

CONGRESO INTERNACIONAL BIM FORUM CHILE | 20 21



EL VALOR DE LA INFORMACIÓN
EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS

COMPENDIO TRABAJOS & ESTUDIOS



BIM Forum Chile



PALABRAS DE BIENVENIDA



Estimados Socios,

De un tiempo a la fecha hemos sido testigos que el BIM se ha posicionado en la agenda de organismos públicos y privados, con el propósito de mejorar el sector construcción tanto en Productividad como en Eficiencia.

Durante este año 2021, el Directorio de BIM Forum Chile se planteó el desafío de organizar un Congreso con el objetivo de presentar BIM como una herramienta o sistema fundamental de trabajo colaborativo. Es por esto que se planteó como tema central del Congreso BIM Forum Chile 2021: “el valor de la información en la gestión de proyectos”.

Junto con los Socios, Patrocinadores y Auspiciadores organizamos un Congreso Internacional con distintas temáticas para abordar las nuevas tendencias, formas de trabajo y novedades en el sector, invitando no solo a referentes a nivel mundial y empresas líderes en el sector a presentar sus casos y miradas, sino que también hicimos un proceso abierto para poder casos de interés.

Durante este proceso abierto de postulación, recibimos casos de diferentes países: Argentina, Perú, Colombia, Venezuela, Nicaragua, España y Chile. El detalle de estos trabajos, de alto interés e información técnica, es presentado en este Compendio Técnico.

Invitamos a todos los profesionales a revisar este documento y hacer suyas las conclusiones y lecciones aprendidas en el desarrollo de proyectos. Estamos convencidos que este Compendio aporta un gran valor y avance en distintas temáticas.

Agradecemos a todos los autores y equipos de trabajo que, con mucho esfuerzo, participaron de este proceso y enviaron sus trabajos para poder ser compartidos con todos.

A handwritten signature in blue ink, reading "M. Heyermann G.".

Mauricio Heyermann

Presidente BIM Forum Chile

Agosto, 2021.

BIM Forum Chile

Es una instancia técnica y permanente, que convoca a los principales profesionales e instituciones relacionadas a Building Information Modeling (BIM) en nuestro país.

BIM Forum Chile, busca canalizar las inquietudes técnicas, el conocimiento y la información relacionados a BIM, constituyéndose también en una instancia de desarrollo, difusión y buenas prácticas para el desarrollo tecnológico en el sector construcción.

Los propósitos de BIM Forum Chile son netamente técnicos y sesiona bajo la coordinación de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, entidad que ejerce su secretaría ejecutiva.

BIM Forum Chile es una instancia abierta y convocante, agrupando a las empresas y profesionales que puedan aportar sus conocimientos y experiencias al mejoramiento de las técnicas relacionadas a BIM.

Misión

Promover, facilitar y difundir la adopción de BIM para el incremento de la productividad y la optimización de los proyectos de la industria de la construcción.

Visión

Constituirse en un referente de BIM a nivel nacional e internacional, a través de su promoción, difusión y Articulación de los actores públicos, privados y académicos.

GRUPOS DE TRABAJO

En BIM Forum Chile existen tres mesas técnicas que se reúnen mensualmente en donde participan sus socios con el objetivo de exponer, dialogar y consensuar las brechas y dificultades que existen al implementar y trabajar en BIM tanto dentro de la organización como de manera colaborativa.

GESTIÓN DE PROYECTOS

Coordinadores: Ignacio Falcone (Director BIM Forum Chile – ICAFAL) y Manuel Núñez (Rene Lagos Engineers)

Acciones realizadas: Compartir experiencias relativas a planificación, desarrollo y coordinación de proyectos, operación, etc. con el uso de BIM. Este Grupo tiene como objetivo la promoción de buenas prácticas entre distintas disciplinas y canalizar las inquietudes técnicas relativas a la gestión de proyectos con BIM.

ESTANDARIZACIÓN

Coordinador: Manuel Saavedra (Director BIM Forum Chile – AEC Shift)

Acciones realizadas: Realización de diagnósticos de los estándares nacionales e internacional. Publicación de guías prácticas de estandarización para empresas privadas del sector construcción.

