Y como todas las obras de edificación son complejas, y ésta sobremanera, si yo no tengo etapas para poder dividir el proyecto, se hace muy difícil poder ir avanzando de forma certera. A que a veces uno avanza mucho, y un interesado quiere un cambio y se tiene que retroceder mucho. Entonces, segmentar el proyecto así según RIBA, ayuda mucho pues está claramente identificado qué es lo que se debe entregar y quiénes son los responsables de entregarlo. Como en el contrato G2G estaban los ingleses ellos pidieron que esa estructura se respetara, lo que nos vino bien pues es un sistema conocido por nosotros.

¿Cómo fue su uso de la plataforma Aconex? Entendemos que todos los diseños y modelos eran revisados y aprobados por este medio. ¿Cómo era la aprobación de los diseños? ¿Se establece en algún documento cómo se debe aprobar y revisar los diseños?

Lima 2019 tenía un equipo técnico por especialidad: arquitectura, estructuras, instalaciones. Nosotros cargábamos la información y ellos respondían a través de la misma plataforma si estaba aceptado, rechazado o si tenía comentarios

¿Había un protocolo de información que ellos definían para estandarizar los modelos?

En los modelos no se metían tanto. Ellos revisaban los planos. Veían el modelo para entender el proyecto y ver cómo estaba funcionando, y de hecho de allí sacaban pantallazos para hacer esquemas de sus observaciones. Pero el procedimiento formal de revisión es el plano, que sale del modelo. El aconex, tiene un modo de estatus, como trabajo en progreso, aprobado, etc.

Como buena plataforma de control y gestión de información tiene usuarios con sus respectivos permisos y restricciones de ingreso, y mantiene un registro de las versiones, fechas, de quiénes lo han observado, del estatus en el que está. Además, sirve para hacer el intercambio de la información, emitir RFIs, etc...

¿Cómo se complementa con el BIM 360?

EI BIM 360 nos sirve como plataforma tipo nube para cargar el modelo y poder sincronizar los modelos a través de la nube; y el Aconex sirve para distribuir la información a los distintos colaboradores como documentos.

A nivel del equipo de diseño, los que estaban más metidos en el proyecto se usaba BIM 360 y Revizto. Para las personas que estaban metidos en los procesos de aprobación y gestión de la información usaban Aconex.

¿Qué problemas tuvieron en gestionar la información?

El principal problema fue que, desde el momento en que arrancamos no había una plataforma de gestión definida, el equipo decidió utilizar Aconex como plataforma, cuando ya habíamos terminado el proyecto de ingeniería, el cliente Lima 2019 decidió también obtener una plataforma de gestión de información propia, que por coincidencia también fue Aconex. Sin embargo, el *owner* de la plataforma cambia, pues al ser el *owner* de la plataforma puedo decidir cuándo borrar o cuándo eliminar a alguien. Eso, que a todas luces un cliente lo tiene que tener desde el comienzo, ellos no pudieron tenerlo al comienzo. Y, a mitad del camino lo lograron obtener, y tuvimos que migrar toda la información de una plataforma Aconex a otra Plataforma Aconex, y eso generó también un cambio en las codificaciones y registros. Y en un proyecto nunca es bueno hacer eso, pues hay problemas con la trazabilidad, que es encontrar el origen de un documento hasta el final.

En proyectos internacionales normalmente lo define el cliente, pues es el principal interesado en ser dueño de esa plataforma porque él está comprando esa información, y si esa plataforma no es de él, o de alguno de sus consultores directos, tiene el riesgo de que sus empresas contratistas, en alguna disputa, se queden con la información, y allí él está en una posición de riesgo.

¿Esta plataforma se justifica en proyectos grandes por el costo de licencia o también en proyectos menores?

Yo he trabajado con varias plataformas, [nombre anonimizado] en Chile, con [nombre anonimizado], en Perú con Aconex, y creo que todas las plataformas se justifican desde proyectos medianos a grandes. Si va a hacer una casa no es necesario, lo puedes administrar con windows; y probablemente ahora con un dropbox o cualquier sistema *cloud* base lo puedes lograr. El problema es cuando los flujos de documentación superar los cientos y se acercan a los miles, pues ya es muy difícil administrar la información, se vuelve muy lento.

Seguimos con las herramientas tecnológicas empleadas en el proyecto: ¿Hizo uso de BIM 360? ¿Qué problemas tuvo con la gestión de la información durante su proyecto? Con respecto a las reuniones ICE, cuéntenos quiénes participaban y qué se tocaba en estas. ¿Cuándo se resuelven cosas por las reuniones ICE y cuándo por el BIM 360?

EI BIM 360 es una plataforma digital, y las reuniones ICE es una instancia presencial donde asisten las personas involucradas en un proyecto. En las reuniones ICE lo que ocurría era que el coordinador de cada uno de los proyectos, como había 5 recintos y definimos que en cada uno hubiese un coordinador, ese coordinador lideraba esa reunión y convocaba a las distintas especialidades. Y principalmente revisando el modelo del Revizto, donde estaban todas las incidencias identificadas (ósea los problemas de coordinación), se definían o asignaban

responsabilidades de quién tenía que tomar acción sobre qué elementos para resolver el problema de coordinación.

A grandes rasgos, ¿Cómo estableció el cliente los requerimientos de información? ¿Estos les eran informados a ustedes por la plataforma Aconex? El documento principal de BIM entendemos que es el Plan de Ejecución. Queríamos saber si esto fue incluido en el contrato. Si es así, qué considera en su BEP pre-contrato. En su proyecto, ¿se hizo una distinción entre el BEP pre-contrato y el BEP del proyecto?

En el itt y en ninguna parte de la documentación contractual ni siquiera se mencionaba BIM, fue una propuesta nuestra.

Desde su perspectiva, en el tema de contratos, ¿Qué nos puede comentar sobre los contratos NEC utilizados? Entendemos que estos eran colaborativos y les dan incentivos a los contratistas.

Lo más importante de esos contratos fue que, si se trataba de utilizar un sistema tradicional, que en Perú significaba en un contrato suma alzada, iba a generar un problema que podía derivar en dos caminos: Uno era que los precios fueran excesivamente altos, y que los contratistas se hubieran protegido ante la incertidumbre de tener que diseñar y construir, o sea no podían cotizar algo que no se había diseñado. El otro problema era que cotizaran a un precio muy atractivo, y después en la mitad del proceso iniciarán los adicionales y si esos adicionales no eran aprobados se amenazara con parar el proyecto, y como el tiempo era una necesidad implacable, eso el cliente no se lo podía permitir. Ese problema es el que gatilla la necesidad de los contratos NEC3 opción F, que es un contrato a monto reembolsable, donde el cliente toma una posición muy activa, porque tiene que aprobar cada uno de los paquetes de licitación previo a que se construya.

Sabemos que se tenía un cronograma de entrega de obras muy ajustado al ser un proyecto Fast Track y al no poder posponerse la fecha de entrega. ¿Cómo era el cronograma de entrega de diseños/modelos?

Lo que nosotros hicimos fue que teníamos dos entregas por contrato, la de diseño esquemático y la de información para construcción (IFC). Las fechas eran casi imposibles, entonces lo que nosotros propusimos fue hacer el diseño esquemático, después hacer un paquete que llamamos "Advance IFC" que fue información adelantada para construcción, donde lideramos principalmente todo lo que tenía que ver con fundaciones y acometidas de instalaciones, planos de excavaciones, para poder arrancar la obra; y posteriormente entregamos un paquete "IFC" que estaba destinado a completar todo lo que era la obra gruesa, el caso y los elementos principales, y finalmente un paquete de acabados donde estaban todas terminaciones. En función a eso se armó un cronograma de diseño que se coordinó con el cronograma de obra, para que esos primeros paquetes de diseño sirvieran para arrancar la obra.

Sobre los IFC, puede significar "Issue for Construction" que es emitido para construcción o "Information for Construction" que es información para construcción. Tienen ahí una sutileza, pues si es "issue for construction" el contratista puede tomar eso y ejecutarlo directamente, y si es "information for construction", lo tiene que tomar, verificar que es construible y lo construye, entonces hay un grado de responsabilidad compartido.

Volvemos al Aconex: ¿Cómo fue la gestión de los diseños y modelos BIM en la plataforma Aconex? ¿En la Proyectista de Diseño Arquitectónico contaban con un encargado, algo así como un *Document Control*? ¿Tuvieron un control de cambios (change control) en su proyecto, con respecto a variaciones/actualizaciones que pudo haber en entregables como el BEP, cronograma de entrega?

Nosotros, tanto el Proyectista de diseño como el contratista general, hubo control documentario. El registro de cambios se hace en la documentación, y eso se va dando registro a través de las revisiones, digamos las nubes típicas que se indican en los planos, y en los modelos también hay una forma para poder identificarlos, pero no había un rol específico de una persona destinada a eso. En eso cada uno de los diseñadores, como parte de sus tareas, tiene que registrar eso.

El *document control* se encarga de administrar, enviar y recibir información a todos los actores involucrados, y mantenerlo organizado en el repositorio del CDE, pero el registro de los cambios está a cargo de cada una de las personas que elabora la documentación, que son arquitectos e ingenieros.

Una definición que encontramos en el libro *Design Manager's Handbook* sobre la gestión de diseño es que ésta incluye las actividades de diseño, las personas, los procesos y los recursos. La ISO 19650 señala que la movilización consiste en una actividad donde se aprovisiona los recursos necesarios para empezar con la producción colaborativa de información. Recordemos que el "Plan de movilización" es un documento que demuestra que el contratista general tiene la capacidad para asignar los recursos necesarios para poder llevar a cabo las tareas fijadas en el contrato.

En la etapa de presentación de ofertas, ¿se incluyó en esta un plan de movilización? Si no, ¿cómo le asegura al cliente que tiene la capacidad para asignar los recursos necesarios para las tareas fijadas?

Nosotros como estándar en el Proyectista de Diseño, tenemos licencias de plataformas de uso colaborativo de BIM para todos los miembros, entonces están provisionadas siempre, no hay necesidad de comprarlas para el proyecto, entiendo que para el caso del contratista ahí sí se hizo una definición en función del proyecto y se hicieron estimaciones de los usuarios y a

medida que iban aumentando o disminuyendo se compraban o se dejaban de comprar las licencias. No tenemos un documento llamado "plan de movilización".

En obra sí tuvimos que aumentar los modeladores, y eso sí fue sustancial y un costo grande, pero eso fue para la parte de ejecución, pero yo no lideraba el proceso en obra sino en diseño.

En las propuestas de honorarios siempre hacemos una estimación de recursos, cuántas personas vamos a necesitar para cada uno de las etapas del diseño. En nuestra experiencia nosotros estimamos cantidad de personas por cada una de las etapas, y después un equipo fijo en Perú hasta la culminación de la obra.

¿Cuáles fueron los documentos internos necesarios para poder generar el diseño? ¿Se establece un Estándar para la producción del diseño?

En el *invitation to tender*, ese conjunto de documentos, es lo que definía cómo diseñar, y una vez que nos adjudicaron cambió de nombre a "*Work information*", y ahí está definido todo el alcance, lo que se tiene que hacer. Un diseñador lo usa para generar el diseño. Es muy relevante porque es el encargo. No está relacionado con BIM, sino con el proyecto.

¿Cómo fue el control de calidad de los diseños? Entendemos que no había una supervisión especializada como otros proyectos.

Sí había una supervisión. Lima 2019 tenía un equipo que tenía un arquitecto, un especialista estructural, eléctrico, sanitario y de corriente débiles, y cada uno de ellos revisaba las disciplinas que les correspondía que le entregábamos tanto nosotros como el Proyectista de Diseño como el equipo de diseño completo a cada uno de los especialistas. Y ellos a su vez tenían como apoyo a ingenieros y arquitectos de una empresa británica de la PMO tienen "*expertise*" en el tema deportivo.

¿Cómo se aprobaban los diseños? ¿había un documento que especificaba esto, el número máximo de revisiones?

No lo había. En algún momento le pedí apoyo al Project manager para que estableciéramos un procedimiento; lo que hicimos fue definir que nosotros de lo entregábamos, 5 días después ellos nos entregaban sus comentarios, 5 días después nosotros le entregábamos la respuesta a los comentarios, hasta la última entrega que al final de esos últimos 5 días no era solamente la respuesta sino la incorporación de los mismos. No estuvo desde el arranque, pero sí fue un documento escrito que se acordó entre las partes.

¿Qué nos puede comentar sobre las incidencias (interferencias o errores a revisar en modelos BIM) y los *RFIs* en obra? Tal vez las incidencias los podían manejar en el mismo BIM 360 Team, pero ¿Qué pasaba cuando una incidencia se elevaba a *RFI* y de repente se tenía algún cambio significativo en obra? ¿Cómo lo manejaban?

Lo que muchas veces pasa que no todo está definido en los términos de referencia o itt, y por lo tanto para poder confirmar qué es lo que el cliente espera se emite un *RFI*, o uno solicita información o por lo general lo que hace es dar una propuesta y solicitar que te confirmen que ese camino es el indicado, porque obviamente cada uno de los caminos está asociado a un costo. Eso tiene que ser rápido porque si el flujo de *RFIs* se demora no puedes avanzar. Afortunadamente en este caso el cliente estuvo bastante ágil en la respuesta de *RFI*s, lo que nos permitía ir tomando decisiones sobre seguro.

Con respectos a las brechas, entre el diseño y la construcción. ¿Cómo se puede elaborar un diseño que sea construible? Se puede integrar al constructor en el diseño, o diseñadores que sepan de construcción.

Ahí hubo uno de los choques o diferencias culturales. El principal problema que hubo no fue con la constructora directamente, que no pudieran hacer algo, porque siempre tenían la

disponibilidad. El problema principal fue la capacidad de los proveedores de ejecutar ciertas partidas y la falta de suministros de materiales en Perú. En general hay muy pocos materiales en Perú, saliendo de las construcciones tradicionales de hormigón armado, albañilería y madera, casi todo el resto es muy difícil de encontrar localmente, y cualquier proceso de importación implica un tiempo que desafortunadamente no teníamos. Cuando se trataba de hacer soluciones un poco más creativas, que fue el caso de revestimiento de muros, que queríamos utilizar un sistema que en todo el mundo es bastante común, que es un panel de hormigón armado prefabricado que viene y se monta en obra; tuvimos ciertas dificultades e poder producir a la velocidad que nos habían estimado originalmente, y eso hace que tengas que ir modificando sobre la marcha las soluciones para poder cumplir con la fecha, que era lo que nos importaba sobremanera. Entonces creo que esa es la principal brecha: la falta de proveedores con una cantidad de suministro local que pueda hacer frente a un proyecto de esta magnitud.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas se lleva de este que podría aplicar a sus futuros proyectos?

Yo creo que sentar tempranamente las plataformas sobre las que uno va a trabajar, y una vez que eso se acuerda, seguir trabajando sobre eso y no discutirlo creo que es algo que ayuda mucho, y eso fue algo bueno que ocurrió acá, que contrasta con otras experiencias y hace que sea más expedito.

Otra cosa creo que siempre es importante tener un equipo local en el proyecto durante el transcurso del mismo; es muy difícil hacer proyectos a distancia. Cada vez que venía gente de Londres y se vinculaba al proceso del proyecto, ayudaba mucho tener un equipo local a que entendieran la complejidad de lo que estaba ocurriendo, las restricciones que había y hacer eso con frecuencia ayuda mucho. Como parte del proyecto, hay que prever como parte del presupuesto si es que hay equipos en distintas para que se junten físicamente y puedan ocurrir

esas reuniones, no solamente a distancia o por teleconferencia, tiene que haber ese vínculo presencial.

¿Nos puede comentar el papel de Mace en el proyecto?

Mace tomó lo que es el Project Management en general del proyecto, y si bien el proyecto estaba encabezado por una persona de Lima 2019, él tenía un espejo de Mace que colaboraba en el proceso y ellos lo que principalmente hacían era verificar el cronograma, verificar los estados de pagos, verificar los niveles de riesgo del proyecto con una tabla de riesgos, verificar la seguridad en campo. Nosotros con Mace hemos tenido siempre una excelente relación, porque tienen una forma de abordar los proyectos muy estructurada y que siempre está por escrito, eso ayuda mucho; cuando los procedimientos son verbales el problema que hay es que lo que entiende uno y lo que entiende el otro puede ser distinto y al cabo de unos días nadie se acuerdo lo que se acordó.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

El principal problema que aborda la construcción, no solamente en Perú sino en todo el mundo, es la productividad. Eso lo pueden encontrar en dos *papers* muy buenos en *World Economic Forum* y otro en *Mckenzie*. Plantean que la falta de productividad en la industria de la construcción es los últimos casi 100 años, ha generado que en relación con otras industrias estemos al final de la lista. Una de las razones para explicarla es que la incorporación de tecnología ha sido muy deficiente. En la construcción propiamente, cómo se arma un muro de albañilería hoy no ha cambiado prácticamente nada a cómo se construía un muro de albañilería hace 100 años. La falta de ese incremento tecnológico explica en gran medida porque la productividad sigue siendo tan baja.

Lo interesante es cuando uno lo compara con construcciones no tradicionales. "*The Economist*" tiene un artículo que compara la construcción tradicional con la que se hace en el mar, como en plataformas petroleras. Los niveles de eficiencia y productividad son gigantescos porque ellos pre construyen todo, llegan y montan. Entonces el personal es mucho menor, los errores son mínimos y todo está pre pensado para que ocurra.

Finalmente, BIM va en la línea no solamente de diseñar, que sería el 3D, sino que también va a la línea de planificación, que es el cronograma, el 4D; el costo, 5D. La operación y el mantenimiento. Y cuando uno agarra esa línea puede hacer lo finalmente termina siendo la fabricación digital, y si uno tiene esa fabricación digital puede después construir en terreno de forma mucho más productiva.

Entrevista E13

Cargo: Director Ejecutivo

Yo he estado metido en muchos aspectos, como la construcción, temas médicos, de transporte, de seguridad.

Sabemos que se utilizó la metodología *Building Information Modeling*, ¿qué puede decir acerca de esta metodología, tuvo algún contacto con esta?

En lo personal, si bien no soy ingeniero, he tenido experiencia en proyectos donde la construcción era importante. Me tocó hacer el Mega Plaza desde 0. He tenido la oportunidad, desde el punto de vista gerencial del proyecto, de construir un edificio de oficinas, los llamados edificios inteligentes. Y después como director de una empresa que hacía proyectos inmobiliarios. Sí he estado expuesto al BIM, y sí he estado informado de la importancia, como ahorrarte los errores en obra. Me ha pasado que, en algún momento, se ha tenido que atravesar una viga con una tubería, y hay que ver los impactos de eso. En un proyecto de la magnitud de los Panamericanos, con el tiempo en contra, tienes que usar todas las herramientas posibles.

¿Qué nos puede decir acerca de la gestión de la información en el proyecto de los Panamericanos?

Nosotros teníamos una oficina de PMO, que hacía seguimiento a todo el proyecto. Teníamos temas de seguridad, cómo iba con el proceso de contratación de la seguridad para los Juegos, porque las obras tienen su propia seguridad; pero ya después que sale la obra necesitas tenerlo.

En el tema de transporte y toda su logística, hemos tenido 34 mil viajes. El tema de los alimentos, 1 millón de raciones que hemos tenido que generar en este periodo. Todos estos

temas, desde cuándo empiezas el proceso de licitación, cuándo deberías dar la buena pro y el tema de la ceremonia, todo tenía que estar en una gran hoja donde se le hace seguimiento y ves si estas en rojo, verde o amarillo, para medir tus tiempos si llegabas o no, y en el caso de no llegar tener un plan B y C.

Dentro de su equipo de trabajo (Lima 2019), ¿cómo designó a los profesionales que se encargaron de gestionar la información con los diversos involucrados considerando la complejidad del proyecto?

Cuando yo llegué al proyecto éramos unos 45, y el proyecto llegó a tener dos mil doscientas personas, más 12 mil voluntarios. Son números grandes. Quizás a las cabezas las fuimos buscándolas en algunos lados por referencias. En realidad, la gente que está en mi entorno, a casi todos los he conocido acá en el proyecto, a muy pocos lo conocía anteriormente. A los que no, pasaban por un proceso de evaluación. Siempre también, a la persona encargada de proyectos, el ingeniero que ha trabajado en hacer el aeropuerto, el centro de convenciones de Lima, ya él conocía personas y se fue armando el equipo.

La contratación masiva era a través de procesos abiertos de contratación, concurso. Inventamos un mecanismo de tener entrevistas múltiples, donde entre 3 o 4 se les entrevista a la vez, como las canciones donde se hacen todos a la vez, y ahí ves a cuántos te jalas. Investigar si tienen sus antecedentes limpios, porque corres el riesgo de tener cualquier persona.