EDUCACIÓN

Coordinador: Mauricio Loyola (Director BIM Forum Chile – Universidad de Chile)

Acciones realizadas: Desarrollo con la academia para favorecer y promover el desarrollo de investigaciones y nuevos conocimientos en torno a BIM. Generar instancias de capacitación y perfeccionamiento profesional para distintos segmentos objetivo. Velar por el crecimiento de capacidades técnicas y profesionales para el trabajo en BIM.

ÍNDICE

EL CAMINO PARA PERFECCIONAR EL RENDIMIENTO DEL PROYECTO: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE PROYECTOS	04	ADOPTANDO LA METODOLOGÍA BIM EN LA GESTIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA: LA EXPERIENCIA DEL PLAN BIM PERÚ	109
BIM: NUESTRO PEQUEÑO BIG DATA	13	“PPM GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO METODOLOGÍA BIM Y VDC VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN VIRTUALIZADA)”	116
DIGITALIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD Y SUS BENEFICIOS	23	LAS 3 CLAVES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE PROYECTOS BIM	124
LA REVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN MEDIANTE BIM	37	LA PROVINCIA DE SAN JUAN ARGENTINA PIONERA EN LA INCORPORACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA OBRA PÚBLICA	128
EXPERIENCIA DE BIM EN DISEÑO DE CAMINOS <small>Caso Real de la teoría a lo práctico como BIM Manager y Jefe de Proyecto</small>	43	ANALÍTICA AVANZADA DE INFORMACIÓN PARA PROYECTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL	139
GESTIÓN DE PROYECTOS Y BIM, <small>¿Cómo conviven en una misma realidad?</small>	50	EL CICLO COMPLETO DE LA ARMADURA	144
PLAN DE IMPLANTACIÓN BIM EN ESTUDIO DE ARQUITECTURA <small>SAGA Arquitectos, Managua – Nicaragua.</small>	56	INTEGRACIÓN BIM EN EDIFICIO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN CANADÁ	155
IGEO, GEMELO DIGITAL PARA LA INDUSTRIA CONSTRUCCIÓN	66		
TALLER ENTORNOS COLABORATIVOS. UNA APROXIMACIÓN A LA METODOLOGÍA BIM FAUD-UNSJ – ARGENTINA	77		
“PROCESOS COLABORATIVOS BIM. UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA CURRICULAR PARA LA CARRERA DE ARQUITECTURA, UNSJ”	90		
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD Y OPTIMIZACIÓN DE LAS ESPECIALIDADES MECÁNICO- ELÉCTRICAS (MEP) EN PROYECTOS BIM	100		
GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD Y OPTIMIZACIÓN DE LAS ESPECIALIDADES MECÁNICO- ELÉCTRICAS (MEP) EN PROYECTOS BIM	100		

EL CAMINO PARA PERFECCIONAR EL RENDIMIENTO DEL PROYECTO: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE PROYECTOS

Author's name: Alfonso Núñez Fernández / Name of the Company: Hexagon PPM

CONTENIDO

1. Introducción a la Transformación Digital.
2. Selección de proyectos y diseño o carga de ingeniería de front-end (FEED / FEL).
3. Captura y verificación del gemelo digital para proyectos.
4. Contratistas y proveedores de materiales.
5. Desarrollo de diseño integrado.
6. Gestión de la información del ciclo de vida de los activos (ALIM) y el gemelo digital.
7. Gestión de materiales, adquisiciones y logística
8. Herramientas de fabricación.
9. Gestión de construcción y contratistas.
10. Gestión de terminaciones, traspaso de gemelos digitales y cierre de proyectos.
11. Conclusión y hoja de ruta digital para la transformación del proyecto.
12. Introducción a la transformación digital

RESUMEN EJECUTIVO

Es importante reconocer que, en la actualidad, con una nueva tendencia enfocada a la Industria 4.0, y los efectos del COVID-19, han reforzado los conceptos y aplicación de una nueva filosofía de trabajo basada en el Gemelo Digital ("Digital Twin"), cuyo entregable final es consecuencia de un acertado y potente despliegue de una metodología denominada Transformación Digital ("Digital Transformation").