Sabemos que en el acuerdo G2G se transfirieron funciones, ¿cuánto de estas facultades transfirieron a esta PMO? Y ¿cómo describe esta relación Gobierno a Gobierno?

El PMO se hizo acá en el proyecto y contó con apoyo y asesoría de gente del acuerdo G2G. En todos los Juegos se contratan empresas que ya han hechos Juegos, en Londres fue Deloitte, en Atlanta creo que fue San yao, y estos traen expertos de todos sitios. Lo que nosotros hicimos fue distinto. ¿Qué pasaba? Yo tenía, si quería contratar, tenía que hacer un proceso para

contratar una empresa que haga esto, y esa empresa iba a tener que contratar bajo las leyes de contrataciones del estado. Y ya sabemos que, en esas leyes de contrataciones, alguien impugna el proceso y te para un mes; así nunca íbamos a llegar. Entonces lo que decidimos fue tener un convenio G2G, y esto lo definimos con la Contraloría General de la República. El Contralor nos dijo que establezcamos un criterio. Vimos las ciudades que hubieran organizado Juegos en la última década: 2011 Guadalajara, 2012 Londres, 2015 Toronto y 2016 Río de Janeiro. Mandamos cartas a esas embajadas. México y Brasil nos dijeron que ellos no tenían la posibilidad de hacer acuerdo gobierno a gobierno, pero que podían presentarnos a sus empresas nacionales. Con Canadá sí había la posibilidad, porque estaba el *Canadian Trade Corporation*, que venía de la época del Plan Marshall para la reconstrucción de Europa, donde Canadá creó la CSC para ayudar a los gobiernos a recuperarse. Empezamos con los canadienses y la negociación no fue muy bien. Cuando hablamos con el embajador británico, nos dijo que ahora sí tenían la posibilidad del acuerdo G2G, gracias al Brexit, porque sin el Brexit tendríamos que haber ido a través de Bruselas. Entonces, firmamos un acuerdo de colaboración con el gobierno británico, para que nos ayuden con las licitaciones y contratar con leyes internacionales, y que nos ayudarán con asesoría de gente que ya hubiera hecho Juegos, y ellos nos pusieron gente de un montón de países, no sólo británicos, había australianos, canadienses, americanos, mexicanos, españoles, portugueses, griegos, italianos. Ha habido de todo, hasta Uganda. Y eso nos permitió tener gente que ya se había equivocado y ya sabía qué hacer. El gobierno británico se encargaba de armar el equipo a través de una empresa que también nos apoyaba. O sea, era una mini licitación.

Es el primer acuerdo que no es para compra de bienes. Antes, los acuerdo gobierno a gobierno eran para comprar un satélite a Francia me parece, barcos a Holanda, aviones a Corea. En este acuerdo G2G, no necesariamente teníamos que contratar a ingleses; las licitaciones las ganaron otras empresas, con la queja del embajador inglés. Pero son sus reglas de juego...

Hemos investigado, que para el caso del proyecto la Videna, se apoyaron en una consultora internacional que es [nombre anonimizado]. Esta consultora - entendemos - que les hizo entrega del Plan Maestro para el proyecto La Videna. ¿En qué consistía este Plan Maestro? ¿Se podría decir que eran netamente los hitos de entrega del proyecto?

[Nombre anonimizado] entró antes que yo llegara e hicieron un Plan Maestro que tenía varios errores. No sé si vieron la maqueta, pero en la Videna el tanque de agua lo taparon con un edificio, y yo les pregunté para qué era ese edificio. Dijeron que ahí iban a estar los alojamientos que estaban debajo de la tribuna anterior, y que se tapaban el tanque de agua porque era muy feo. Pero de piso a techo para un hotel es 2.30 o 2.40 metros, no necesitas falso techo. Todo eso lo descartamos.

Después ponían la tribuna principal al lado Oriente. Pero en el tiro de cámara, las fotos, tú vas a estar con el sol al frente. Es que hay viento sur, y en esta pista no se puede correr rápido por el viento en contra. Nosotros inicialmente con el equipo inglés hicimos la tribuna sur medio en "J", con un muro metálico con perforaciones; y Proyectista de Diseño Arquitectónico corrió modelos por computadora simulando el efecto del viento, y el viento lo simulaban hasta pasada la partida. Durante las carreras, la puerta donde está la meta de donde salen los deportistas estaba abierta, pero se cerró porque entraba el viento como una trompa y salía por ahí. Todo eso se simuló y se diseñó ad hoc para evitar esto.

Todas estas cosas se corrigen en el plan Maestro. En Villa el Salvador tenía 39 torres y pasamos a 7. El Plan maestro era con lo que se aprobó. Yo llegué y a las dos semanas tuve que aprobar el Plan Maestro; pero entrar ya a cuestionarlo, modificar sus hitos.

Había, por ejemplo, 3 polideportivos. Le dije al encargado de deporte: "¿No puedes reprogramar los deportes? Porque si no vamos a gastar ciento y pico de millones en otro polideportivo". Me dijo que lo estudiaría y regresó a los dos días con la solución.

En el Plan Maestro habían puesto la Escuela de Equitación del Ejército en el Club Hípico, en la playa. Y con los caballos tienes que hacer cuarentena, y tienes que tener un hospital. Tú no puedes tener un hospital a menos de 40 minutos del lugar de competencia ¿Y dónde lo ponías? Allá o en mitad de camino. Ahí nos ahorramos 3 millones de dólares.

Habían puesto un espigón en el Callao, que costaba unos 20 o 30 millones de dólares. Hablé con Maggie Martinelli, que es especialista en suelos, y me dijo que me pidió investigar esa zona. Pusimos unas rocas para ver el suelo, y simple y llanamente las rocas desaparecieron en el fondo, por lo fangoso. Entonces se van a Paracas, y los remeros protestaron de que iban a haber accidentes mortales. Yo vengo de la tabla, y corrí en Punta Rocas toda mi vida. Si nadie se ha muerto en Punta Rocas un remero que se volteé mucha mala suerte. Decían también que no íbamos a tener legado. Una posibilidad era Puerto Viejo. Pero había superposiciones y seudo ambientalistas o urbanistas que se oponían; y lo mandamos a la laguna de Huacho. Decían que no había fondo, pero ya habíamos fondeado. Levantamos el nivel hasta lo requerido. No necesitas ser ingeniero para eso. Había una parte que se rebalsaba y poníamos costalillos de arena y levantas el nivel, llegamos a casi 2 metros de profundidad. Entonces, cuestionamos todo, porque creo que no fue muy profesional el trabajo hecho por [nombre anonimizado].

Se habla mucho de alinear objetivos para el éxito del proyecto. Podríamos verlo de la siguiente manera: Que las metas del cliente estén alineadas con las metas del proyecto. ¿Cómo logró que se reproduzca esto en el proyecto? ¿Cómo se alinean los objetivos de la organización del cliente con los objetivos de los otros involucrados del proyecto?

Nosotros teníamos una fecha, teníamos una tarea y teníamos que ver cómo hacerla. Se tomaron medidas también, como usar el estadio de San Marcos envés del Callao. Ahí nos ahorramos un montón de plata.

Como teníamos poco tiempo, tuvimos decretos legislativos que nos permiten el acuerdo G2G, licencias automáticas, el 1248 y 375. Lo otro es la gente ya experimentada que tenía varios Juegos en su haber y ya sabía dónde podían estar los problemas. El tener gente que nos diga qué cosas fallaron antes y cómo lo resolvieron nos ayudó mucho en poder cumplir con el encargo.

Y después, ir armando el equipo de a pocos. Regresando a la pregunta inicial, al principio no todos encajaban en el puesto perfecto, y teníamos que ir acomodando. A Juan lo pongo en otra cosa, y si Pedro no funciona a fin de mes se vence su contrato y lamentablemente ya no lo renuevo. Así se fue armando el equipo.

La ISO promueve que se diseñe y construya pensando en el activo, es decir que desde el comienzo se piense en el uso que se le dará a la infraestructura, en los costos de Operación y Mantenimiento y en los objetivos para satisfacer las necesidades del usuario de esta infraestructura. ¿Cómo expresaron en requerimientos del proyecto todo esto que la ISO refiere?

Lo primero era hacer lo que se va a necesitar después, pensando en el día siguiente. Porque el evento iba a durar 17 días para los Panamericanos y 10 días de parapanamericanos. En total 27. Entonces yo no podía hacer un estadio atlético que tenga para sentarse cinco mil personas. Si haces un Sudamericanos es lo que podrías tener, pero con tribunas temporales puedes llegar a 12 mil. Entonces pusimos tribunas adicionales; lo mismo que en el centro acuático que son 3.500 sentados y podíamos aumentas 1500 más con tribunas temporales. Entonces siempre era pensar cuál es el aforo que se necesita para el día después y cuál es el aforo mínimo que necesitas para cumplir, y luego pensando en el uso posterior, y sobre todo en temas de accesibilidad.

Otra anécdota fue que en el vóley playa nos pide la empresa que iba a transmitir que pongamos iluminación, porque iban a terminar a las 6 de la tarde y de repente se extiende, y había que poner medio o 1 millón de dólares adicionales de postes. La solución fue aumentar un día más de competencia. Un día más de competencia me costaba 15 mil dólares, entre dar de comer y movilidad a los deportistas. Entonces siempre se trabajó con ese chip, por lo menos con todas las obras más importantes. En realidad, el presupuesto inicial que nos dieron eran 5 mil millones de soles y lo hemos terminado haciendo por 4 mil millones y un poquito más. Incluso hemos cedido plata nuestra para que hagan obras de infraestructura, se lo hemos pasado al Ministerio de transportes y otros para que pudieran hacerlas.

Para los Juegos Panamericanos, se tuvo además una consideración especial por la importancia misma del proyecto. Esta fue: La visión de legado. ¿Cómo hicieron para traducir esta visión de legado - de la que se habla - en requerimientos del proyecto?

Bueno, con instrucciones bien precisas. En la Villa Panamericana, nos pedían los dormitorios más grandes. Los hicimos a lo que es el mercado. Lo que sí no podíamos era el tema de las personas con discapacidad; había sí dormitorios que eran de 75 metros cuadrados, para el baño para discapacitados y que pudiera entrar la silla de ruedas. Pero siempre pensando en eso, la eficiencia y no irnos volando en costo.

La ISO tiene en cuenta de un tema que cobra mucha relevancia hoy, que es la seguridad de la información. ¿Tuvieron en cuenta el tema de seguridad de la información que se comparte?

Todo se ha hecho por nuestra página web de Lima 2019. La parte de las licitaciones toda la información se colgaba ahí, y todo lo que estaba ahí era lo oficial. El juzgamiento también era por ahí. No era que designan a 3 para que sean jurados para obra de de millones, cuando ganan los tres 6 mil o 7 mil soles cada uno.

¿Cómo definiría el entorno de trabajo colaborativo que se dio en los Panamericanos y en su organización de Lima 2019? Este entorno fue muy dinámico en el sentido que se fue ajustando a medida que las cosas se iban ubicando en su lugar. Cuéntenos, ¿Cómo fue esa curva de aprendizaje? Considerando que fue un equipo multidisciplinario, hubo muchos países involucrados.

Primero la gente, los profesionales involucrados y la mística. Yo personalmente, mi estilo siempre ha sido dar vueltas. Decía voy salía a relojear. Paseaba por toda la oficina o cuando empezaban las obras salía de la oficina y me iba a ver las obras. Y escuchabas. Darle confianza a la gente. Pero hay que ser cautos. Uno puede escuchar, pero no dar órdenes. Si bien eres el jefe máximo, si te metes a dar órdenes dejas a todos los que están debajo tuyo desautorizados, y eso lo que va hacer es que todo empiece a dar a la cabeza. Entonces, yo después apuntaba y llamaba al gerente y le decía acá está sucediendo esto. En todo caso le decía al gerente para que haga las medidas correctivas, delegando y haciendo seguimiento. A veces me detenía junto a alguien en su computadora, para ver qué está haciendo y que me contara, pero en buena onda. La gente así se siente importante. Me desvelaba hasta las 2 de la mañana y mandaba un whatsapp para ver si agarraba alguien despierto. Se generó mucho compromiso. Siempre, en toda mi vida, lo que yo he hecho es que no me importa que los que estén debajo mío sepan más que yo. Lo importante es hacerlos trabajar juntos y hacerlos coordinar.

Yo he manejado Bata, Cofide, el Banco Agrario, y te das cuenta que tu solos no puedes. Y cuando ves un líder que pretende saberlo todo, tranca toda la estructura organizativa. Porque si el jefe más bien relega requintas en privado, pero en público todo bien. Ya después le dices en privado. Porque lo peor que puedes hacer con tu gente es recriminarle delante de los otros. Entonces, un poco de eso y cada uno sabe dónde están sus fortalezas.

¿Qué herramienta tecnológica utilizó para archivar y gestionar la información? ¿Utilizó algún mecanismo de control de cambios? ¿Lo consideraría útil? ¿Qué problemas tuvo con la gestión de la información durante su proyecto?

Sí. Cuando se presentaba alguna decisión, como si a esta obra le ha faltado tal cosa o esto está en exceso; había un mecanismo de control de cambios, un directorio de control de cambios donde aprueban o desaprueban las propuestas.

Por ejemplo, cuando se tuvo un cambio de alcance en la villa deportiva, de 39 torres a 7 torres, que hablamos de construir pensando en el activo, ¿Cómo se da la gestión de estos cambios?

Eso vino de antes. Se definió en la misma licitación que iban a ser 7 torres. Lo que hizo el potencial contratista, contratista general A, fue en lugar de tenerlas un poco repartidas, en un área muchísimo menor, porque la idea era liberar espacio, se hicieron de la forma en como esta. De tal manera que tu tenías una grúa que podía servir para dos edificios en simultáneo, para poder avanzar rápido.

En la industria de la construcción peruana, muchas veces los procesos para licitar se han considerado únicamente la experiencia o reputación que tiene el potencial contratista, dejando de lado conceptos como capacidad y habilidad a la hora de contratarlos. Dentro del proceso de invitación a licitar, la ISO define ciertos criterios para la elección del contratista más idóneo de la tarea que se pretende lograr.

Sabemos que en el acuerdo G2G, se incluyó los contratos NEC (*New Engineering Contract*) los cuales son contratos colaborativos. ¿Cómo se dio el proceso para la invitación a licitar a los contratistas?

El convenio fue un convenio global. Y dentro del convenio vinieron "*Implementing Agreements*", los acuerdos de implementación. Pero no necesariamente tenía que decir el NEC. Nuestra exigencia fue que ellos iban a usar mecanismo de contratación internacional que evitaran que las obras se paralicen o que no arranquen a tiempo por impugnaciones, que ya es tradicional; entonces el mecanismo que ellos nos explicaron que iban a aplicar era lanzando todo en una página web y ahí se colgaba toda la información. Y el "*Award*" era 30% factor económico y 70% la parte técnica, donde incluso se trataban políticas de tratamiento con el sindicato, la experiencia del equipo, las obras que habían hecho en otros lados que fueran similares. Por ejemplo, la contratista general A ganó la Villa Panamericana porque básicamente se dedicaba a vivienda. Considerando los diseños que se presentaran.

¿Cómo se fijan los requerimientos y criterios de evaluación que se deben reunir en la licitación?

Se dio "pips" de información, los diseños originales que nosotros teníamos que eran referenciales y que podían ser mejorados. Dábamos un precio referencial y partir de eso ellos tenían que trabajar. A la hora de sus propuestas, se evaluaban el diseño, cómo han resuelto ciertos problemas, el tema de la accesibilidad. También había criterios éticos, como firmar un compromiso de integridad de no estar incursos en ningún lío como los que ya conocemos. Indirectamente eso era para poner un filtro. Y además tenían que presentar unos dictámenes de auditoría de empresas de primer nivel donde certificaran sus números. También en los dictámenes de auditoría vienen la opinión de los abogados. Ahí buscas opinión de abogado independiente, que tiene que decir los problemas que tiene la empresa. Todo ese proceso lo lidera Mace, y nosotros actuando como secretaría general. Y esos criterios lo conversamos nosotros previamente.

Al trabajar con estándares internacionales (del Comité Olímpico) ¿Cómo evalúa la capacidad de los contratistas locales para asumirlos?

Por las obras que habían hecho, los estados financieros. Tenías algunos estados financieros donde veías que una constructora tenía un apalancamiento de 5 a 1; eso está bien para un supermercado que el stock da vueltas todo el tiempo, pero una empresa constructora tienes que tener bien moderado tu endeudamiento.

¿Cómo evaluar la capacidad de innovación de las contratistas? ¿Cómo lo lograron?

Que te presenten cosas mejores que las que has tenido. En la Villa Panamericana, ellos pusieron los edificios como un abanico. También otra decisión fue que los sótanos de estacionamientos estuvieran el parte posterior. Entonces era medio sótano y un sótano de arriba donde se hizo una excavación de 4 metros hasta llegar al piso duro y ahí se vacío una mezcla de concreto pobre, y reemplaza al suelo arenoso por sólido.

¿Qué ventajas en la gestión nos puede contar comparando el mecanismo de contrataciones del estado y designar a una PMO que con leyes internacionales gestione los contratos?

En primer lugar, los contratos NEC son contratos redactados por ingenieros para ser manejados por ingenieros. Porque normalmente tienes abogados y al ingeniero le dices que lea el contrato y tiene que tener su código civil y su asesor legal para entenderlos, y eso no funciona. Además, en el campamento estaba nuestra gente y la del contratista. Y ante cualquier problema uno caminaba dos pasos y trataba de resolver los problemas in situ. Ahora si había implicancias monetarias o más grandes, ya eso se elevaba, y si no se podían de acuerdo había el "*Dispute Board*" para zanjar las diferencias. Entonces ahí se presentaban y en el *Dispute Board* están básicamente ingenieros. Alguna de las empresas contratistas quiso cargarlo más a la mano de abogados, pero recién hay algunos estudios de abogados que se están especializando en estos Contratos NEC.

Nos da la sensación que los mecanismos de disputa (dispute boards) son pieza esencial de los contratos NEC. ¿Cuál diría usted que es la esencia de los contratos NEC?

Es en caso no te pongas de acuerdo, un mecanismo de resolución de controversias. El "*Dispute Board*" orienta también a que busquen una solución. Y en caso que no se pongan de acuerdo yo dirimo, digamos. Y eso hacía que la obra no se pare. Y tú estabas obligado a que la obra siga, no es que yo paro por chantaje. O, por ejemplo, si la puerta de salida es muy angosta y por seguridad tienes que ensancharla, normalmente uno tendría que ir a la Contraloría de la República para que te apruebe esto un contador. O si te pasabas del 15% del costo también. Y bueno el hecho de tener a la Contraloría en control concurrente también ayudó bastante.

En los contratos NEC se mencionan incentivos al contratista. ¿Cómo son estos incentivos?

Hay incentivos por cumplimiento de fechas. Si ellos cumplen tienen un incentivo. Si hay algún ahorro se comparte el ahorro 50-50. Entonces esto lo obligaba al contratista a ser eficiente.

También se dice, que - en este tipo de contratos - cada contrato se ajusta a la obra y no al revés. ¿Cómo es posible lograr este esquema?

Sí, "*Fit for Purpose*". Justamente lo que se necesita es que se facilite la ejecución de la obra y no que demore. No perderse en interpretaciones.

Sabemos del éxito de los Panamericanos. Qué aspectos serían extrapolables a otros proyectos en Perú. Bajo su criterio, ¿Qué aspectos serían generalizables y cuáles no?

Yo creo que una de las cosas que debería implementarse en nuestro país son los contratos NEC. Este tipo de contratación. Porque no podemos estar haciendo acuerdo G2G para cualquier cosa. Me llamó un alcalde de un distrito diciendo que quería hacer su acuerdo gobierno- gobierno, no es posible pues. Tiene que haber una buena justificación. En nuestro caso, la justificación

fue el plazo tan ajustado y le hecho de que en el Perú hace mucho tiempo que no se construye un estadio, un centro acuático. Tenías que tener gente capacitada.

Con respectos a las brechas, entre innovación del privado (con PMO, nuevas metodologías) y el sector público. Cuéntenos, desde su perspectiva, ¿Cómo se podría generar un círculo virtuoso que incluya al estado, de manera que se pueda - en lo posible - acortar esta brecha? Buscar que el Estado no se quede rezagado en innovación y tecnología.

Yo creo que hemos forzado, con estos mecanismos, que el Estado ahora ya esté considerando estas herramientas. Cuando empezamos, y tú lo sacas de su "zona de confort", los desubicas. Pero aquí logramos mezclar gente que venía del estado y gente que venía del sector privado. Y había gente que venía del privado pero que había trabajado antes con el estado anteriormente. Entonces fue un mix de eso.

¿En qué proyecto de construcción es factible contratar una PMO?

Es básicamente la gestión del proyecto. O sea, nosotros teníamos un PMO para todo, y cada obra tenía su pequeño PMO y teníamos el gran PMO integrado, que eran como 1500 funciones y había gente a cargo de un paquete de cosas.

Esto, tal vez, nos lleve a hablar sobre un tema muy importante en la gestión de proyectos y la capacidad no solo de gestionarlos, sino, de impulsarlos en primer lugar. El tema es liderazgo. La pregunta es: ¿En su gestión como líder de una organización como Lima 2019 al mando de un proyecto tan emblemático, que considera altamente relevante a la hora de alinear objetivos y trazar caminos, entre todos los involucrados?

Primero el objetivo era cumplir. Y acá había un factor adicional. Yo creo que acá había un tema de pensar: tenemos una responsabilidad muy grande, una responsabilidad internacional; ósea

no es que tu jefe, no. Acá nos están mirando y venían los de Panam Sports. Era un tema de sacar adelante algo por tu país. Yo creo ahí ha habido bastante mística, y quienes no, se iban bajando en el camino. Entonces, yo creo que ha habido un tema de no podemos fallar. También pasamos una época muy difícil con la gente en contra, por los huaicos; entonces, yo a mi gente les decía: ustedes trabajen, yo saco la cara. Si me citaba la televisión, yo iba, sacaba la cara. Entonces, eso, a la gente… Sentían, oye, mi jefe está yendo al congreso - claro, a veces, solo no iba. Pero entonces, (preguntaban) oye cómo le fue, sí, bien… Entonces, eso les generaba a la gente más confianza. Mientras aquí, alguien no iba, entonces, nosotros seguíamos para adelante.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

Creo que debemos superar esta etapa de construcción que les ha hecho mucho mal, esto de los clubs, etc. Pero todo parte, pues, de un mecanismo de contratación perverso. Entonces, creo que hemos innovado y este tipo de cosas ayudan a la transparencia. Nosotros teníamos 40 postores por obra, la construcción en Perú era 1.6, 1.8 de los que se presentaban, eso, por un lado. Algunas empresas medio informales, medio "chichas". Yo creo que ha habido muy buenos ingenieros, pero a veces, los líderes no han sabido jugar bien sus cartas. Y además que vinieron estas empresas brasileñas grandotas y que claro, sacar las licitaciones… Y esto es para que lo haga Odebrecht o Andrade Gutiérrez, o cualquiera de estas y, ya pues, castraban el crecimiento de las otras. Y bueno, también muchas empresas han tomado malas decisiones. En la época del Boom, todos creían que iba a seguir, si la curva es ascendente, pues, te subes a la ola, pero después, cuando la cosa es de bajada, tú tienes que ajustarte a esa nueva realidad.

Entrevista E14

Cargo: Subdirector de Obras

Primero hablamos de esta ISO. La ISO recoge procesos, recomendaciones a lo largo de 8 actividades. Desde la evaluación de los requerimientos, pasando por, la presentación de ofertas, el contrato hasta el cierre del proyecto. Son 8 actividades y la ISO da 40 procesos como recomendación de mejores prácticas. Estas son mejores prácticas británicas, de hecho, esta ISO es del BSI: normativa británica. Entonces, la primera actividad es la evaluación de los requerimientos. Las primeras actividades son bien ligadas al cliente, porque la ISO especifica que se construya pensando en el activo, algo que de repente en nuestro medio es poco común. Construimos y ya, pero no pensamos quién será el usuario final, cómo se le va a dar esta infraestructura, o incluso los costos de operación y mantenimiento que pueden representar el 60%. Incluso mucho más que el diseño y construcción, que estarían alrededor del 20%.

¿Qué lineamientos o metodologías consideró para la ejecución del proyecto? ¿PMI?

Claro, acá se utilizaron los lineamientos del PMI. Básicamente por una recomendación de los ingleses. Los principales proyectos, las principales obras de los Juegos Panamericanos se han desarrollado bajo el modelo inglés. No ha sido bajo normativa nacional. Los ingleses trajeron un modelo de contrato que - casi - obliga al uso de la oficina de *project management* (PMO). Ahora, tú hablabas algo - y eso es cierto - de que no le prestamos atención al tema de operación y mantenimiento. En este caso en particular de los JP, más bien, esa ha sido nuestra mayor preocupación. Porque estamos dejando un legado. Estamos dejando obras para uso de aquellos que quieran hacer deporte. Entonces la finalidad eran 2 - digamos. 1 que se desarrollen lo JP en el lapso que se desarrollaron. Pero lo más importante era que teníamos que dejar un legado

para el país. Todas las obras que hemos hecho se han pensado en eso. Y se está preparando un programa de mantenimiento, un programa de operación, incluso para que una de las sedes sea sustentable. Es decir, se sostengan en el tiempo con recursos propios. El principal problema de nosotros (Perú) es que no tenemos dinero para mantenerlas (obras). Entonces, tenemos una obra importante, muy linda, muy bonita, pero es una gran carga. El IPD, que es el mayor usuario de las obras que estamos dejando, (históricamente) no ha podido con las obras que tiene, ahora le estamos dejando mucho más entonces le va a ser muy complejo de operación y mantenimiento. Se les está dando un programa para que puedan emplearlo, usarlo, de tal manera que se pueda autosostener en el transcurso del tiempo, y le brinde facilidades a aquellos que quieran hacer deporte.

Sabemos que se utilizó la metodología *Building Information Modeling* (BIM), ¿qué puede decirnos acerca de esta metodología, tuvo algún contacto con esta?

Claro, como les decía el ingeniero [nombre anonimizado], nosotros directamente - como ente especial - no lo hemos utilizado. No tenemos el software, no hemos contratado este software. Pero si bien es cierto, no le hemos dicho a las contratistas, oye queremos que uses el BIM. Ellos sí han utilizado un sistema similar al BIM, puede ser el revit. Y lo han hecho justamente para detectar interferencias, desarrollar metrados. Una de las obras menos usuales en el Perú, son los coliseos deportivos, los campos deportivos. El último coliseo que se hizo en el Perú, si la memoria no me falla, se hizo en los años 80s, el coliseo Dibos en San Borja, después no se ha hecho nada. El estadio nacional que es nuestro principal local deportivo data del año 1952, si bien es cierto se remodeló en el año 2009, pero no fue integral, se mejoraron algunos aspectos, se hizo el tema de los palcos con la finalidad de generar ingresos, pero no se remodeló totalmente. Entonces, todavía tiene muchas… Si bien es cierto es una obra muy bien construida, a pesar del año en que fue construida, tiene que todavía sufrir una serie de actualizaciones más para llegar a ser un mejor local. Entonces como les decía, no tenemos mucha experiencia, en

los últimos 40 años no se ha construido nada, entonces una de las obras menos usuales es esto, entonces había la necesidad de ver las interferencias entre los mismos proyectos.

¿BIM no fue un requerimiento de Mace no?

Cada contratista decidió usarlo (BIM)... En el contrato NEC se estableció que se tenía que usar una tecnología similar a ese, pero no fue un requerimiento específico, "tienes qué", no, se recomendaba usar un sistema de esos, para el desarrollo del expediente.

¿Eso se refiere al revit, que mencionó?

También, claro, por ejemplo.

¿Qué nos puede decir acerca de la gestión de la información en el proyecto de los Pan Americanos?

También ha sido un aporte que hizo el gobierno inglés Mace o Arup. Ellos sugirieron, y así se hizo, a través de los contratos que trajeron los ingleses, el NEC, sugirieron el uso del sistema Aconex, para gestionar la información. Nosotros en el Perú, en obras estatales y en obras particulares también, el único medio de comunicación que tenemos es el cuaderno de obra. El cuaderno de obra es el método de comunicación entre el contratista y el supervisor, que es el representante del cliente. Ya hay algunas entidades estatales que permiten el uso del cuaderno electrónico, pero igual, es un cuaderno que tu escribes… En cambio, el Aconex es un sistema mucho más integrado.

¿Qué te permite hacer el Aconex?

Lo hemos utilizado por el contrato NEC solamente en las obras que están hechas bajo el convenio G2G, porque nosotros como proyecto no teníamos el dinero como para comprar la licencia. Entonces, quien lo asumió fue el gobierno inglés, Mace, lo asumieron ellos.

¿Qué información veía en esta plataforma?

Todo. Todo lo veías ahí en el Aconex. Incluso para que tengan una idea de cuán potente puede ser esta herramienta, o una herramienta similar (CDE) porque debe haber muchas similares, es que, la Contraloría… Que es el ente que nos vigila, nos supervisa que lo hagamos todo honestamente. A veces ellos se equivocan mucho, pero, en fin, eso es otro tema. Pero la Contraloría - para que vean - le dimos el acceso irrestricto al Aconex. Para entrar al Aconex tienes que tener un acceso (una cuenta) que te lo daba Mace. No todos acá en el proyecto, yo por ejemplo no tenía acceso al Aconex. Solo tuvieron acceso los que estaban directamente involucrados en el proyecto. La gente de Mace evidentemente (sí), tenían un (puesto) *document control* exclusivo. Cada sede tenía una persona para control documentario que manejaba el Aconex. Tenía acceso, evidentemente, el jefe del proyecto y el entorno del project manager. Pero muchos acá, que veíamos las obras a nivel general, digamos, no específico, no al detalle, no teníamos acceso al Aconex. Pero sí el project manager solamente veía en el Aconex su proyecto (no veía todo). Así el Project Manager de Villa el Salvador no veía lo que hacía su par en la Videna y viceversa.

Entonces se tuvo en cuenta la seguridad de la información, el tema de accesibilidad en el Aconex…

Así, es. Así, es. No todos tenían acceso. Es un arma muy potente, hay que tener mucho cuidado con lo que se dice y lo que no se dice. ¿Y la gente de Mace tenía que venir hasta acá o se pudo gestionar desde allá? Ha habido de las dos formas. Ha habido gente de Mace y de Arup - que es la otra empresa que nos apoyaba básicamente en el tema de infraestructura temporal… Han venido, muchos han estado acá y otros han estado trabajando directamente desde Londres. De las dos maneras de trabajo ha habido.

Dentro de la organización Lima 2019, ¿cómo se designaron a los profesionales que se encargaron de gestionar la información con los diversos involucrados considerando la complejidad del proyecto?

Bueno, ya han conocido ustedes al gerente de proyectos, que es el que maneja todas las obras de infraestructura que hemos tenido. De acuerdo con nuestro organigrama, tenemos una subdirección de obras, de la cual yo estoy a cargo; y una subdirección de liquidación de obras que está a cargo de otro profesional. Cada obra, tiene un jefe de proyectos/ *Project Manager*. Y cada obra tiene un equipo de profesionales que lo respalda. Cada obra tenía un *Document Control*, tenía ingenieros especialistas, arquitectos, ingenieros electricistas, ingenieros estructurales, ingenieros sanitarios, para la supervisión/ revisión del proyecto, porque esto - como ustedes sabrán - fue un *fast track*. Durante el desarrollo del proyecto se iba ejecutando la obra y había profesionales - de nuestra parte - que veían esa parte: electromecánicos, electricistas, de tecnología de información, de comunicaciones. Además, teníamos - porque el contrato inglés que hemos aplicado no contempla una figura de supervisión como conocemos acá. La supervisión acá es un conjunto de profesionales que supervisa que el contratista haga la obra conforme a planos aprobados, especificaciones técnicas, reglamento y buenas prácticas constructivas. Acá el supervisor no es tanto así. Acá la supervisión la hace el mismo contratista. Porque en la modalidad de contrato NEC que hemos optado, el contratista no es un contratista propiamente. No es el que hace directamente la obra. Más bien es un gestor. Es decir, es un gerente que agarra y gestiona la obra, gerencia la obra. Entonces, contrata a una empresa o a una persona natural que se encargará de - por ejemplo - los encofrados. Contrata, compra el concreto a una determinada empresa. Hace la procura después de hacer una pequeña licitación. Invita a dos, tres, cuatro contratistas de confianza, responsables, serios. Les pide sus propuestas y escoge a uno de ellos, con la aprobación del gerente de proyectos del lado nuestro. Ese ha sido más o menos el procedimiento.

Alguien podría decir cómo el contratista puede ser juez y parte con respecto a la supervisión…

Justamente por eso estamos con el gerente de proyectos del lado nuestro y además habiendo una supervisión de calidad que no observaba lo que observa nuestra supervisión normal que tenemos acá, sino revisa básicamente la calidad del producto que está suministrando cada uno de los subcontratistas.

¿Está contratista que menciona de supervisión era externa, era un tercero? ¿Ustedes la contrataron?

Sí externa, era un tercero contratado directamente por nosotros después de un concurso sí bajo legislación nacional. Se convoca un concurso bajo legislación nacional para una supervisión de calidad, se preparan unos términos de referencia para indicar exactamente cuáles van a ser sus labores, sus funciones. Los postores hacen una propuesta considerando un grupo de profesionales, 2, 3, 4, 5, en función de la magnitud de la obra, la labor que va a hacer cada uno de ellos y su monto; y eso es lo que se evalúa, y ha sido evaluado por los ingleses, y se determina quién es el que va a ser la supervisión de calidad. Pero la supervisión propiamente la hacemos el contratista mismo - a pesar de que puede ser juez y parte como dices tú - y nosotros.

Eso necesita que el cliente tenga un brazo técnico importante para poder supervisar…

Claro, y, además, no solamente que el cliente, que nosotros tengamos un brazo técnico importante como dices tú, sino que el contratista o el gestor del proyecto sea una empresa seria, de respaldo técnico muy importante, y respaldo financiero también muy importante.

E integridad ética también, como conversábamos con [nombre anonimizado]…

Especialmente, especialmente eso es lo que se ha buscado. Una integridad en todo sentido.

Sabemos que en el acuerdo G2G se transfirieron funciones, ¿cuánto de estas facultades transfirieron a esta PMO? Y ¿cómo describe esta relación Gobierno a Gobierno?

Bueno, el tema G2G, ha sido porque ha sido un convenio entre el gobierno del Perú y el gobierno inglés, gobierno de Reino Unido: Inglaterra, Escocia… Nosotros no nos hemos manejado a ese nivel - realmente. Eso ha sido un nivel del gobierno. Nosotros nos hemos manejado con aquellas empresas que son dos como repito, Mace y Arup, las que han sido designadas por el gobierno inglés para que manejen este tema. Y porqué fueron designadas. Porque estas empresas tenían mucha gente con experiencia en juegos Panamericanos u Olímpicos anteriores. Entonces, tenían toda la experiencia para poder enseñarnos a nosotros - que nunca habíamos hecho esto, primera vez que se hace - qué es lo que teníamos que ver, cuáles eran nuestras prioridades. Ellos nos han orientado y la relación ha sido directa con ellos. Nosotros, un grupo de profesionales y técnico del proyecto de los Panamericanos, con los profesionales y técnicos del gobierno inglés de las dos empresas: Mace y Arup.

¿Y el Proyectista de Diseño, de la parte de arquitectura, en donde entra en todo esto?
Proyectista de Diseño fue la que hizo el Plan Maestro. Fue el inicio, la idea inicial. Tuvo que compatibilizar… Qué disciplinas deportivas tenemos. Tenemos 40, 50 disciplinas deportivas, llámese, fútbol, rugby, hockey, equitación, natación, todas las disciplinas deportivas que han visto en los Panamericanos. Entonces, hay que ver en dónde se van a jugar estos deportes, dónde se van a realizar estos deportes. Había que ver con qué infraestructura cuenta Lima, qué infraestructura hay nueva qué hacer, qué infraestructura hay que remodelar, para poder dar las facilidades a los deportistas, a los jueces, a las familias de los deportistas, a los árbitros, al público. Todo eso fue una idea, un Plan Maestro general - que ha sufrido cambios, porque un Plan Maestro no es una cosa rígida.

Es dinámico…

Sí, tiene que ser dinámico.

Sabemos que había un Plan Maestro anterior de la empresa [nombre anonimizado] para el caso de La Videna…

Sí, de eso no te podría contar mucho. Yo no estuve presente, aún no estaba trabajando en los Juegos Panamericanos cuando se hizo ese (que dices). Pero esa es la idea. Se hace un Plan Maestro que no puede ser - y felizmente tú lo piensas bien a pesar de tu juventud - porque la contraloría nos decía, oye, pero tu Plan Maestro te dice una cosa y tú estás haciendo otra. Pero (nuevamente), el Plan Maestro no puede ser una cosa rígida, tiene que ser una cosa dinámica en función de lo que uno encuentra en la realidad, en función de la cantidad de dinero que tengas. No entendían (La Contraloría) eso y no entienden eso todavía.

Para el proyecto La Videna. ¿En qué consistía este Plan Maestro? ¿En hitos de entrega solamente?

Te decía, es un Plan Maestro que te dice bueno, por ejemplo, en La Videna qué deportes se van a desarrollar. Por ejemplo, como ya teníamos un velódromo, se mejora este velódromo, se le actualiza y se puede utilizar. No teníamos un centro acuático, piscina para saltos, salvo en el campo de marte… que es una piscina que también data de los años 50 por lo menos. Entonces, se dijo, acá hay espacio, acá hay área, entonces se hace un centro acuático. Desde la piscina olímpica, techada, temperada, la piscina para saltos, la piscina de calentamiento. Todas esas cosas las desarrolló el Proyectista de Diseño, es decir acá hacemos esto… ¿Qué más se hizo en Videna? Se hizo el polideportivo 3 para hacer algunas disciplinas deportivas. Ya teníamos dos polideportivos ahí, ya teníamos una cancha de vóley, entonces esos se acondicionaron para… Los polideportivos 1 y 2 - si no me equivoco - fue para los Parapanamericanos. Cuando se hicieron estos polideportivos no se pensó en las facilidades para personas con discapacidad. Entonces, se tuvo que adecuar estas edificaciones que ya existían, para deportistas con discapacidades. Es decir, ampliar las puertas, los baños que sean aptos para personas con

discapacidad, porque tú sabes que la silla de ruedas de un deportista es distinta a la silla de ruedas convencional, mucho más grande.

Accesibilidad…

Claro, accesibilidad. Eso también se hizo en el estadio nacional, de la accesibilidad. Eso es… Lo que no se acostumbraba a hacer o no se hacía en los años 80s.

¿Y - digamos - Proyectista de Diseño era el que tenía todos los conocimientos de los requerimientos del comité de Panam Sport?

Claro, Panam Sports tenían unos lineamientos, una guía con ciertas exigencias que había que cumplir, si no, te pueden quitar hasta la sede y te multan por eso. Entonces, había que cumplir todas las exigencias de Panam Sports. Porque hemos tenido una "supervisión" de ellos muy muy directa, muy continua… Los directivos de Panam Sports venían continuamente, se reunían con todos los profesionales acá, visitaban cada sede que estaban construyendo, se paraban para ver si estaban avanzando al ritmo para llegar a tiempo y si estábamos cumpliendo con los requisitos que ellos exigían. Entonces, sí había una supervisión de ellos (comité Panam Sports) y han sido bien exigentes.

Se habla mucho de alinear objetivos para el éxito del proyecto. Podríamos verlo de la siguiente manera: Que las metas del cliente estén alineadas con las metas del proyecto. ¿Cómo logró que se reproduzca esto en el proyecto? ¿Cómo se alinean los objetivos de la organización del cliente con los objetivos de los otros involucrados del proyecto? ¿Cuáles son los objetivos del cliente? ¿Cuáles son nuestros objetivos?

Tiempo, monto y legado. Es decir, necesitábamos 3 cosas. Uno que se acabe a tiempo, que se acabe (el proyecto) para cuando debían empezar los juegos Panamericanos, sino de nada servía terminar en este mes. Dos, que sea la calidad y costo que se estaba pensando. Es decir, nosotros teníamos un presupuesto asignado. No podíamos sobrepasarnos de ese monto, eso era

indudable. No podíamos no sobrepasarnos el plazo ni el monto y teníamos que dejar, tenemos que dejar - lo estamos haciendo - un legado para la ciudad de Lima y para los deportistas. Esos eran los objetivos. Y qué se les exigió a los contratistas, que apoyen con eso. Por eso, es que en el contrato NEC se les exige varias cosas a las contratistas. En la opción que se escogió, donde lo más importante era el plazo, el valor del dinero, es decir que ellos aprovecharan al máximo el dinero. Que optimizaran al máximo su ingeniería, para poder llegar, uno, a tiempo y dos, un muy buen producto al menor costo. Lo más optimizado posible. Para eso el contrato NEC les da a las contratistas incentivos y compensaciones si lograran estas metas… Es una diferencia que tienen esos contratos con respecto a nuestra legislación. Nuestra legislación está pensada en - básicamente - penalizar. Yo te penalizo si no cumples esto, te penalizo y no es eso. Todo te penalizo. En cambio, el contrato NEC - que también penaliza cuando hay fallas de la contratista o del gestor - te premia. Si yo te digo, mira tú me tienes que entregar esta obra el 31 de octubre (por ejemplo), pero si me la entregas el 15 de octubre el ahorro que podamos tener lo compartimos 50-50. Entonces el contratista se siente incentivado en acabar lo más pronto posible, porque sabe que va a tener - además de lo que es la obra misma - un premio por ahorrar tiempo o dinero. Por ejemplo, mi presupuesto referencial es 100M soles, y el contratista lo logra por 80M soles, la diferencia, los 20M, se reparte 50-50.