A medida que todas las industrias avanzan con una transformación digital específica para su ingeniería y proceso, en ninguna parte es más importante hacerlo bien que con no solo grandes proyectos de activos de capital que involucran un alcance expansivo de trabajo. Una transformación digital para pequeños o grandes proyectos

de CAPEX debe involucrar un hilo digital integral y completo y un gemelo digital que conectará y proporcionará acceso a todas las partes interesadas del proyecto a lo largo del ciclo de vida de diseño / adquisición / construcción. Este hilo digital debe conectar todo el diseño de ingeniería, los datos de construcción y los datos e información del proyecto para el EPC y todos los proveedores y contratistas. Este nuevo concepto proporciona un conjunto completo de soluciones que ofrece el gemelo y la transformación digitales necesarios en el entorno CAPEX actual.

La transformación digital ocupa un lugar prioritario en la agenda de todos los ejecutivos de todas las industrias y se considera un requisito previo para impulsar cambios importantes en la eficiencia y garantizar la supervivencia de las empresas. Este imperativo también se aplica a las industrias de procesos; La transformación digital en los proyectos está impulsada por un menor gasto de CAPEX y la necesidad de entregar los proyectos a tiempo y dentro del presupuesto.

En las industrias intensivas en capital, el 98% de los proyectos / megaproyectos incurren en sobrecostos o retrasos, con aumentos de costos promedio del 80% por encima del presupuesto y un retraso promedio de 20 meses con respecto al cronograma original. La adopción de tecnologías digitales puede reducir los costos y riesgos de construcción y puesta en servicio, eliminar muchos de los costos y retrasos asociados con la entrega. En minería, petróleo y gas, e infraestructura en general, los proyectos futuros podrían tener un 50% / 30% menos de CAPEX / OPEX debido a que las plataformas no tripuladas, los centros de operaciones remotas y la recopilación de datos automatizada reducen el número de empleados. Además, estas inversiones estratégicas pueden, en última instancia, convertirse en centros de ganancias más allá del paradigma tradicional del ROI, resultando en un mayor rendimiento para los accionistas / partes interesadas para nuestras organizaciones de clientes.

La transformación digital de proyectos no es nada nuevo. Durante más de 40 años, se ha venido perfeccionando herramientas de diseño centradas en datos, verificación de diseño basada en reglas y gestión del flujo de datos de un extremo a otro entre herramientas. Se han introducido soluciones para gestionar el diseño, las adquisiciones, los materiales, la construcción, las terminaciones y la cartera, y el desempeño de los proyectos y los contratos. El concepto de proporcionar un repositorio central, consolidado y basado en estándares para datos y documentos con flujo de trabajo para administrar cambios de proyecto, consultas técnicas y otros procesos de trabajo está ahora bien establecido. Juntas, estas tecnologías proporcionan una cadena continua o hilo digital a través del proyecto desde el inicio hasta el traspaso final, construyendo gradualmente una representación virtual o gemelo digital de una instalación. Estas innovaciones garantizan que se pueda proporcionar la información correcta a los usuarios finales en el contexto del trabajo que se está realizando para ayudar a tomar mejores decisiones antes y evitar retrasos en los proyectos y costos adicionales innecesarios.

Lo nuevo es la maduración y la convergencia de tecnologías digitales clave como la Inteligencia Artificial (AI), el aprendizaje profundo, el big data, etc., que ya se han aplicado con éxito.

En una encuesta reciente a ejecutivos de la industria de procesos, los tres principales desafíos identificados a los que se enfrenta su negocio son:

- Gestión / reducción de costes (67%).
- Nuevas tecnologías que obligan a la reorganización / transformación empresarial (52%).
- Gestión de personas, sistemas y procesos (44%).