En vez de pensar en adicionales, piensan en ahorros…

En ahorros, así es.

Incluso se podría pensar en optimizar si consideramos mecanismos de disputa, de manera que no se generen paralizaciones de obra. ¿Estos los incluye NEC?

El contrato NEC los incluye. Lo que se llama el "*Dispute Boards*". Es un tribunal, digamos así, una especie de árbitro, en donde todas las diferencias que pueda haber entre los contratistas y el cliente, ahí se arregla. Eso no quita que sea la última palabra, tampoco. Es decir, si falla, por

ejemplo, en contra nuestra, nosotros podemos recurrir a un arbitraje y posteriormente a la vía judicial. Pero, además, es importante el contrato NEC, porque a diferencia de la legislación nacional, en el contrato NEC está bien especificado: cualquiera que sea la razón, no te pague, o tenemos una disputa muy importante, el contratista no puede paralizar la obra. No puede. Entonces es importante porque en el tema del plazo, sobre todo... Entonces, no puede paralizar la obra. No te pague porque me faltó liquidez, no te pagué porque me faltó una valorización, tú - a pesar de que no te pagué - no puedes paralizar la obra. Por eso te decía al comienzo, que el contratista debe tener respaldo financiero. Por eso es que… Cómo se eligieron (a las contratistas) ... Los ingleses nos ayudaron en eso. Se hizo un llamado público para que se presentaran empresas para hacer estas sedes. Se presentaron las empresas de construcción más importante de Lima y los ingleses las evaluaron.

¿Era un requerimiento, que las empresas constructoras sean de acá, locales?

Claro, sí. Y se presentaron las empresas más importantes de Lima. No, y han venido, también, extranjeras. Tenemos a dos (constructoras) españolas que han trabajado con nosotros. La empresa [nombre anonimizado] que es española, en consorcio con [nombre anonimizado]. (El consorcio) han hecho 2 obras: el parque Yahua Huaca en el Callao - que tenía como un anexo el estado de San Marcos - y el polideportivo de Villa María del Triunfo. Luego estuvo [nombre anonimizado], que es nacional y otra empresa española también… [nombre anonimizado] es un consorcio chileno. Y otra empresa española en asociación con una empresa peruana que hicieron el polideportivo de Villa el Salvador. Ósea, ha sido a nivel internacional. Han ganado (constructoras) peruanas, [nombre anonimizado], una de ellas… A pesar, que [nombre anonimizado] - [nombre anonimizado] es una nacional y otra de capital chileno.

¿Nos podría describir sus funciones más importantes que usted realizó en el proyecto de los Panamericanos?

Como subdirector de obras. Acá se ve el macro, no el detalle. No se ve obra por obra, sino se ve el proyecto en grande. Revisar que efectivamente se cumplan los cronogramas. Revisar que no nos pasemos del monto. Coordinar con los jefes de proyecto - los *project manager* - para que se cumplan todas estas cosas. Veíamos a nivel global todos los proyectos.

Inicialmente, cuando entré a trabajar - esto fue hace 1 año y medio - yo solamente veía las obras que se hacían con legislación nacional. Porque además del contrato NEC en las obras más importantes, hemos tenido, también, obras que se han hecho con legislación nacional y además una obra por impuestos, que es un tipo de obra de legislación nacional. Punta Rocas, la sede de tabla, se hizo con el mecanismo obras por impuestos y la escuela de equitación del ejército se remodeló con un mecanismo usual de contratación del estado.

Para los Juegos Panamericanos, se tuvo además una consideración especial por la importancia misma del proyecto. Esta fue: La visión de legado. ¿Cómo hicieron para traducir esta visión de legado - de la que se habla - en requerimientos del proyecto?

El requerimiento principal para las contratistas ha sido que se cumplan con todas las especificaciones en cuanto a infraestructura de Panam Sports. El requerimiento nuestro ha sido básicamente plazo y costo. Además de accesibilidad, porque eso fue muy importante incluso… Nosotros en el tema de accesibilidad hemos trabajado con una guía de los ingleses que es un poco más exigente que nuestra norma. La norma nuestra es la norma A120 que ve todo lo que es accesibilidad. Y la norma de los ingleses es un poco más exigente que la que hemos trabajado. Ahora, cómo regulamos esto. El legado es lo que estamos dejando. Estamos dejando, por ejemplo, un centro acuático en la Videna para uso de aquellos deportistas que van a hacer natación o salto. En Villa María, tenemos otros centros deportivos que es para polo y para nado sincronizado. Ese es el legado, antes no se tenía dónde entrenar polo, ahora sí tiene. Igual ocurre con deportes que no son muy conocidos o de mucha popularidad en el Perú: el rugby o el hockey, que no está muy difundido. Entonces estamos dejando canchas para eso. El fútbol, ni

hablar, acá tenemos canchas en todos lados. Pero sí estamos dejando, por ejemplo, para el vóley. El vóley es un deporte que ha generado más medallas que el fútbol mismo. Entonces le estamos dejando el polideportivo del Callao específicamente para vóley. Mucho mejor que el Coliseo Dibos que es donde entrenaban o que la cancha que estaba en Videna. En básquet igual. Eso ha sido el legado. Estamos dejando mejores sedes para deportes más populares como fútbol, vóley, básquet; y estamos dejando sedes de deportes que no son muy usuales: hockey, rugby, nado sincronizado, etc.

Cuando mencionó que se piensa mucho en los costos de Operación y Mantenimiento, ¿Con qué herramientas se cuenta para calcular estos costos, con ratios o el modelo BIM permite calcular estos costos?

Estamos haciéndolo de varias maneras. Tenemos estadísticas de lo que vamos consumiendo en Operación y Mantenimiento durante la construcción. Tenemos una estadística de lo que hemos gastado durante los Juegos, que es un evento muy grande, y en este momento que estamos con las sedes casi casi "paralizadas", a pesar de que las estamos cediendo para entrenamiento y para algunos eventos escolares o de las federaciones, estamos calculando los costos. Y, además, en las sedes, específicamente Videna y Villa María del Triunfo, que son (las sedes) más importantes tenemos el sistema BMS (*Building Management System*). Sabemos lo que consumimos de energía eléctrica, de agua en cada una de las sedes, llámese centro acuático, cancha de Bowling, cancha de básquet. Cuando se requiere dar un presupuesto sabemos cuánto nos va a costar. Por ejemplo, la federación de rugby - digamos - quiere usar la cancha de rugby para un evento, internacional, local o entrenamiento. Entonces, sabemos cuánto nos va a costar las horas que van a utilizar, porque con el sistema BMS - ustedes lo deben saber mejor que yo - puedes conocer todo, cuanto consumiste de agua, cuánto de energía eléctrica y con eso conocemos (presupuestamos)... Y el IPD, va a estar en condiciones de uno, pedir un

presupuesto al gobierno nacional para mantenimiento y dos, va a saber cuánto debe cobrar - sin perder - a aquellas federaciones que van a hacer un tipo de evento en esas sedes.

La ISO tiene en cuenta de un tema que cobra mucha relevancia hoy, que es la seguridad de la información. ¿Tuvieron en cuenta el tema de seguridad de la información que se comparte?

Si, claro. Por eso te decía, por ejemplo, en el Aconex, que fue el medio de comunicación más importante de las sedes más importantes, más grandes, (el acceso) era restringido solamente a las personas que debían tener acceso. Repito, yo siendo subdirector de obras, no tenía acceso (al Aconex). Podía solicitar que me dieran tal información, pero acceso directo no lo tenía. Podía pedirlo, y seguramente me lo hubieran dado, pero para qué. Más importante era que lo tenga el jefe de proyectos que es el que tiene que manejar esa relación con el contratista. Además, acá tenemos un área de TI que verificaba efectivamente que no haya nada que nos hackeara, de manera que buscábamos tener la mayor seguridad posible.

¿Cómo definiría este entorno de trabajo colaborativo que resultó ser muy exitoso en su organización Lima 2019? Este entorno fue muy dinámico en el sentido que se fue ajustando a medida que las cosas se iban ubicando en su lugar. Cuéntenos, ¿Cómo fue esa curva de aprendizaje?

Tenemos dos relaciones. El proyecto mismo, la gente que trabaja en el proyecto mismo y la relación de la gente del proyecto con los contratistas. Al comienzo fue difícil, porque ni los contratistas ni nosotros, habíamos trabajado con este tipo de contrato NEC. Que efectivamente es un contrato, como dices tú, colaborativo. Ninguno de los dos (contratistas y cliente) teníamos experiencia de ese tipo. Así, que hemos tenido que asesorarnos, nosotros, con los mismos ingleses que nos han dado una serie de charlas, y no solamente a nosotros, también a las contratistas. Además, hemos tenido el apoyo de un estudio jurídico nacional que sí conoce

bastante el contrato NEC. Tanto así, que ellos fueron los encargados de traducir del inglés al español. La colaboración de los ingleses importantísima, porque repito, ellos daban las charlas, han venido gente que ha diseñado estos contratos a explicar cómo funcionan y cuando ha habido dudas, también han venido a dar charlas. Se les ha dado charlas a la Contraloría (incluso). Ellos tenían también que conocer porque ellos estaban... Se han dado charlas acá, hemos ido a la Contraloría con los ingleses a que den charlas en la misma Contraloría.

De manera que el Estado no se quede rezagado…

Pero lógico, porque si tú no sabes que van a controlar, qué vas a supervisar, vas a quedarte en el reglamento nacional y no se aplica acá. Había de decirles cómo funciona esto para que lo entiendan. Repito que, algunos lo han entendido a medias, otros no han entendido nada, pero, en fin; así es.

Incluso, tenemos entendido, que estos contratos eran redactados por ingenieros, no por abogados…

Esa es la diferencia. Nuestro reglamento de contrataciones con el Estado es una redacción básica de abogado, no lo entiendes. Es complicado. Ese problema lo tenían los ingleses. Como tenían el mismo problema, a los ingenieros se le ocurrió, vamos a hacer nuestro contrato - en Inglaterra - sin el apoyo de los abogados. Es un contrato muy simple, tiene todo muy detallado, pero es muy simple. Está todo pensado y lo van mejorando cada cierto tiempo, van sacando nuevas versiones, van mejorando las anteriores. Decíamos que el Master Plan tiene que ser un plan dinámico. Nuestros reglamentos deberían ser también dinámicos. Nuestro reglamento, por ejemplo - yo les cuento, capaz no saben. Nuestro reglamento para construir que inicialmente se llamó reglamento nacional para construcciones se redactó en el año 1969. Salió publicado en los años 70s - si no me equivoco. Del 70 al 2006 que nace el reglamento nacional de edificaciones (RNE) prácticamente no tuvo variación. Ha habido sí algunas modificaciones en

el camino, pero básicamente en la última década del siglo pasado, en los años 90s o 2000, que se cambiaron algunas cosas. Pero básicamente no ha tenido cambios. Entonces, no es un reglamento que ha ido actualizándose. A diferencia de, por ejemplo, el reglamento NFPA (*National Fire Protection Association*), para todo lo que es sistemas contra incendios. El reglamento, te lo venden en digital, en físico, y en físico te lo venden no como un libro, si no, como un fólder con hojas que tú las puedes cambiar. Cada cierto tiempo, actualizan algo y tú solamente cambias la hoja y ya tienes tu reglamento actualizado. Y (la actualización) no cada 10 años, es cada año, algunos cada 2 años. Es muy dinámico, porque las cosas van cambiando.

Si estamos con esta mentalidad de que las cosas cambian, de repente, necesitaríamos incorporar mecanismos de gestión del cambio. Algo hablábamos acerca de una posición de control documentario que revisaba justamente cómo iban cambiando los documentos a lo largo del proyecto en el caso de los Juegos Panamericanos. ¿Qué nos puede comentar al respecto?

Bueno, los documentos no han ido cambiando. Los documentos siempre han sido los mismos, que es una relación entre el cliente, nosotros y las contratistas. El principal documento son los planos. Como era un *fast track*, ellos tenían que elaborar los planos y ponerlos en el Aconex para que sean revisados. Cualquier otro medio de comunicación que no sea el Aconex, no valía. Yo podía hablar contigo, te podía hablar un correo, pero no valía. Vale lo que está en el Aconex. Eso es lo que tiene valor. Todo se hacía a través del Aconex. Mi presupuesto varió, mi presupuesto subió por estas razones, lo pongo en el Aconex, lo sustento en el Aconex. El cliente revisa y si está bien lo aprueba y si está mal lo rechaza. El cliente te dice, oye mira esta partida de acá no estaba considerada en el presupuesto. Yo lo reviso - efectivamente no estaba considerada - entonces le digo, sí es un evento que lo puedes hacer y lo puedes cobrar. Y si yo te digo no, no te lo acepto porque sí estaba en tu proyecto, sí estaba en el contrato, entonces es

un evento que no te lo voy a pagar. Lo tienes que hacer, pero no te lo voy a pagar. Es así. Y todo funcionaba a través del Aconex.

Eso tal vez, me recuerda a los criterios de evaluación que se usaron. Incluso, respecto a la revisión de la información. ¿Se tenía un proceso establecido para que se de esta revisión de documentos del Aconex?

Bueno, la revisión de los documentos del Aconex, la hace cada uno. Es decir, nosotros revisamos los documentos que nos pone el contratista y ellos revisan los documentos que le ponemos nosotros. Llegamos a un acuerdo, en buena hora. No llegamos a un acuerdo, o aceptamos o nos vamos al "dab". Así de fácil.

Eso básicamente es el criterio...

No hay más. Así es.

Volviendo a la invitación a licitar, sabemos que la lidera Mace. Ellos tienen todo el *expertise* de esto, normas internacionales, qué criterios de evaluación se tienen que hacer con los potenciales contratistas. ¿Cómo participaron ustedes en ese proceso de invitación a licitar?

Lo hicieron prácticamente ellos. Evidentemente con el apoyo nuestro en ver cuáles son las mejores empresas acá en el Perú. Se hizo un evento, donde se les invitó a todas aquellas (constructoras) que quisieran participar. Se les dijo todo lo que se pensaba hacer en función al Master Plan y cada uno de ellos presentó su intención de participar. Presentaron una serie de documentación, técnica, económica, financiera y eso fue lo que evaluó la gente de Mace.

Había un Master Plan, y ustedes cómo indicaban los hitos a estas contratistas, por ejemplo, a [nombre anonimizado], a [nombre anonimizado]. ¿Cómo le indicaban, tal vez, se tuvo un Master Plan más pequeño para ellos?

No, eso dependía de cada obra. Además del plazo total, el plazo final de la obra, había que cumplir ciertos hitos durante la ejecución. Porque si tu no cumples este hito, capaz, se les pasaba toda la obra. Y esos hitos eran premios, como comentábamos hace un rato. Si tú me cumples este hito, me terminas la piscina - por decir algo en la Videna, me terminas de poner el aire acondicionada, me terminas de poner el equipo de circulación de agua, en esta (determinada) fecha. Entonces, yo te premio por llegar a esa fecha. Capaz, no se termina en esa fecha, no se modifica el plazo, pero pierdes el premio de ese hito.

¿Ese contrato permitía que la contratista haga una presentación de innovación?

Pero claro, como ellos son los que desarrollan la ingeniería, ellos son responsables de la ingeniería, (entonces) pueden proponer diversos sistemas constructivos, materiales, cualquier tipo de innovación que piensen que será en beneficio de la obra en cuanto a plazo, calidad y presupuesto.

De hecho, ustedes valoraban bastante esto, no solamente las capacidades, habilidades, estados financieros, sino la parte de innovación y la integridad ética. Tal vez, la pregunta es: ¿Cómo evaluaban la integridad ética de las contratistas?

Bueno, aquellas que no tenían procesos efectivamente. A través de auditorías, básicamente aquellas (contratistas) que no tenían ningún proceso a la vista. [nombre anonimizado], por ejemplo, no ha participado.

¿Qué ventajas en la gestión nos puede contar comparando el mecanismo de contrataciones del estado y designar a una PMO que con leyes internacionales gestione los contratos?

Básicamente, la experiencia - y acá la hemos sufrido. Nos dicen que bajo legislación nacional tú capaz no cumplías con ningún plazo. Acá hemos licitado una obra para hacer el proyecto de

[nombre anonimizado], que finalmente lo hicimos a través del contrato inglés. Pero, lo licitamos inicialmente a través de legislación nacional. Entonces, desarrollamos inicialmente un expediente técnico, se aprobó el expediente técnico y se convocó la licitación. Se inscribieron en la OSCE 130 postores. Viene la etapa de consultas y creo que fueron 4 o 5 de los 130 que presentaron consultas, pero amenazando. Decían, oye mira me parece que no está bien que me pidas 3 ingenieros estructurales, solamente debe ser 1, o me parece que el ingeniero estructural debe tener 2 años de experiencia y no 10. Y si no me aceptas mi consulta - decían, te voy a "elevar las bases". Elevar las bases significa que, van a consulta a la OSCE. Ya no es solamente entre nosotros. El postor reclama a la OSCE y le dice, mira, tal entidad no me hizo caso a la consulta que yo le hice. Entonces, la OSCE, estudia, evalúa y determina, oye, no, la entidad tiene razón y continúa la licitación. O no, la entidad, no tiene razón - tiene razón el postor que hace la consulta - y te retrotrae la licitación a una determinada etapa. Esos son días. Una licitación que pudiera salir en 60 días - ajustado - se demora 6 meses. Entonces, el inicio de obra se posterga y no llegas a los plazos. Eso nos ha pasado. Como te decía, en [nombre anonimizado], se presentaron estas consultas, contestamos, al postor no le gustó, lo elevó a la OSCE, la OSCE se demoró su tiempo, nos contestó que teníamos que retrotraer toda la licitación a nivel de consultas y eso nos hizo demorar un montón de tiempo. Estuvimos como 2 meses en ese plan. Ya no teníamos tiempo para hacerlo bajo legislación nacional. Incluso, continuamos con ese y después de la elevación de las bases a la OSCE y de retrotraer el proceso a la etapa de consulta, vino la entrega de la buena pro. De los 130 se presentaron solamente 2 postores, y de los dos postores ninguno cumplía con el sobre 1, con la parte técnica ni siquiera. Se tuvo que declarar cierre del proceso y habíamos perdido 3 o 4 meses en el proceso. Si empezábamos nuevamente un proceso a través de legislación nacional ya no llegábamos a tiempo, definitivamente. Entonces, se tuvo que hacer bajo el contrato inglés.

¿Porque desde el comienzo no se decidió hacerse bajo el contrato inglés?

Porque (en un inicio) se decidió que las 5 obras más grandes se harían bajo el contrato inglés.

¿Se justifica solo cuando la obra es muy grande?

No, se puede justificar también con obras pequeñas, pero la verdad, es que las empresas que tienen más experiencia, más respaldo financiero, cuando (las obras) son tan pequeñas, no les interesa.

También se dice, que, en este tipo de contratos, cada contrato se ajusta a la obra y no al revés. ¿Cómo es posible lograr este esquema?

Si pues, porque las necesidades que tiene el cliente son las que se ponen en el contrato, no es que es un contrato estándar. Ya, yo tengo una necesidad de plazo. Entonces, hay contratos del sistema NEC que privilegian el plazo. Hay otros contratos que no privilegian el plazo, sino, el monto. Depende de la necesidad del cliente. Por eso es que está hecho a la medida. El contrato NEC tiene varias opciones, de la A hasta la F. Hay algunas similitudes con nuestro tipo de contratos. Hay uno que es similar a los precios unitarios nuestro, que se usa mucho - por lo menos en el Perú - en carreteras. Te pago los metros lineales de pista que hagas, de carretera que hagas. Si hiciste 20 te pago 20, si hiciste 30 te pago 30. O si moviste 3000m3 de material te pago los 3000m3 de material (transportado) y no los 5000m3 que pudieron haber estado en el presupuesto referencial. El contrato NEC se ajusta a tu necesidad. Y en nuestro caso, cuál era nuestra necesidad: plazo. Nosotros teníamos que entregar todas las obras antes del 26 de Julio que empezaban los Juegos. Se ajustó a esa necesidad.

¿Qué tan factible es que el Estado adopte ese mecanismo, el NEC?

Es factible, pero va a tomar su tiempo. El cambio no va a ser muy rápido lamentablemente. A nosotros nos interesa mucho el “status quo”. Nos quedamos como estamos y estamos

tranquilos. No queremos cambiar nada porque ya se nos mueve el piso. Deberíamos en algún momento adoptar este sistema de contratación, pero no va a ser a muy corto plazo.

Sabemos del éxito de los Panamericanos. Qué aspectos serían extrapolables a otros proyectos en Perú. Bajo su criterio, ¿Qué aspectos serían generalizables y cuáles no?

Uno, lo más importante, lo que él siempre ha mencionado: la gente honesta. Eso es importante, y gente con ganas de trabajar, con ganas de tomar decisiones, porque cuando no se toman decisiones viene el problema y las demoras.

Dos, el tema de cambiar nuestra legislación. Eso no va a ser muy fácil. No va a ser fácil cambiar la legislación nacional.

Con respectos a las brechas, entre innovación del privado (con PMO, nuevas metodologías) y el sector público. Cuéntenos, desde su perspectiva, ¿Cómo se podría generar un círculo virtuoso que incluya al estado, de manera que se pueda - en lo posible - acortar esta brecha? Buscar que el Estado no se quede rezagado en innovación y tecnología.

A raíz del éxito de los Juegos Panamericanos, el Estado está pensando en implementar ciertas medidas similares. Claro que un poco aisladas. BIM por acá, PMO por allá, tiene que ser una cosa integrada.

Antes de cerrar, nos gustaría tocar un tema muy importante, que es: el liderazgo. La pregunta es: ¿Qué considera altamente relevante a la hora de alinear objetivos y trazar caminos, entre todos los involucrados?

Fue un reto. Para [nombre anonimizado] fue un reto. Todo el mundo decía: Imposible que se haga, imposible llegar, no se va a poder. Eso fue un reto, que yo asumo, y lo voy a intentar hacer. Y lo hizo ([nombre anonimizado]). Hay un dicho que decía el presidente Kennedy, si no

me equivoco. Él decía: Un hombre inteligente es aquel que se rodea de hombres más inteligentes que él. [nombre anonimizado] ha hecho eso mismo y se rodea de la secretaría operativa, el área de operaciones, que ha sido un área muy importante, ósea gente que ha sido muy capaz y que ha empujado a su gente a este trabajo, a hacer lo suyo, hacer lo propio y con pasión. Creo que eso es, lo que tú dices, si el líder es un buen líder, y tú lo ves especialmente honesto, que quiere hacer las cosas bien, rápido y bien, entonces lo vas a seguir.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

El reglamento es uno. Y su gente es otro. La gente de construcción civil también es muy complicada. Es un poco complicado. Tú sabes que hay rendimientos mínimos en algunas partidas de construcción civil, que te dice mira tú puedes colocar 4 mayólicas al día, por decir. Pero un buen obrero, operario, no te coloca 4, te puede colocar hasta 10 mayólicas al día seguramente. Pero se contenta con 4. Si tú le dices al obrero, te doy una tarea. No me haces 4 sino me haces 6 y te vas a la hora que terminas. No me haces 4 me haces 6 y te pago la diferencia, otra alternativa. Pero los hace. Es decir, si quisiera hace, no los 4, sino los 8, los 10. Los puede hacer.

¿Es un tema de incentivos, de repente?

No solo es un tema de incentivos, sino un tema de voluntad del operario. Tu cuando trabajas o cuando estudias, rindes todo lo que puedas para estudiar o todo lo que puedas para trabajar. Evidentemente te vas a sentir mejor si te pagan más (incentivos), eso es cierto, pero aparte eso es tu propia satisfacción. Tú estás haciendo lo que puedes hacer. Si el operario sabe que puede hacer 8. ¿Porque no las hace? Es mucho ese tema. Oye, no hagas 8, porque te están explotando, tienes que hacer solamente los 4, como te dice la norma con el rendimiento mínimo.

Yo tenía hace un tiempo una obra. No me acuerdo exactamente con detalles. Se tenía que hacer unas zanjas. El requerimiento era hacer, por decir un número, 100 metros lineales de zanja. Yo les decía, mira, háganme 150 y se van a la hora que terminen. Yo tenía un peón que era el que hacía las zanjas. Él terminaba las 150 y se iba a las 2 de la tarde. Y el trabajo era hasta las 5. Todo el mundo (los operarios) se fueron contra este peón. Estás loco, no hagas eso, van a pensar que podemos hacerlo. No hagas 150. Nos van a exigir más. Ese es el tema. Nuestra propia idiosincrasia. Además del reglamento, como les decía.

Entrevista E15

Cargo: Consultor BIM

Cuéntanos en general el rol de la Consultora BIM en el proyecto la VIDENA. ¿Cuáles fueron tus principales responsabilidades? Entendemos que proporcionaban modeladores a las especialidades que no trabajaban con BIM.

Cuando trabajamos con el contratista general, el coordinador del contratista general elaboró el Plan del trabajo para el proyecto, planteó un proceso que era nuevo para nosotros como subcontratista BIM. Normalmente te dicen: tengo el expediente completo y quiero que lo compatibilices, o quiero desarrollar un proceso con BIM y quiero que me asesores y me ayudes con la gestión y nosotros damos el soporte. El coordinador del contratista general vino con un nuevo concepto: quería un batallón de modeladores BIM. De nuestra parte fueron 6 modeladores y la Consultora BIM fue una cantidad parecida. Por eso cuando nos llama me dijo que quería los mejores modeladores que tuviera. Justamente terminaba un proyecto y teníamos a 4 disponibles, y llamamos a unos específicamente para este proyecto, que tenían experiencia. Nosotros el proyecto lo hemos trabajado inicialmente desde oficina. El coordinador del contratista general ideó un Plan de Trabajo para que cada una de especialidades que se hacían acá en Lima, que eran de distintas empresas, pues al ser un proyecto muy grande no se podía delegar la ingeniería de alguna disciplina específica a una sola empresa. Entonces partieron el proyecto y delegaron a 2 o 3 empresas de la misma especialidad, pero a distintas empresas: Sanitarias a una empresa A, B, C; eléctricas y mecánicas igualmente. Entonces habrán sido unas 3 por disciplina, y más o menos si son 5 especialidades (Sanitarias, mecánicas, ACI, eléctricas y comunicaciones) tienes de 10 a 15 empresas. En el contratista general hacían algunas especialidades para algunos recintos, como Obras exteriores. Los demás recintos sí los

subcontrataron, y nosotros apoyamos a un grupo de esos consultores poniendo un modelador en sus oficinas. Esto porque las empresas de consultoría, sobre todo de instalaciones, no han adaptado la metodología BIM dentro de sus procesos de trabajo; tampoco se les pidió que lo incluyan, pues iban a ser muy engorroso que alguien coordine con personas que no están alineadas a un objetivo, entonces se contrató a un "batallón" de modeladores y ponerlos en cada una de las especialidades a trabajar.

¿Se ponía también un coordinador BIM a estos subcontratistas?

No, el modelador tenía que tener experiencia en coordinación. Entonces hacía las 2 funciones, modelaba y coordinaba con oficina principal, donde el contratista general tenía unos 2 o 3 coordinadores. Aparte tenía un modelador en cada recinto. Todo se trabajaba directamente de la oficina del subcontratista.

¿Estos subcontratistas diseñaban en 2D y hay un cadista que lo pasa en 2D? ¿No es que el diseñador lo pase de frente al modelo?

No. Hubiera sido bueno que el diseñador plasme de frente su diseño directamente en el modelo en Revit, porque se implementó un trabajo en la nube, en BIM 360. Pero no es algo que se pueda hacer acá en este momento, porque los calculistas de especialidades todavía no están usando esas plataformas; ellos aplican su método de diseño convencional dibujando en planos, van a su software y a veces con el Excel diseñan y calculan e interactúan el excel, con el AutoCAD o algún software de diseño que no es Revit.

¿Pero se les planteó la primera opción?

No, porque no iban a poder hacerlo porque sus calculistas no usan Revit. Lo que sí se hizo fue plantearles a algunos especialistas y les dijimos: Para el tema de modelamiento no necesitamos que el plano de ingeniería este desarrollado y completo, hasta puedes pasarnos los bocetos a

mano que hagas en AutoCAD como líneas, solo utilizando los elementos de diámetros, tamaño y se le pasa al modelo. A veces nos lo daban a mano. Entonces ese nivel de coordinación había entre el diseñador y el modelador. El modelador por eso tenía que estar a su costado trabajando en su misma oficina, para que se entere de los cambios o avances de diseño que se estaban haciendo en cada especialidad, porque los especialistas estaban trabajando en distintos lugares de Lima.

¿Cómo era la gestión con la arquitectura que la hacía el Proyectista diseño arquitectónico y las estructuras que eran Proyectista diseño estructural y Proyectista diseño estructural?

En estructuras el proyecto lo hicieron 3 empresas: el contratista general, el Proyectista diseño estructural y el Proyectista diseño estructural. El Proyectista diseño arquitectónico hizo toda la arquitectura. Las especialidades sí eran varias empresas de diseño. Todo era trabajado en la nube, y la coordinación principal la realizaba el contratista general en su oficina principal. La coordinación era más directa con los modeladores, nosotros desde acá (en oficina de la Consultora BIM) no intervenimos. Normalmente sí participamos en eso, pero en este caso el contratista general quiso gestionar y no depender de otras personas. Quiso manejar el tema de diseño y control del diseño y del avance del modelamiento y la gestión en sede directamente en coordinación con los modeladores en cada oficina de Sede.

¿Todo mediante el BIM 360 y Revizto? ¿Al Aconex sí no tenían no?

BIM 360 solo para subir los modelos a la nube y Revizto para registrar todas las observaciones e interferencias. El Aconex tenían acceso los especialistas, no los modeladores.

¿La Consultora BIM en qué momento entró al proyecto, desde el comienzo?

Sí, desde el comienzo. El trabajo se planificó desde el comienzo. El contratista general ganó la licitación en diciembre del 2017 y el coordinador del contratista general nos estaba llamando a

la semana. Sabía de antelación que iba necesitar un equipo de modelamiento para febrero del 2018.

¿Porque el contratista general tiene pocos modeladores en casa, ¿no?

Sí, tiene pocos modeladores, pero más se enfoca en la coordinación. Casi todo el modelamiento lo subcontrata.

¿Hubo coordinación entre la Consultora BIM A y la Consultora BIM B?

El contratista general hizo esa división. Nosotros no teníamos interacción con la Consultora BIM. Lo que hizo el contratista general fue dividir el proyecto en 2 partes: El recinto polideportivo, el estadio atlético y el bowling (que eran un sótano dentro del estadio atlético) y las Obras exteriores lo hicimos nosotros, y el centro acuático y el velódromo lo hizo la Consultora BIM.

Eso fue una primera etapa de diseño, que duró unos 3 o 4 meses. En ese momento la obra estaba en supervisión y movimiento de tierras. Cuando empiezan la obra los modeladores van a obra en oficina técnica.

¿Los modeladores participaban de las reuniones ICE que se realizaban? ¿Cuál fue tu rol en esta etapa?

Sí, sí participaban. Yo casi no he interactuado, pues el contratista general centralizó todo el tema de coordinación.

¿El Plan de ejecución BIM elaborado por el contratista general y el Proyectista diseño arquitectónico los incluye? ¿Se compartió con ustedes este documento, participaron de su elaboración?

No. Fue un tema de coordinación del contratista general. Mi participación puntualmente, que normalmente es de coordinar directamente, era limitada porque el contratista general quería hacer la coordinación directamente, entonces ellos solamente querían los recursos.

¿Qué documentos les compartió el contratista general? ¿Les llegó algún estándar de información, protocolo de información?

Sí. Los protocolos y estándares con los que los modeladores tenían que alinearse, leerlos y alinearse a todos los requerimientos de los estándares, las plantillas que el contratista general implementó. Se las compartió a los modeladores.

El Plan de trabajo fue de manera verbal, en reuniones. El Plan de ejecución BIM nos lo mandaron, pero como algo informativo, para alinearnos, porque nosotros en la oficina de la Consultora BIM no teníamos a nadie viendo el proyecto, todos eran personal que trabajaban directamente en la oficina de los especialistas. Pero ellos sí tenían que leer el Plan de ejecución BIM y tener bien claro sus funciones y responsabilidades respecto a la disciplina que están viendo.

Al ser un proyecto *fast track* y con un plazo impostergable, ¿cómo era el cronograma de entrega de los modelos con las diversas especialidades? ¿Qué retos añadidos identifica al haber sido un proyecto *Fast Track*?

La ingeniería partió de 0. Lo único que había al inicio era el proyecto esquemático de arquitectura, no había nada de especialidades. Había una serie de hitos de ingeniería y luego vinieron los hitos de construcción. Los hitos de ingeniería, de lo que recuerde, eran diseño esquemático y diseño detallado, 2 hitos importantes, y dentro de estos hitos había entregables parciales. Y dentro de cada hito están los planos de los especialistas que tenían que ser hechos en AutoCAD y el modelo, coordinado y que ambos tengan la misma información.

¿Cómo se lograba esto? ¿Los planos salían del modelo?

En algunos casos los diseñadores sacaban sus trazos del modelo BIM y se ayudaban de este, en algunos casos se daba esta interacción, pero no era obligatorio que el diseñador utilice la información del modelo. Ellos tenían su entregable obligatorio y contractual que eran los planos en CAD, sin depender del modelo. Si bien lo ideal es que los planos salgan del modelo, pero demora más la coordinación y era un proyecto *fast track*.

Además, no había experiencias previas de hacer la ingeniería desde el modelo directamente. Entonces hubiera sido muy riesgoso para el contratista general comprometer su reputación y quizás retrasar un poco más el proyecto. Seguramente le preguntaron al especialista qué es lo más fácil que se te hace más fácil entregarme, planos CAD o el modelo, y para ellos lo mejor es la forma en que trabajaban siempre.

¿Cómo crees que veían los especialistas el papel de la Consultora BIM? ¿En el sentido de que la responsabilidad de ellos era entregar el modelo en 2D, los veían a ustedes como un apoyo, cómo eran las percepciones?

Mayormente sí, porque el tema de BIM no es nuevo para ellos. Yo recuerdo que cuando empecé con este tema de BIM hace 5 años algunos especialistas eran un poco reacios a recibir sugerencias, a trabajar con la metodología cuando le dices que le puedes plantear una alternativa de solución distinta. Poco a poco esto está cambiando, pues ahora a veces los mismos clientes les están pidiendo información en BIM o que colaboren activamente con el equipo BIM, que a veces lo pone el cliente ya sea subcontratando o teniendo personal propio, o a veces piden que pongas a alguien BIM para ayudar a compatibilizar el proyecto. Entonces ahora los consultores tienen más apertura en recibir sugerencias de cambio teniendo como objetivo sacar adelante el proyecto con la mejor calidad. Entonces esta barrera poco a poco se

está superando, y para el proyecto de La Videna para ellos no era algo nuevo, ya habían trabajado en un entorno BIM.

¿Aparte de que estaban obligados a colaborar no?

Sí, eso el coordinador del contratista general lo tenía muy claro. Habrá conversado con los especialistas que para la contratación era obligatorio que ellos tengan una colaboración activa con el equipo BIM, tanto del personal de la Consultora BIM y la Consultora BIM como también de los coordinadores. Entonces ellos han accedido a este requerimiento.

¿En MEP qué nivel de detalle les exigían?

Más que nada todo lo que es instalaciones colgadas. LOD 300. En obras se le dio más detalle, LOD 350.

¿Porque los subcontratistas no les pasaban familias o librería de objetos?

No suele suceder, porque no están metidos en el tema de BIM.

¿En la Consultora BIM crean un manual para la producción del modelo?

Nuestro proceso se basa más que nada en los manuales de Graña. Yo leí el manual del contratista general y Graña que elaboraron hace tiempo. Graña fue la primera que implementó un manual con una empresa consultora que les elaboró el manual de estándares. Incluso lo difundió y lo publicó en Capeco para que varias empresas lo puedan replicar. El Manual del contratista general era en un 90% igual al de Graña. Y acá hemos implementado ese, como era un manual de estándares abierto al público, lo descargamos de la página de Capeco. Este manual se ha ido puliendo y mejorado debido a los diversos proyectos, si bien no lo hemos actualizado, en todas nuestras plantillas y procesos de trabajo que difundimos internamente ya están incorporadas las mejoras.

¿Para tus proyectos sueles recoger las lecciones aprendidas?

Lo hicimos en Videna. Le pedimos a cada uno de los modeladores que pongan en lecciones aprendidas cosas que agregaban valor y cosas que podrían haber mejorado, pensando en un futuro proyecto de esta magnitud. Hemos recolectado esos aportes.

¿Esto como Consultora BIM, no es algo que el contratista general les pida?

Teníamos pensando que el contratista general lo iba a pedir, pero al final no ha habido el cierre a ese nivel, de llegar a compartir las lecciones aprendidas. De hecho, que ellos también habrán recogido en el día día cuando te comunicas con el equipo y ves las cosas que podrían haber mejorado.

Un tema que salió bastante en las entrevistas fue la necesidad que el modelo sea construible. ¿Tú cómo ves ese tema, de proporcionar "constructabilidad" al modelo?

Claro, particularmente acá nos dividimos en modeladores y coordinadores. Los coordinadores verifican que tenga ese nivel de constructibilidad que se necesita. A su vez, ese nivel de constructibilidad es lo que yo imparto, no solo a los coordinadores sino también a los modeladores, y les voy dando criterios constructivos para lo que los introduzcan al modelo, pues ellos no visitan mucho obra.

Llevarlo a un documento es algo que tenemos pendiente, creo que es necesario y muy provechoso para otros proyectos. El manual de [nombre anonimizado] no habla mucho del tema constructivo, había un par de cosas, pero más está orientado al uso de software y a la entrega de información, el contenido de cada modelo, intercambio de información, cómo deberías nombrar las familias, los componentes de cada modelo.

¿Hubo capacitaciones a los modeladores, por parte de los coordinadores BIM, creo que fue en Revizto no?

Sí, había bastante interacción. Nos sirvió bastante el *Team Viewer*, para que los coordinadores del contratista general se comuniquen con los modeladores y les impartan capacitaciones, a veces iban a la oficina y conversaban directamente. También se capacitó a los especialistas, para que ellos mismos con el apoyo del modelador BIM que tenían al costado. También se capacitó a los especialistas, para que ellos mismos con el apoyo del modelador BIM que tenían al costado ingresen al modelo, revisen su diseño y en cuanto encuentren alguna deficiencia de su diseño u otros que afecten a su especialidad lo reporten al contratista general. El contratista general brindaba esta capacitación, pues ellos manejaban las licencias de Revizto y ya lo habían usado. Era la primera vez que nosotros como Consultora BIM usamos Revizto. Lo cual fue muy bueno para la coordinación cuando tienes a varios equipos trabajando en distintos lugares. Esta capacitación era para temas puntuales, como el uso del Revizto que era algo nuevo para la Consultora BIM, pero no para el uso del software Revit que nosotros ya manejamos. También enseñaban algunos aspectos del Estándar de información que debían de considerar para el desarrollo de sus modelos.

¿Qué aspectos por mejorar ves en los modeladores? ¿Qué problemas se presentan en cuanto a la producción de los modelos?

Justo lo que mencionabas de la constructibilidad, la parte de experiencia en Obra. A veces por cuestión de desarrollo no se le da. La parte de comunicación es muy importante. Yo siempre les digo: prefiero que preguntes a que asumas algo y lo modeles. Prefiero que me llamen y me consulten cómo va a ser para darles sugerencias, entonces uno les da esa apertura a comunicarse. Eso le pido a los modeladores. Algunos no tienen esa apertura y son más cerrados, sucede muchos eso, que tienen dificultad para comunicarse; pero eso yo creo que es moldeable y que se puede superar. Que no es malo no saber sino no preguntar. Sobre el uso de software, se puede superar dándoles algunas capacitaciones. De hecho, para producir modelos hay varios

caminos, y hay uno que es más corto. Nosotros no usamos casi add-ins, como Dynamo pero que no se ha usado en Videna.

En general, es bueno interpretar el proyecto y conocer el desarrollo del mismo a raíz de modelarlo y ver su recorrido. Hay varias maneras de llegar a un mismo objetivo de modelado. Ya con la experiencia hemos encontrado formas de modelar, tips de modelado, para encontrar el camino más corto y para que no estén ensayando y haciendo el proceso más largo que van a demorar la entrega del modelo. También es muy importante el componente de actitud. A veces encontramos personal con poca actitud para colaborar, que son un poco cerrados y no reciben sugerencias. No nos ha pasado mucho, ha habido algunas incidencias, pero no es que ha sido un hábito, pero suelen pasar que a veces no se da ese nivel de confianza, y no se gana la confianza de las personas con las que trabaja a su costado, que son los especialistas.

Yo particularmente cuando contraté y los mandé el proyecto les hablé de ese tema, y ellos por la teoría misma sabe que por el mismo uso del software es muy importante ser comunicativo, coordinador con las personas, preguntar, ser accesibles. Es algo que ellos saben y que es importante comunicarlo.

¿Los especialistas te daban *feedback* de esto que me comentas?

Sí, por lo general los especialistas no nos lo dicen directamente, sino que se lo informan al modelador y el modelador nos consultaba. Por ejemplo, me están pidiendo modificar esto o necesito la familia de tal equipo. y desde las oficinas de la Consultora BIM le dábamos soporte. Como teníamos el *Team Viewer*, los ayudábamos por ese medio.

¿Me puedes comentar alguna particularidad y qué cosas cambian por ser un modelo en *Fast Track*?

La teoría te dice que en un proyecto *Fast Track* entregas tu diseño antes e inicias la construcción pronto, porque comprimes el periodo de diseño. Lo convencional tomaría más tiempo mandándolo a diseñar a alguna entidad cerrando el proyecto de diseño y luego licitando para construir, que sería el modelo tradicional.

El proyecto tenía requerimientos de diseño, pero no un expediente técnico. Al ser un *Fast Track* y comprimir la etapa de diseño necesitan más interacción y necesitan más recursos, pues hay harto retrabajo, y el retrabajo es normal. En el otro modelo hay poca comunicación, pocas idas y vueltas. Por ejemplo, el arquitecto avanza, se lo manda a las demás especialidades y después de un mes cada uno entrega su parte, donde hay muy poca comunicación. En el *Fast Track* es al día a día, a veces el arquitecto modifica algo y al día siguiente tiene que comunicarlo a los especialistas, y al día siguiente deben se responder si el cambio es viable.

Una premisa que les dije a los modeladores que estaban metidos en BIM y que se desgastan cuando ven que un proyecto cambia mucho y se desmotivan. Yo les dije acostúmbrate a pensar que los retrabajos es parte de esto. No te sorprenda si te piden modelar un baño y mañana el arquitecto cambia la distribución del baño y tienes que volverla a modelar, eso es normal.

Y efectivamente hubo bastante retrabajo, pero era normal, pero eso no iba a ser motivo para nosotros quejarnos con el contratista general ni para yo decir como jefe de modeladores que no lo puedo modelar. Es un tema de resetearse y optimizar la nueva ingeniería que te han dado. Eso es parte del proceso de trabajo, que lo sabíamos con la teoría y que lo comprobamos en la práctica. El otro tema es que al ser un proyecto donde comprimes el cronograma de diseño, comprimes más personas. Yo creo que el coordinador del contratista general ha tenido una buena visión, cuando el coordinador del contratista general me dijo al comienzo necesito tantas personas, se buscó el equilibrio y optimizar el uso de los modeladores. Hubo mucho coordinador BIM metido. Quizá otra empresa o persona sin la visión del coordinador del contratista general no habría invertido tanto en BIM en el proyecto y no sé cuál habría sido el

nivel de éxito, quizás no se hubiera logrado. El proyecto yo lo considero exitoso desde el punto de vista de la implementación BIM porque se cumplió el objetivo, el proyecto culminó y los panamericanos se realizaron exitosamente y creo que todos hemos salido con buenas lecciones aprendidas. El camino que se ha tomado de meter muchos recursos BIM, porque se sabía que iba a haber muchos retrabajos, creo que fue el adecuado.

¿Estos retrabajos por cambios se puede solucionar con un cronograma de entrega definitivo de la especialidad de arquitectura?

Eso suena bien, pero en la práctica siempre van haber cambios, hasta cuando estás en obra. Yo creo que mucho de los cambios que ellos hacían no era por ellos sino por requerimiento del cliente, pues tenían unos parámetros que cumplir, una expectativa del proyecto, también tenían asesores... Entonces revisaban el proyecto y sugerían modificaciones. Por eso es que había mucha comunicación.

¿Cómo es la gestión del diseño BIM? ¿Cómo se ve la precedencia y procedencia de la información?

En eso se da un mapeo de procesos; pero ya se sabe que lidera arquitectura y luego sigue estructuras. Los dos trabajan en la fase inicial del proyecto. Las instalaciones entran después, y aportan al proyecto y aportan para poder darle la forma al proyecto de acuerdo a los requerimientos que ellos necesiten: cortes de control, cortes de monitoreo, los espacios entre los ductos y cielos rasos para que entren las instalaciones. Respecto a las instalaciones creo que todos entran en paralelo porque la dependencia es mutua, el arquitecto si bien toma los requerimientos de diseño de cada una de esas especialidades, pero entre las mismas especialidades también van a haber requerimientos, hay cosas que el mecánico y el sanitario dependen y tienen que compartir información entre el mecánico y contra incendios. Más o menos el orden es: Arquitectura primero, luego estructuras y luego instalaciones.

Los usos BIM que se pidieron fueron principalmente el modelado en 3D, y el *clash detection* lo hacía el contratista general.

Sí, y ellos reportaban directamente con los modeladores. Los temas de 4D y otros usos BIM se hizo en obra. Nuestros iban unos 4 coordinadores a Obra, y los coordinadores que el contratista general tenía en sede se fueron luego a obra. En cada recinto tenían un coordinador con sus 2 modeladores. A cada contratista se le obligó a tener un coordinador BIM, para recibir la información BIM del proyecto.

¿Qué opinas de la implementación de BIM en obra?

En obra han hecho planos de pases, estructurales, planos de vaciados, planos de montajes de instalaciones de equipos, con mayor detalle de lo que se suele hacer. Como lo planos de instalaciones solo vienen con redes representadas en plantas muchas veces sin indicar las alturas de instalación, ya con los planos BIM se complementa esta información, no digo que se sustituya.

Por eso era la necesidad de que cada contratista tenga su coordinador BIM en obra para que recibiera la información, y el contratista general les pasaba los modelos BIM compatibilizados y sin interferencias y los contratistas estaban obligados a hacer los planos BIM de su especialidad, entrando al modelo y sacando cortes de las zonas donde iban a instalar las tuberías, coordinar en campo el montaje de las mismas, pero con la información y el criterio ya resuelto en los modelos.

¿Ustedes no reciben la documentación del proyecto no? ¿Lo reciben indirectamente por el diseño de los especialistas?

No, porque no teníamos acceso al Aconex. Nos enteramos del proyecto por el coordinador, de vez en cuando le pedía información para que pasen el plano BIM.

¿Cómo es la revisión de los modelos BIM?

El contratista general los auditaba. Cuando se revisa un modelo no solo se debe enfocarse en los temas técnicos de diseño, sino si lo que se están modelando es "construible" y si cumple los parámetros del estándar de información. Y si bien no habido la implementación de un protocolo, en el día a día se solicitaba modificar los modelos para que se adecuen tanto al estándar como a los criterios de diseño.

¿Sabes si el contratista general integraba a ingenieros constructores para darle constructibilidad al modelo?

Sí, en las reuniones ICE iban gente con bastante experiencia en campo para que sugirieran cambios a los diseños y eran transmitidos vía Revizto a los modeladores para que se realicen los cambios que estos sugerían.

¿Qué importancia le das al Plan de Ejecución BIM del proyecto? ¿El rol de la Consultora BIM está en este?

Es muy importante porque te da los lineamientos. Es como una receta sobre lo que tienes que hacer y cómo hacerlo. El rol de la Consultora BIM está dentro de un organigrama.

¿En el PEB se integró a los subcontratistas y especialidades?

Creo que sí, porque algunos subcontratistas nos pedían personal nuestro para trabajar con ellos. Me pedían modeladores porque el contratista general les había pedido requerimientos sobre BIM que estaban en el Plan de Ejecución BIM.

¿Los planos As build lo hacían ustedes?

Eso lo hacían en obra con el equipo BIM del contratista general.

¿Viendo el proyecto en su totalidad, qué lecciones aprendidas se lleva de este que podría aplicar a sus futuros proyectos?

Hubo muchas cosas productivas, quizá en el siguiente proyecto ir un poco más allá. Decirle al especialista que diseñe directamente en el proyecto y arriesgarnos en eso, para acelerar un poco más los procesos de coordinación y de toma de decisiones. Es distinto que desde el inicio se levante el modelo, que las decisiones de diseño se tomen en el modelo.

En construcción, creo que hubo bastante retrabajo, pero era menor comparado con un proyecto normal. Porque había varios diseños que no estaban validados y los subcontratistas sugerían cambios y se había omitido compatibilizar el proyecto en algunos sectores, entonces en el proyecto seguían haciéndose cambios. Pero en si se minimizó bastante los retrabajos.

Finalmente, ¿Cuál cree usted que es el mayor problema que afronta la Construcción en el Perú hoy?

Creo que estamos yendo bien. En cuanto a BIM, la falta de visión. Pensar en abaratar el proyecto para aumentar las utilidades, y a veces creo que es bueno invertir un poco más en BIM y sacrificar un poco de utilidades para entregar un proyecto de calidad y en el plazo. Nosotros hemos tenido otros proyectos con BIM, como el hospital de la policía, donde se adjudicó a un postor donde se le solicitó hacer el diseño en BIM, pero no se hizo la inversión adecuada en BIM. No hubo una concepción de BIM bien planteada. La supervisión también supervisaba el tema del BIM, pero no lo hacía acorde a los objetivos del proyecto sino a los objetivos del contrato, que eran bien cerrados. Por decir un ejemplo, era una EPC, pero el proyecto de arquitectura no estaba aprobado ni definido, pero ellos querían que todo el modelo esté completo. Es como que en Videna, con el modelo base, querían que el expediente salga del modelo, pero necesitan invertir bastante en eso, por los retrabajos. El modelo te puede tomar 10x y el desarrollo de los planos unos 3x. Entonces demora unos 3 veces más. En obra (la

Videna) los planos de obra salían del modelo, pero sin tener el estándar normativo que pide el reglamento. En el reglamento se representan como líneas, pero los planos BIM de obras son planos a tamaño real, los tubos los ves de tamaño real, los ductos, etc. Entonces en este proyecto del hospital policía, se pretendió hacer todo ese trabajo fuerte de modelar todo el proyecto y acotar para hacer los planos, porque eran proyecto donde los planos tenían que salir del proyecto porque la supervisión era cerrada; entonces se hizo, pero cuando hubo un cambio de arquitectura (que era previsible) ya no hubo el presupuesto adecuado para volver a actualizar el modelo porque el cambio era drástico, y tener que volver a hacer los planos del proyecto. Lo lógico es que los planos se hagan cuando el modelo esté compatibilizado y aprobado. Lo que pasaba es que se formuló mal desde el inicio el tema BIM del proyecto, porque los supervisores en sus contratos tenían una serie de requerimientos que no estaban alineados con los del proyecto.

Se debió hacer que los planos del modelo se hagan como se hace el plano BIM en obra, sin tener que darle detalles para que cumpla la normativa.

Entrevista E16

Cargo: Modelador BIM

¿Estuvo como modelador BIM en obra?

No solo estaba en la etapa de diseño. Estuve en el velódromo y centro acuático. Yo salí antes que empiece la construcción.

¿Trabajabas con un especialista al lado? Ustedes estaban con las especialidades de instalaciones, ¿cómo era la dinámica?

Estuve con 2 empresas proyectistas; una de ACI [nombre anonimizado] y otra era [nombre anonimizado], que eran sanitarias.

¿Para modelar ellos te pasaban un CAD, un bosquejo?

Depende, si tenían un CAD te lo pasaban, pero si tenían un bosquejo ahí ellos te lo pasaban y ahí nosotros lo levantábamos en 3D y ellos daban las observaciones técnicas. Para instalaciones, por ejemplo, me daban indicaciones de las pendientes... cómo tenía que ir. En el centro acuático, el tema de las gradas era complicado, entonces el 3D ayudaba a visualizarlo y ver si era viable ciertas propuestas, y cuando ahí veían la ruta ya me indicaban los quiebres y todo eso... Y luego lo plasmaron en AutoCAD.

¿Para producir el modelo ustedes usaban alguna plantilla de Revit del contratista general?

Sí trabajamos bajo la plantilla del contratista general, pero en el tema de familias no estaba completo, nosotros si teníamos que ir buscando por internet. En si la empresa de instalaciones

no tenía su propia área BIM. Las plantillas del contratista general eran básicas... Las plantillas que no encontrabas y tenías que buscar por internet eran: de equipos, tipos de bomba, cosas así. En nuestra industria, normalmente te las bajas de *BIM Object*. De ahí sacas bastante. Puertas, ventanas, sanitarias (llaves, válvulas).

¿Era obligatorio usar estas plantillas?

Si era obligatorio, en especial para que puedan sacar metrados, porque tenían la plantilla ya predeterminada.

¿Tu llegaste a ver el plan de ejecución BIM?

Más que nada era en charlas, reuniones. Creo que sí había... llegamos a ver un excel que tenían en la red... No me acuerdo mucho del detalle, pero detallaban más o menos el plan. Además, teníamos charlas con el contratista general para decir nuestro avance. Íbamos a la central del contratista general.

¿Reuniones ICE?

No eran reuniones ICE, eran más reuniones internas entre nosotros para más o menos decirle nuestro avance, sobre cómo íbamos, los problemas que teníamos con los proyectistas... algunos se ponían reacios al BIM, porque había algunos que no les gustaba mucho, sobre todo a los que eran mayores, como que no lo veían de gran ayuda. Conforme íbamos trabajando ya se iban adecuando y veían la utilidad que tenía, veían que les facilitaba mucho el trabajo.

¿Estas reuniones con el contratista general las lidera un coordinador BIM del contratista general?

Sí, en mi caso era un coordinador BIM del contratista general, y en otro era un coordinador de la Consultora BIM. No sé muy bien las diferencias entre esos cargos, pero también había un

líder BIM. En todo caso, se dividían por recintos, cada uno liderado por un coordinador y un líder. Él era un mediador, y le informábamos de cualquier cambio. También le ponía las observaciones por el Revizto. Todas las coordinaciones se hacían por ahí, y se veía la gravedad de las incompatibilidades para resolverlas según su prioridad. A veces nosotros planteábamos una solución.

Descríbeme las funciones del líder BIM (el Coordinador BIM), ¿él lideraba el recinto y las funciones con ustedes?

Sí, el coordinaba el recinto, no sé cuántos recintos le daban, pero él debía ver el recinto y cómo iba avanzando, él era el mediador entre el coordinador y nosotros. Teníamos que informarle de cualquier cambio y problema, utilizaba un programa Revizto donde ponía observaciones. Yo lo usaba más que nada para visualizar, pero el que colocaba las observaciones era el líder.

¿Las incompatibilidades te las comunicaban por el Revizto?

Sí, todo era por el revizto, y ponía los responsables de levantar la observación o incompatibilidad, y la criticidad. En revizto le daban una cuenta a cada proyectista, y a veces el proyectista nos la compartía.

En el Revizto te dan una cuenta de acceso.

Sí, el contratista general compra la licencia y la cuenta se la da al proyectista, que a veces la compartía. Pero eran limitado, yo no llegue a tener, pero sí me compartieron.

¿Les dieron capacitaciones en Revizto?

Sí, pero eran bien básicas de unos 5 minutos. Algunas eran presenciales. En las reuniones ahí presentábamos nuestros avances y ellos nos daban su opinión.

¿Hubo alguna capacitación de aspectos de constructibilidad a los modeladores, de dar criterios constructivos? ¿Cómo verificaban la calidad de modelo?

Hmm, de repente un poco durante las reuniones, en ver cómo iban los avances, algunas consideraciones... Se podría decir que durante las reuniones nos daban los coordinadores BIM sus puntos de vista sobre qué aspectos había por mejorar en el modelo. Había reuniones semanales programadas, para intentar mantener una comunicación constante.

¿El contratista general comparte algún estándar de información?

Creo que no había eso, pero ya estaba predeterminada varias cosas en la plantilla del contratista general, por ejemplo, los rociadores ya están con su color... Pero no había una guía como otras empresas, donde ya tienen una guía de las tuberías con los colores, el material...

¿Me puedes comentar en general sobre algún problema en la producción de información en el proyecto, alguna deficiencia?

En mi caso estaba en el local de los proyectistas, pero se puede decir que no estaba con ellos, nos dieron una sala de reuniones por separado, y si querías buscarlos tenías que entrar y no tenías la llave, tenías que tocar, y para preguntarles no había una buena comunicación con ese caso, al no haber espacio. Lo ideal hubiera sido estar al costado del proyectista, en mi caso se tenía que tocar todo el tiempo acumulando mis consultas para contactarlos. No tenían la infraestructura para ponernos a nosotros.

Me imagino porque a ellos le importaba más presentar los planos el modelo BIM era algo secundario.

Más que nada es porque no tenían un área para nosotros, no había el espacio ideal para colaborar en equipo, por lo que nos pusieron en la sala de reuniones.

¿Tú crees que al final se llegan a convencer de la importancia de BIM?

Al final creo que sí, porque algunos de ellos ya luego intentaron implementarlo en sus empresas.

¿Habías trabajado antes con esta dinámica de producir información al costado de los especialistas?

No, porque lo típico es recibir los planos y levantar la información. En este proyecto, porque estábamos ajustados con el tiempo, tuvimos que levantar la información mientras se iba diseñando, para a la par ir levantando las observaciones y los *RFIs*.

¿En las reuniones cuántos modeladores iban, todos los del recinto?

Sí, todos los del recinto. Iba yo por ACI, iba el de sanitarias, el de mecánicas, el de cada especialidad del mismo recinto.

¿Y tenías contacto con los otros modeladores?

En mi caso yo estuve solo por un buen tiempo, como 2 semanas. Y luego aparecieron los modeladores de otros recintos, que eran de la misma especialidad como ACI, pero de otros recintos. Entonces ellos sí iban también a la oficina.

¿Ellos tienen un cadista? ¿El cadista hace un esbozo y luego tú lo modelabas?

Sí tenían el especialista y el cadista. Yo más lo veía con el cadista, que era el más joven, y además estaba interesado en BIM. Si el especialista estaba muy ocupado solo lo veía con el cadista, pero si era algo más complicado lo consultabas con el especialista. En la otra empresa, [nombre anonimizado], ahí prácticamente todo lo hacía el cadista y el especialista firmaba.

¿Trabajabas con el diseño del Proyectista de diseño arquitectónico y Proyectista de diseño estructural? ¿Cómo era tu relación con otras especialidades?

Sí, no recuerdo si era el Proyectista de diseño estructural A o el Proyectista diseño estructural B. Pero el Proyectista de diseño arquitectónico actualizaba el modelo y todos teníamos que adaptarnos rápidamente a él. Las actualizaciones eran constantes, cada día, y tenías que actualizar a cada rato, que era un retrabajo.

¿Se generaban muchos retrabajos por los cambios de arquitectura, ¿no?

Sí, cambiaba bastante.

¿Esto cómo lo manejaba la Consultora BIM, con los retrabajos?

Ahí no quedaba de otra. Claro que era aburrido, cansado, cambiar el ambiente todos los días... Pero parte de esto, es que, en cualquier tipo de empresa, arquitecturas hace cambios así en la etapa de diseño.

¿Quizás hubiera sido bueno que hubiera una fecha de corte con arquitectura?

Se llegó a congelar los cambios, y trabajar con ellos. Y ya a partir de los siguientes cambios se buscaba otra fecha para volver a congelar y actualizar todo.

¿Estas actualizaciones podrían ser de 1 día a otro que te cambiaba todo?

Sí, al mismo día podía ser. La idea era que cuando haya cambios de arquitectura estar avisando al proyectista de que había un cambio y de que plantee soluciones y diseños. El tema era ir informando al proyectista de los cambios.

¿Nos podrías comentar algo sobre los diseños BIM de arquitectura y estructuras?

Los de Inglaterra manejaban muy bien los modelos, tenían muy buenas familias. Por ejemplo, para el velódromo, que era uno de los modelos más complejos porque tenía una estructura metálica en el techo, tenían buenas familias para la estructura metálica. En cuanto al Proyectista de diseño estructural, al ser solo estructuras de concreto como vigas y columnas, pues no necesita mucho detalle naturalmente, no había muchas familias.

¿Que LOD te pedían?

Creo que era LOD 300. Si te pedían hacerlo a un buen nivel de detalle.

¿Esas estructuras metálicas se modelaban en Revit, Tekla?

En revit. Yo solo usé el revit.

¿Usaban la nube del BIM 360?

Sí. Uno de los problemas que te podría mencionar es la velocidad del internet. Al trabajar en BIM 360, había momentos en que para abrir un archivo en la nube se demoraba 1 hora, o 1.5 hora y media, que era tiempo perdido. Era 1 hora en actualizar el modelo para poder abrirlo. También en el contratista general que era malo su internet, se demoraba mucho en abrir los archivos.

¿Eso te ha pasado en otros proyectos?

Sólo acá he trabajado con la nube. Es que, al abrirlo en la nube, y si tu internet es muy lento y el modelo pesa 1GB, ahí se demora mucho.

¿Sabes si había algún requerimiento para la velocidad del internet?

No lo sé, pero se sugería a los proyectistas que mejorarán la velocidad de su internet. Algunos si tuvieron que hacerlo, pero fue un problema que hubo.

¿Y sobre el hardware?

La Consultora BIM nos daba laptop a todos. Que yo sepa.

¿Entonces el mayor nivel de madurez BIM lo tienen los ingleses, luego el Proyectista diseño estructural en estructuras no?

Sí, los ingleses. Los del Proyectista diseño estructural eran normal, y luego ya vienen las especialidades.

La coordinación de los modelos la hace todo el contratista general ¿no? ¿O el Proyectista diseño arquitectónico también la hace?

Todo lo hacía el líder BIM. Una vez nomás que un compañero abrió el modelo de arquitectura del Proyectista diseño arquitectónico y lo malogró. No trabajo 1 día en Inglaterra por eso. (Fue el Coordinador BIM). Si, casi lo matan. Por algún motivo tuvo que abrir el modelo de arquitectura, y como sabes mientras nosotros dormimos allá en Inglaterra trabajan. Entonces, cuando trabajas en la nube tienes que poner "ceder" para que la otra persona pueda trabajar. Y como el Coordinador BIM lo cerró sin ceder, allá lo abrieron y no pudieron trabajar, en el recinto del velódromo. Eso fue como 1 día perdido. Es un tema que cuando trabajas en coordinación, en 1 mismo modelo donde trabajan cada persona, donde cada uno trabaja con el modelo local.

¿Antes habías trabajado en la nube?

No, la Videna fue el primer proyecto.

¿Y se te da una capacitación al respecto?

No, porque la diferencia es solo abrirlo en la nube. Lo del Coordinador BIM se puede decir que ahí recién estaba aprendiendo, era su primer proyecto que estaba viendo, y de repente le jugó mal la experiencia. Ahí aprendió bastante.

¿Cómo eran los requerimientos para los modeladores, la Consultora BIM pedía años de experiencia u otras cualificaciones?

No, más que nada contrataban al más barato. Los que ponen los requisitos son el contratista general, como años de experiencia al modelador (me pidieron 2).

¿Qué lecciones aprendidas te llevas del proyecto?

Aprendí a trabajar en equipo, que es muy importante la comunicación. Por ejemplo, en mi empresa actual no hay mucha comunicación con el arquitecto, y no te comunica que hay un cambio. Y luego te das cuenta que hay otro cambio, que ocasiona un retrabajo de varios días. En cambio, en un programa con el Revizto, estás viendo todas las actualizaciones que suben los especialistas.

¿Cómo se da la comunicación con el revizto?

El mismo software tiene su lista de observaciones. Y tú vas viendo donde te has quedado, si vas en la 101 y hay 105 entonces revisas las 4 nuevas. También te pueden llamar e indicar que levantes tal observación o grupo de observaciones. Si, y como una especialidad depende de otra, entonces a veces unos tienen que esperar al otro, por lo que debe haber mucha comunicación.

¿En la oficina donde estabas tenían acceso al Aconex?

No, no creo.

¿Para ti cuál es el principal problema de la industria de la construcción en el Perú?

El principal problema que hubo fueron los cambios de arquitectura que no cerraban. Las constantes actualizaciones. No sabría decirte qué más.

Entrevista E17

Cargo: Gerente consultora BIM

Cuéntanos en general el rol de Consultora BIM en el proyecto la VIDENA. ¿Cuáles fueron tus principales responsabilidades? Entendemos que proporcionaban modeladores a las especialidades que no trabajaban con BIM.

Sí. La Consultora BIM entró en distintas etapas y con distintos clientes, no solamente con Contratista General. Al comienzo nos reunimos en primera instancia con el coordinador de proyectos, el ingeniero [nombre anonimizado], y analizamos cómo estaba el contexto de los proyectistas. Eran 20 proyectistas más que se necesitaban para la Videna, divididos en 5 recintos, como 5 subproyectos, los cuales eran: obras exteriores, centro acuático, velódromo, etc.

Como estaba el requerimiento formal de Lima 2019 de utilizar BIM, aparte que los británicos emplearon BIM. Es decir, era requerimiento formal el uso de BIM para los proyectistas. Esto porque estaba expuesto en el modelo contractual que fue NEC 3. Había una indicación que tenía que gestionarse todo con BIM, partía del contrato. Entonces, no era una gestión que tenías que tenías que hacer tú el modelo una vez que esté el diseño, sino que el diseño tenía que salir de los modelos BIM. Acá, nuestros proyectistas no tenían la capacidad técnica para hacerlo, porque casi nadie trabaja en BIM. Nosotros tenemos 7 años de experiencia en el mercado, dando soluciones BIM a empresa, y tenemos un equipo de 20 personas, entonces podemos abastecer demandas de esta capacidad.

Lo que nosotros hicimos fue, en base a ese requerimiento, colocar un modelador BIM para cada oficina de proyectos. Y acá se hace una especie de “trampita”, porque los proyectistas

trabajaban en su 2D y a la vez, un modelador los acompañaba desarrollando el 3D de lo que se estaba planteando (en el 2D). Es decir, no es que desde el 3D salían los planos, porque para hacer eso (que lo hemos logrado en otros proyectos) se requiere bastante coordinación y bastante eficacia en cuanto a presentación de los documentos. Hacer eso es un paso mayor del que se hizo en la Videna.

¿Digamos que el flujo de trabajo era del diseñador, luego al cadista 2D y luego al BIM? ¿O no había cadista 2D?

No, sí había cadista 2D. Los planos se entregaban en CAD y a parte se levantaban en 3D, pero en tiempo real, más rápido. Ojo que eso no es lo más adecuado. Lo más adecuado sería modelar de frente en 3D. Sin embargo, para la realidad, fue lo más adecuado, no había otra manera de hacerlo. Porque meter todo desde el 3D era entregar demasiada responsabilidad al tema del BIM. Si uno no tiene ese *expertise* y te lanzas a hacer un proyecto así con BIM, de un proyecto super complejo, entonces no se puede hacer. En paralelo nosotros estamos abasteciendo a la CONTRATISTA GENERAL y también en la CONTRATISTA GENERAL entramos en la etapa de diseño 10 personas. 10 personas entre centro acuático, velódromo y obras exteriores.

¿Ustedes apoyaban principalmente a las proyectistas de MEP? Entendemos que PROYECTISTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL 1 sí hacía sus modelos BIM.

Sí, en la parte de estructuras se subcontrató en el diseño a PROYECTISTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL 1 y la proyectista estructural 2. Entonces, cada uno tenía su propio desarrollo en BIM. Ahora, es importante mencionar que el desarrollo BIM de PROYECTISTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL estaba un poco más avanzado que [nombre anonimizado], porque en [nombre anonimizado] uno modela en 2D, se elaboran los planos y luego se levanta el 3D. En cambio, en PROYECTISTA DE DISEÑO ESTRUCTURAL hacen algo intermedio, hace

el 3D y encima del 3D se dibujan líneas (para el acero) para obtener los planos 2D. Eso a nivel de proyectista quizás está bien.

También estuvimos con [nombre anonimizado], una empresa española que estaba haciendo la Villa Deportiva, acá también hubo un requerimiento de BIM, pero a la seria, es decir que los planos salían del modelo, todos los días se organizaba por especialidades y toda la información estaba metida en el modelo BIM, y eso es lo que se entregaba.

¿Y de qué depende este nivel de madurez BIM?

Del *expertise* de la empresa.

¿Con la CONTRATISTA GENERAL estuvieron alineados en esta metodología VDC?

Sí. Depende de los clientes. Clientes internacionales te piden modelar bajo esa metodología. Cliente nacionales no tanto, pero ahora con todo el impulso que se está dando al tema de BIM, van a comenzar a pedir. Por ejemplo, el Poder Judicial y el Ministerio de Interiores están haciendo todo en BIM.

¿El Plan de ejecución BIM elaborado por Contratista General y Proyectista de Diseño Arquitectónico los incluye? ¿Se compartió con ustedes este documento, participaron de su elaboración?

Sí, porque esta es la matriz de todo. Lo que tú tienes que hacer cuando haces un plan, hay una parte que es la socialización. Si elaboras un plan y no consigues que todos lo vean, de nada sirve. Pueden ser que haya cosas que uno puede aportar, pero también tienes que considerar a los demás, tienes que saber cómo ordenas la información, cuál es el canal de la información, cuál es el conducto, y cuáles son las principales características a considerar. Por decir, cada modelo de cada recinto tenía distinta codificación y eso era lo que se tenía que respetar.

¿Y participaron en la elaboración del BEP? ¿Ustedes llegaron antes o después de dicha elaboración?

Nosotros llegamos durante la elaboración, casi por el final. Estaban afinando unos temas y después lanzaron ya el BEP incluyéndonos a nosotros (Consultora BIM) en la estructura. Tanto Consultora BIM como Consultora BIM 2 aparecemos en la estructura del BEP, y la organización matricial de contratistas.

¿Dieron sugerencias u opiniones en la elaboración del BEP?

No llegamos a dar observaciones. Básicamente, la CONTRATISTA GENERAL y el Proyectista de Diseño Arquitectónico se tomaron la libertad de organizar toda la fiesta y de coordinar con todos nosotros. Quizá si hubiesen incluido a todos, hubiesen dicho: "Este es el flujo de trabajo, ¿puedes hacerlo?" Y ante respuestas negativas se trataría de buscar la solución más óptima con ese involucrado. Eso sería como en Lean, tal vez, en esto que le llaman "pull", es decir, "jalar" a los que vienen más atrasados de manera que todos estén alineados. Es un tema, que al final se tomó así porque fue práctica, y se hizo.

¿Qué documentos les compartió el contratista general? ¿Cómo le llegaron los requerimientos del cliente?

Bueno, nos compartió el BEP y de frente a las oficinas a trabajar. Obviamente la documentación que estaba en Revit de la arquitectura y de ahí comenzamos a generar los documentos en diferentes etapas.

El cronograma, super importante, los hitos, que no forma parte del BEP. El BEP es algo general que te dice cómo interactuar, cómo organizar la información, quién con quién. Pero Proyectista de Diseño Arquitectónico realizó el cronograma del proyecto. El cronograma del proyecto se divide en 3 etapas, entrega parcial, entrega intermedia, entrega final. Entonces, en cada hito

había todo un cronograma de diseño por cada recinto y una serie de entregas que estaban alineados con la construcción.

Cada recinto tenía sus sutilezas, por ejemplo, el velódromo era una remodelación, entonces tenías otro procedimiento que era hacer el levantamiento con nube de puntos.

¿Ese tema por ejemplo de la nube de puntos estuvo en el plan de ejecución BIM?

Bueno eso se definió en algunas de las reuniones. Al comienzo veíamos algo general pero cuando conforme vamos llegando a la fecha nos vamos dando cuenta que hay cosas que resolver antes, así se decidió por el levantamiento por nube de puntos, porque puede haber cosas que sean distintas a la realidad. Cuando se trata de remodelaciones es así.

Lo del BEP fue con respecto a la CONTRATISTA GENERAL, pero con respecto a los requerimientos del cliente, lo que nos habla la ISO de que el cliente fija sus requerimientos, ¿Eso a ustedes cómo les llega?

Bueno, nos llega de manera indirecta, porque la gente que nosotros habíamos destacado era un apoyo de dibujo, un apoyo de modelamiento a cada uno de los proyectistas. Los proyectistas tenían los lineamientos generales que tienen que ver con los requerimientos del cliente directamente, en cuanto a normas de atletismo, etc, del comité Panam Sports.

Sobre los recintos, entendemos que había un coordinador BIM por cada recinto y un líder de diseño. ¿Cómo es esta dinámica en las funciones?

Nosotros en cada recinto teníamos un coordinador BIM y un modelador BIM. El coordinador lo que hacía era hacer el esquema de trabajo. Teníamos un líder BIM que era el que revisaba la información, interactuaba con los diseñadores y verificaba las fechas de cada entregable y presionaba. Y se aseguraba que interactuaran en las respuestas, eso de parte de la CONTRATISTA GENERAL. Nosotros teníamos al coordinador BIM que era el que lideraba

a todo el equipo de modeladores que estaban en distintas oficinas. El líder presionaba al coordinador y el coordinador presionaba a todos sus modeladores.

¿En cuanto a la definición de las funciones hubo algún traslape? Porque pueden ser un poco parecidas.

Así es, es un poco parecido. El líder era más en jerarquía, porque el líder puede coordinar 1 o 2 recintos, la información que iba entre 1 o 2 recintos y que a veces se traslapaba, y tenía que interactuar, a parte que era el representante de la CONTRATISTA GENERAL prácticamente. No tenía conexión directa con los modeladores, quien tenía conexión directa con los modeladores fue el coordinador.

El líder llevaba los indicadores de éxito que se tenían y evaluaba constantemente los indicadores que se tenían como: latencia, velocidad de respuesta, y otros más por ahí. Eran métricas de la gestión en sí, no tanto métricas del modelo. Para este alcance no se definieron métricas de productividad para el modelado, nosotros si teníamos, pero del tareo de personal, donde sacamos la productividad de nuestro trabajo.

¿Ustedes proveían todos los modeladores, o Contratista General tenía algunos?

La Contratista General sí tiene modeladores, lo que pasa es que necesitaba unos 20, y no tiene la capacidad para reaccionar rápido entonces ahí trabajamos con ellos.

Al ser un proyecto *fast track* y con un plazo impostergable, ¿cómo era el cronograma de entrega de los modelos con las diversas especialidades? ¿Qué retos añadidos identifica al haber sido un proyecto *Fast Track*?

Bueno, como todo proyecto se tienen fechas que cumplir y los tiempos son ajustados. Y como siempre, en el tema de BIM hay una cosa diferente que es si se trabaja en 2D. En 2D tú puedes ocultar varias cosas, puedes dibujar lo que sea y ya pues, está ahí para construir; pero cuando lo ves en el 3D te das cuenta de errores entre varias especialidades. Cuando diseñas en 3D el error salta a la vista y no se puede ocultar. Cuando estás trabajando directamente en el 3D el diseño, ahí tienes que pensar en la constructabilidad, cómo se va a diseñar esto. Ahí vienen las cabezas que veían la parte constructiva, que es gente de construcción de Contratista General.

La cosa acá es hacer modelos que sean construibles. Si tú haces un modelo sin criterios de cómo construir entonces por las puras estás haciendo. No necesariamente es una interferencia. Sino puede ser el mismo hecho que en un bañito, cuando lo haces en CAD haces un montón de líneas para los accesorios, y ahí te entra todo, pero cuando lo haces con los tamaños reales de los accesorios ahí vemos que no entra nada, entonces eso es constructabilidad…

¿Estas lecciones de constructabilidad las recogen en algún documento? ¿Les sería útil?

Sí, nosotros como empresa tenemos un manual de lecciones aprendidas, que es un documento de 70 páginas en las cuales no nos enfocamos solamente en temas de modelado, sino temas de compatibilización, de diseño normativo, porque nuestra idea es que todos los proyectos tienen las mismas características, sufren los mismos problemas en coordinación. Nuestro esquema es hacer un *checklist*, y todas las cosas que atacamos uno por uno a veces se repiten en otro proyecto. Ahora en nuestra organización tenemos una gestión del conocimiento.

¿La ISO menciona los métodos y procedimientos de producción de información, se trabajó con algo parecido?

Todo eso parte de la expectativa que tiene el proyecto, del acuerdo al que se llega. SI quieren un nivel de detalle hasta cierto punto.

¿Qué es lo más importante que extrae del BEP para la producción de información?

El orden, el flujo de la información, el flujo del proyecto, el método del trabajo, la plataforma de coordinación que se va a usar, la frecuencia de las reuniones, los hitos contractuales que están de cierta forma metidos en el BEP indirectamente y el nivel de detalle.

¿De las reuniones ICE quienes de su empresa participaban?

Yo no participaba de nada, los modeladores tampoco. Nosotros tenemos este esquema, tenemos modeladores y coordinadores, los coordinadores eran las cabezas de cada recinto, y cada uno coordinaba los diversos recintos. De coordinadores yo tenía 3: [nombre anonimizado], [nombre anonimizado] y [nombre anonimizado] (del centro acuático). Ellos modelaban muy poco, pero tenían que revisar la calidad de lo que se modelaba.

El que lideraba las reuniones ICE era el líder BIM. El coordinador es un control de calidad de los modelos existentes, que también permitía evitar errores en el modelamiento.

¿Se elaboraba básicamente el 3D, no se llegaba a 4D o costos?

En esta etapa de diseño, como recién se estaba definiendo el diseño, el tema de construcción no se definía pues, había muchos cambios, entonces estamos afinando el diseño. Tú no puedes aplicar o pensar en la constructabilidad si el diseño no está definido y van a haber cambios después. Aparte, el tema de las instalaciones entra en la construcción después, primero es el casco, que pueden incluirse temas que mejoren la ubicación después de las instalaciones, sí se puede hacer. De cierta forma, si estás analizando la constructabilidad. Por ejemplo, había ciertas zonas que estaban muy cargadas de aire acondicionado, como el Velodromo, que tuvimos que sacarlas de un corredor y pasarlas a otro corredor; y las salidas hacer que lleguen ahí. Y tuvimos que cambiar la ubicación debido a la cantidad de instalaciones que se tenía. Ósea la cantidad de instalaciones es lo que te va a marcar el tema de constructabilidad en

instalaciones. O sea, modificamos el diseño por ese tema. Ahora, el tema del planeamiento, de por dónde vas a entrar, se definía cuando ya podías tener el modelo en la obra pre-compatibilizado. Para mí el 4D, para instalaciones no creo que sea tan influyente, porque ahí lo que tienes que hacer es reunirte con todos tus subcontratistas y decir, ahí está el diseño, quién entra primero, e ir definiendo eso tal y tal…Si haces un 4D de ese modelo, puedes hacerlo, pero te vas a demorar la vida… Y en un *fast track*… Lo práctico es lo mejor. Decir tienes esto y ver cómo hacerlo. Pero para lo que sí puede servir más es para la secuencia constructiva del casco. En casco si puedes desarrollar algunas correlaciones entre un planeamiento con unos sectores, qué verticales entra, qué horizontales está involucrados, si va haber una restricción, porque el casco va antes de que las instalaciones (porque son colgadas), aunque algunas si van empotradas, y tienes que dejar los pases en la losa.

¿Qué decían los requerimientos sobre BIM?

Sólo decía tener la información centralizada en un modelo BIM. No había algo más detallado, había un requerimiento general, estaba definido seguir LOD 300. Todo esto hablando de diseño…En diseño se requería utilizar el BIM para hallar las mejores alternativas de construcción, pero una vez que ya se estaba construyendo se dividió la carga de trabajo entre la Contratista General y los subcontratistas, pues a ellos se les dijo que también que uno de los requerimientos era BIM, y que ellos debían revisar para encontrar errores. Desde mi punto de vista, se les debió involucrar antes para añadir algunas estrategias de valor.

¿Qué recursos compartidos le facilitó como contratista general a las especialidades para el desarrollo de los modelos BIM? Los recursos compartidos pueden ser: plantillas de MIDP, plantillas de BEP, librería de objetos, estilo de librerías.

No nos compartieron nada. Todo les pasamos a ellos. No nos pasaron nada. Les faltaba estandarización en la CONTRATISTA GENERAL. No nos proporcionaron una plantilla por cada especialidad. Nos dijeron que utilizáramos las preguntas que tengamos. Nosotros utilizamos nuestras propias plantillas y con eso comenzamos, pero claro hay unas plantillas básicas… la Proyectista de Diseño Estructural también utiliza sus plantillas.

Un tema es la plantilla, cada uno tiene su lenguaje. Cada uno tiene su plantilla. La plantilla fija cómo quiero que se vean las líneas, cómo se dibuja. Si la tubería contra incendios rojo tiene líneas punto línea, etc.… Tiene diversas formas de representar. Cada uno tiene su plantilla y su forma de configurarla.

¿Esta estrategia de federación no estaba establecida en el BEP?

No, no estaba.

¿Cree que hubiese sido útil?

Sí. Si hubiese sido útil. No estaba definido, pero se definió en la marcha.

¿Tuvo participación en la elaboración de estos documentos o se le fueron comunicados? ¿de qué manera?

No, ahí no.

¿El Contratista General establece un protocolo de información?

Yo recuerdo que no había un protocolo de colores al comienzo, fue algo que se decidió sobre la marcha. Pero si tienes los elementos clasificados por sistemas si puedes darles un color por cada sistema.

¿Y el tema de librerías de objetos, de sistemas?

No fue compartido. Hubiese sido una buena estrategia compartir y evitar duplicidad de esfuerzos. Creo que Consultora BIM 2 si estuvo creando librerías de objetos.

Entrevista E18

Cargo: Modelador BIM

¿El contratista general les mandó su plantilla de Revit, el contratista general les comparte algún protocolo de información o estándar de información, les comparte el Plan de ejecución BIM?

Nos dieron su plantilla de trabajo bajo sus estándares. Básicamente trabajábamos dentro de su plantilla, pero a veces creábamos nuevos bloques o familias de columnas, pero se creaba ya dentro de la plantilla del **contratista general**.

¿Había recursos compartidos?

Había algunas familias predestinadas del **contratista general**, pero algunas se tenían que crear de cero, editar familias. En sí todas las plantillas no tienen la totalidad de familias necesarias para el proyecto. La mayoría no tiene la cantidad o la forma necesaria, a veces se tiene que crear las familias para que se adecuen a las existencias del proyecto. Una vez viendo el proyecto y de acuerdo al tema de diseño se puede en algunos casos crear nuevas familias para el proyecto.

¿No es que los proveedores les pasen familias?

Hay familias generales a partir de otras existentes, partimos de las básicas y creamos otras para completar el modelo.

¿Tenías acceso a la plataforma ACONEX para cargar los modelos?

No, creo que ese tema lo veían los especialistas directamente con el **contratista general**.

¿Esa nube era BIM 360?

Sí, era como un *loading* pero primero cargaba arquitectura, luego sanitarias...

¿Llegaste a usar la plataforma REVIZTO?

Sí, para algunos temas de coordinación de interferencias se utilizó REVIZTO. El **contratista general** nos dio algunas pequeñas capacitaciones sobre el uso de la plataforma más que nada.

¿Y todos los modeladores de la Consultora BIM tenían acceso al Revizto?

Así es. El modelador/coordinador que trabajaba en las oficinas de diseño tenía una serie de funciones. Su función era comunicar directamente con el especialista para que esté enterado de todos los avances de diseño y que esos avances de diseño, ya sean un plano CAD o a mano, los levante al modelo; que coordine con oficina principal del **contratista general** sobre esos avances de modelamiento con respecto a su disciplina; que ingrese al Revizto a anotar incidencias que ellos encuentre con respecto a alguna incompatibilidad y viceversa, el **contratista general** también le mandaba interferencias que su disciplina afectaba a otras especialidades, entonces plantear otras propuestas, comunicar al especialistas sobre las interferencias para buscar una alternativa de solución. Entonces era un proceso de trabajo colaborativo usando el Revizto que tenían acceso todos los modeladores y coordinadores y el **contratista general** en oficina principal.

¿Ustedes principalmente usaban Revit no? ¿usaban Tekla?

Sí. Estructuras hizo el Proyectista diseño estructural y el Proyectista diseño estructural, y si vi modelos con techos metálicos en el estadio acuático.

¿Viste los modelos del Proyectista diseño estructural, cómo era su grado de madurez?

El Proyectista diseño estructural es una de las empresas en el Perú que más tienen avanzado el tema de implementación de BIM y sí entregan modelos de calidad, tienen experiencia. Lo diseñan en Revit y sacan los planos de Revit.

¿No había ningún requerimiento del proyecto que no se haya podido modelar en Revit y hayan necesitado un software distinto?

No, había un nivel a detalle que no era tan detallado, se ha modelado más que nada lo macro, lo grueso, no se ha modelado los cónicos, empotrados en muros.

¿En alguno de los recintos que estuviste se levantó alguna nube de puntos, un plano As-Build?

Todos los recintos eran nuevos. Lo que correspondía a nosotros no se levantó una nube de puntos.

¿Sobre el tema de la estandarización tienes 6 modeladores y me dices que el contratista general les pasaba las plantillas y el Plan de Ejecución BIM, cómo eran los estándares?

Sí, el contratista general tiene su plan de implementación y su Manual de estándares. Utilizamos ese. En recursos compartidos era la plantilla, y a medida que se desarrollaba el proyecto cada modelador desde la disciplina que trabaja iban desarrollando familias específicas para lo que estaban desarrollando, se crearon componentes de acuerdo a las necesidades del proyecto.

¿Tu llegaste a estar en obra?

No. Yo trabajaba al lado del especialista de instalaciones, en sus oficinas.

¿Hubo muchos retrabajos debido a los cambios de diseño en los modelos BIM?

Sí, sobre todo en arquitectura. Los cambios de arquitectura a veces eran fuertes, y como que llegaba a aburrir en el sentido de que modelabas algo y al día siguiente tenías que hacer un retrabajo porque habían movido todo. En ese sentido hubiera sido bueno tener para arquitectura una fecha de cierre o admitir cambios hasta cierto momento, pero nosotros como Consultora BIM aceptabas los cambios por ser un proyecto en *Fast Track*.

Entrevista E19

Cargo: Modelador BIM de estructuras

¿Cuéntanos en general el rol del Proyectista de diseño estructural en el proyecto de la Videna y cuáles fueron tus responsabilidades, sabemos que el Proyectista diseño estructural lo contrataron para estructuras y que el BIM lo aplicaban directamente, no del 2D al 3D sino directamente al modelo?

El Proyectista de diseño estructural se encargó básicamente mediante el contratista general porque el contratista general fue la empresa contratista y delegó al Proyectista diseño estructural para hacer la parte estructural del proyecto de La Videna, se trabajó bajo el modelo o la plantilla del contratista general y todo se modeló en el 3D de frente, basándonos de la arquitectura del Proyectista diseño arquitectónico. El tema del BIM se trabajaba simultáneamente mediante un mismo modelo de arquitectura. Por ejemplo, revisábamos la vista de arquitectura y nos fijábamos por dónde levantar los muros respetando la arquitectura y se levantó de frente en 3D, nada en 2D.

Es algo que el Proyectista diseño estructural ya ha hecho antes, tiene bien implementado el BIM.

Tiene ya años el tema del BIM el Proyectista diseño estructural, tiene buen tiempo. La mayoría de proyectos grandes ya por exigencias o por temas de rapidez, cuando son costosos y caros se pide el BIM.

¿El contratista general les dio un coordinador BIM?

Sí, había un coordinador BIM del contratista general que veía los temas de modelados de estructuras y coordinaba con todos en sí; con los acabados, las instalaciones y arquitectura...

¿El Coordinador BIM estaba en la sede del contratista general o se reunía directamente con ustedes?

Estaba en el contratista general, en algunas reuniones con los modeladores se reunían, pero básicamente estaba en el contratista general, no en el Proyectista diseño estructural.

Tu eres el modelador BIM de estructuras en el Proyectista de diseño estructural, ¿en el Proyectista diseño estructural tienen coordinadores BIM?

Si. En el Proyectista de diseño estructural lo que es coordinador BIM lo llamamos jefe de grupo. Trabajamos varios grupos y a cada grupo se le asigna un proyecto X. En el grupo hay un jefe de grupo. Los proyectos son tan grandes que un solo grupo no lo puede resolver y nuestro grupo es el más especializado en BIM, por lo que nos dieron las dos áreas, el proyecto en la Videna y el Bowling.

¿Alguien del Proyectista de diseño estructural asiste a las reuniones ICE del contratista general?

Sí había alguien del Proyectista de diseño estructural para el tema de coordinación.

¿El plan de ejecución BIM, como se va a implementar BIM en el proyecto no es algo que tú hayas visto?

No. Yo empecé un poco en la mitad del proyecto, sí me enteré que la arquitectura la traían de Inglaterra. Eso me enteré en las reuniones internas de grupo dentro del Proyectista diseño estructural, entonces nos explicaban todo esto. Mi jefe de grupo, que era como el coordinador BIM, nos informaba de esto.

¿Tu tenías acceso a la plataforma ACONEX para cargar los modelos?

No tenía acceso. En la parte estructural se modela todo, para la presentación de planos, ya que algunos imprimían o lo mandaban a imprimir, se creaban nuestros propios membretes y los imprimíamos separados, incluso al enviarlo digital lo exportábamos a un CAD.

¿En qué medio se mandaban y a quién?

Se mandaban al contratista general por correo y físicamente un juego de planos. Los archivos se mandan mediante un TRANSFER, porque la cantidad de planos que salían eran bastante; otra forma de mandarlo no recuerdo porque era un compartido interno el jefe de grupo se encargaba de enviarlo. Nosotros solo lo guardábamos en una carpeta de exportaciones.

¿Los planos del Proyectista diseño estructural salen directamente del modelo BIM?

Sí. Todo el modelado en Revit se crean planos ahí en el mismo REVIT, donde tenían su codificación.

¿Todos esos estándares de los planos y de la codificación se hacen como siempre se hace en el Proyectista diseño estructural o el contratista general les pasa un estándar?

Lo que pasa en que cuando el contratista general pasa su plantilla ya tienen sus propio *layers* y nosotros trabajamos bajo sus propiedades, para el 3D para el modelo y para el 2D. Cuando uno lo quiere pasar a CAD o plotear uno tiene que tener sus propias plumillas del contratista general para activar los grosores del contratista general, que tiene los suyos.

¿En este proyecto los estándares eran muy distintos a otros proyectos o ya habían trabajado en algo así?

Lo que pasa es que en temas estructurales pueden cambiar los grosores en forma mínima, pero en si siempre son sobresalientes, la columna siempre tiene que sobresalir del encofrado, pero

igual se trabaja sobre sus estándares, pero no hay mucha diferencia a los estándares del Proyectista de diseño estructural, se tiene que mantener lo mismo las columnas/ columnas placas/placa vigas/vigas, etc.

¿En general que le parece la plantilla que compartió el contratista general, ve algunas deficiencias?

No. Las plantillas son como algo general y no tenía muchas diferencias. Cuando se tiene que modelar algo difícil eso ya depende del modelador, no hubo ningún problema con las plantillas.

¿Solo usaban Revit, no aplicaban TEKLA o utilizaban algún otro software?

No. Solo Revit.

¿Se Hizo detalles de Acero o no se llegó a ese nivel?

Por temas de tiempos no se hizo detalles de acero, si no mal recuerdo es un tema del proyecto de la Videna estaba con las horas contadas, teníamos que hacerlo lo antes posible y un detalle de acero es mucho más detalles y por tema de entrega ya que había una fecha de entrega fija no se hizo ese detalle.

¿En general ustedes cuando trabajan detalles de acero utilizan REVIT O TEKLA?

Solo Revit.

¿Me habían contado que el detalle de acero no era muy eficiente en REVIT?

Si ves cuál es el beneficio o no de hacerlo en REVIT, si cambias la arquitectura, si se elimina un piso o se movió la rampa o lo que sea el detalle se mueve todo, pero cuando no haces el detalle en CAD en 2D se queda fijo y uno tiene que estar moviendo manualmente lo que se

quedó entonces esa es la ventaja del REVIT que toma un poco más tiempo no todas las empresas te piden el detalle en REVIT de acero.

¿Hablando de requerimientos del contratista general a ustedes le piden cierta versión de REVIT y el nivel de detalle (LOD)?

Lo que pasa es que en ese punto mencionan básicamente que este modelado todo principalmente, en el tema externo no interno, que externo este igual que la arquitectura que no haya incompatibilidad con arquitectura. etc. Todo lo externo más que lo interno principal por un tema de tiempo, solo la parte del modelado completo columnas, vigas, losas, pero por el lado de los fierros no.

¿Una pregunta la formas en que ustedes producen la información usted trabaja junto al diseñador y él le da un boceto? ¿O como se trabaja esa parte?

Como se modela ese tema principalmente se empieza con un modelado con los niveles y ejes. Como ya había ejes y niveles por el tema de arquitectura recibida del Proyectista diseño arquitectónico, ya que todo plano se basa en niveles y ejes. El tema del modelado por lo general el ingeniero recibe los planos de arquitecturas, lo único que va a ver es en 2D porque al ingeniero no le importa mucho el 3D, a menos que haya alguna duda respecto a niveles, en lo que el 3D ayuda un montón, pero en lo que es el diseño al ingeniero solo le importa esos planos. En base de los planos de arquitectura, el coloca sus columnas, vigas y lo único que importa es un tema de coordinación sobre el peralte con los de arquitectura. Por lo general todas las vigas pueden ser de un solo peralte y las del ancho depende del diseño. Entonces esa estructuración que él tiene que hacer en CAD nos lo da a nosotros en un mismo CAD y de eso uno se basa para levantar las columnas y vigas cuando nosotros ya tenemos los ejes y niveles. En base a eso el ingeniero dice en este nivel las vigas van a ir en base a la estructuración que él hace. Entonces no es cuestión que el ingeniero esté al costado.

¿Y el mismo lo pasa al CAD o con un CADISTA lo pasa al lado?

Lo que pasa es que él mismo lo pasa al CAD solo de una manera simple con columnas rectangulares como puras líneas, no se tiene que complicar, su tema es diseñar rápido para pásalo y nosotros lo levantamos.

¿Tu recibes de input el plano en CAD, tú lo modelas y él hace algún chequeo del plano que tú modelas?

Por eso ha habido el tema de tener la arquitectura ahí mismo, entonces cuando se ve que hay una puerta o una pendiente y él lo recibe junto a nosotros y él levanta esa anotación y eso ayuda mucho el Revit involucrado con arquitectura, que nos permite ver algunas interferencias. En otros casos habría que estar importando un plano y ver viendo.

¿Estos ingenieros estructurales son capaces de ver el plano por ellos mismos o necesitan un modelador?

Eso depende de la capacidad del director del grupo, en mi caso sí maneja el Revit. Por tema de tiempo es más rápido que venía y le mostrábamos esa parte y lo corregíamos si era necesario.

¿En el Proyectista de diseño estructural ustedes tienen reuniones de coordinación propias, estas son programadas o apenas hay una interferencia se pregunta inmediatamente?

Hablando de la Videna, si alguna interferencia u observación por *RFI* el tema de la estructura era que cada vez que guardamos se guardaba en una nube y cargaba para todos, incluyendo sanitarias y arquitectura, si en un momento colocábamos un muro donde no debían ellos mismo lo notaban e inmediatamente nos mandaban la interferencia por medio de *screenshot*, nos mandaban al toque y al sincronizar se solucionaba la interferencia.

¿Tu llegaste a usar la plataforma REVIZTO?

En este proyecto no.

¿Alguien del Proyectista diseño estructural de repente porque creo que ahí se coordinaban varias cosas?

En mi caso esta vez no, en sí los modeladores éramos 4 en mi grupo en el proyecto de la Videna y Bowling, dentro de los 4 modeladores había una inicial, la que inició todo el modelado quizás ella tenía el REVIZTO, pero yo no lo vi.

Digamos tuviste más relación con los diseñadores de tu empresa y con los coordinadores del contratista general no tuviste más relación con otros directamente.

Solo en temas de compatibilidad. Ya que el Proyectista de diseño arquitectónico cambiaba bastante la arquitectura, cambiaba detalles entonces a nuestra encargada al final me quede hasta el último y seguían mandando anotaciones que se modificaba la arquitectura entonces mi jefa siempre me mandaba a cambiar, porque variaba bastante en las últimas fechas cambio mucha arquitectura.

Eso me han dicho mucho los entrevistados. Y me comentaban eso y que hubiera sido bueno que hubiera una fecha de cierre de arquitectura.

Sí, lo que pasa es que en un proyecto se necesita que cierre a cierta fecha la arquitectura previa para trabajar sin interferencias. Un cambio de arquitectura cambia todo, yo me acuerdo seguir trabajando en la Videna, nos mandaban un cambio de arquitectura y con la mínima mandarlo porque al día siguiente se actualizaba de nuevo.

¿Ocasionaron un montón de retrabajo?

La ingeniera básicamente se quedó hasta el último y se encargaba casi de todo. Hasta los últimos se encargaba de los *RFIs* y con las consultas.

¿Sabes si las licencias de REVIT de 360 van a cargo del contratista general?

La verdad es que no lo sé, solo sé que el Revit es original y por el momento lo paga el Proyectista de diseño estructural.

¿En algún momento se quejan de eso con el contratista general? Por los retrabajos...

Si, ese tema se tocó mucho porque el proyecto ya se había terminado completamente y lo abrían de nuevo, porque había cambios, eso hacía que nosotros que trabajábamos más. Pasábamos el límite de horas que teníamos para terminar el proyecto y eso resultaba en una pérdida de horas y eso ocasionaba una discusión de cómo cobrarles extras porque eran horas extras y cómo cobrarlo con el contratista general.

¿Tu llegaste a estar en obra?

No.

¿Sabes si se hicieron planos As-Build del proyecto?

No, no se pidió.

¿El tema de las revisiones no lo tengo muy claro, a ti quien te revisa el modelo, el contratista general?

Si el contratista general lo revisa el modelo.

¿Y hay documento o algún acuerdo de los tiempos de entrega en cuanto a la revisión del modelo?

La verdad es que no había fecha de entrega del modelo, pero sí entrega de planos porque al final los planos son para levantar el proyecto.

¿Pero no hay un documento de cómo se va a revisar el modelo?

Yo en la documentación no me metía. El proyecto estaba en un compartido interno en el que cualquiera lo podía ver.

¿Así como me decías que había muchos cambios en arquitectura también había muchos cambios en instalaciones?

Básicamente en instalaciones no se aplicaba el BIM solo se trabajaba en 2D, solo había cuatro pestañas para cargar, una era de arquitectura, otra de estructuras, otro de Obras Exteriores y otro. Básicamente nos reunimos con arquitectura pues es lo que prima, si había cambios en sanitarias ellos se adecuaban a nosotros.

Se aplicó lo que se le dice contractibilidad, mucha gente a veces no le hace caso al BIM porque lo considera algo no construible, es decir si el constructor da un punto de vista a las especialidades para lograr un modelo que luego sea construible.

No he visto que vaya un constructor. Quizás en reuniones del contratista general internas.

¿Viendo el proyecto en sus totalidades qué lecciones de este rescatas que podrías aplicar a otros proyectos?

Personalmente es la primera vez que trabajaba en BIM con otras especialidades, generalmente yo trabajo en arquitectura, pero no con el BIM, ya lo había aprendido y sabía la teoría y he trabajado en REVIT, pero como BIM es la primera vez que lo aplico. Por lo general cuando levantamos un proyecto en REVIT la empresa de arquitectura no nos da el modelo en REVIT sino planos, y nosotros trabajamos a partir de estos planos. En mi caso me enseño mucho

trabajar junto a los otros modelos de las diferentes especialidades ya que se ven muy fácilmente las incompatibilidades. Si hubiera sido las demás especialidades hubiera aprendido otras cosas. Actualmente estoy trabajando con otra empresa que con su modelado realiza todas las especialidades.

Si en la Videna se hubieran trabajado todas las especialidades en BIM, había de arquitectura y estructuras, pero no había un Revit de sanitarias o de Gas, con lo que hubiera aprendido mucho.

Sobre lecciones aprendidas de este proyecto de principales problemas que haya habido.

Básicamente es que no se cerraba el proyecto de arquitectura, si hubiera cerrado con tiempo arquitectura el proyecto hubiera sido optimizado rápidamente. Yo me acuerdo que hubo cambios y tuvieron que entregar una revisión más. Si no fuera por arquitectura se hubiera terminado más rápidamente el proyecto. No cerraban a tiempo por algunos detalles y temas de diseño.

¿Cuál crees que es el mayor problema que afecta a la construcción en el Perú?

En mi caso los proyectos que recibimos si están bien proyectados y a que son empresas formales. Pero en el Perú por lo general no todos cumplen las reglas, por lo general se levantan casas sin ningún estudio de suelos sin ningún tema de diseño, a veces por el propio constructor que es a veces el mismo arquitecto y levanta una vivienda sin los conocimientos, eso está mal ya que va a traer consecuencias a largo plazo y sabemos por cultura que este es un país altamente sísmico, en un gran terremoto la mayoría de construcciones se caerían. En el Perú la construcción es muy informal, no en nuestro caso como empresa de diseño estructural al trabajar con proyectos grandes, eso es un beneficio, pero no siempre se hacen esa clase de proyectos grandes.