Estos temas altamente interrelacionados se consideran tanto oportunidades como desafíos; Esto se puede ilustrar en más resultados de la misma encuesta, que muestran que el 60% de los encuestados afirman que su empresa no tiene una hoja de ruta claramente definida para la transformación digital.

Este documento técnico guiará a los ejecutivos responsables de las instalaciones operativas, así como directores de proyectos, a través del proceso de la dirección de proyectos y los de transformación digital, de cómo se pueden adoptar tecnologías existentes y emergentes para transformar digitalmente las operaciones, mejorar la eficiencia y reducir el riesgo.

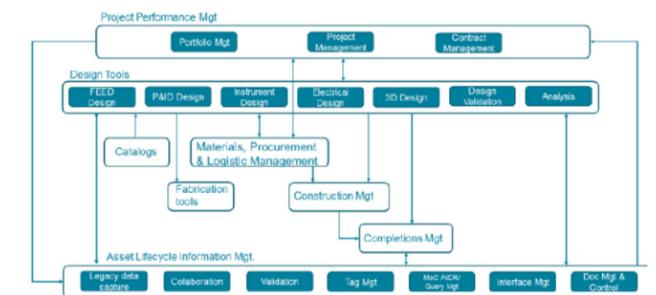


Figura 1 – Vista general del modelo de Transformación Digital para la ejecución de proyectos

2. Selección de proyectos “Front end engineering design FEED” / “Front end loading FEL”

Los propietarios tienen limitaciones de recursos. Una decisión crítica que impacta en el funcionamiento eficiente de la instalación y, en última instancia, la salud financiera de la empresa es la adecuada selección, financiación y seguimiento de proyectos y su cartera de portafolio de proyectos. La idea de una inversión puede tener génesis a través de cualquier número de fuentes, de operaciones, mantenimiento, gestión de activos, requisitos regulatorios, seguridad y otros. Eventualmente, estas ideas deben recopilarse y evaluarse en el contexto de los proyectos en curso y la capacidad de recursos. La priorización para la autorización y el financiamiento generalmente se basa en métricas financieras como ROI, NPV e IRR. así como la puntuación de factores cualitativos como seguridad, alineación estratégica y riesgo, entre otros.

A medida que las ideas se recopilan y evalúan, entran en un proceso de control de puertas “Stage Gates” que permite un enfoque al progreso del proyecto y brinda oportunidades para reevaluación, ajuste o puertas de salida “Toll Gates” según se aclaran los supuestos del proyecto o cambian las condiciones comerciales y del mercado. La gestión de un portafolio de proyectos debe apalancarse sobre una plataforma y herramientas que permitan la recopilación de ideas, evaluación, autorización y aprobación del financiamiento de fondos, así como para evaluar la capacidad de los recursos y gestionar los riesgos y el proceso de “Stage Gates”. El escenario o proceso de control de puertas “Toll Gates” sobre el ciclo de vida del proyecto, comienza con la selección del proyecto y conduce a FEED / FEL como una etapa temprana.

FEED / FEL es la parte más crítica del ciclo de vida de un activo y donde se determinan la mayoría de los costos del proyecto. En esta etapa, se planifica la tecnología de los procesos y la configuración de las instalaciones y de la construcción, y su funcionamiento están determinados. Implementar estos planes correctamente y ayudar al propietario a decidir invertir en una planta, expansión o modificación, es fundamental asegurarse de que todas las piezas del rompecabezas estén debidamente establecidas y configuradas, siendo la seguridad la máxima prioridad. Comenzando con un diseño adecuado como base, es un paso crítico en la creación de un diseño conceptual sólido y permite a la gerencia tomar una decisión de inversión de manera informada. Las iniciativas de digitalización representan un cambio de paradigma en el Proyecto y los parámetros de Excelencia Operacional se toman en consideración en la etapa temprana de estudios y diseño conceptual.

3. Captura y verificación del “Digital Twin” para proyectos “Brownfield”

La mayoría de las instalaciones industriales “Brownfield” tienen poca información digital disponible, pero no todo está perdido. Existen tecnologías y técnicas disponibles en la actualidad que nos permiten recopilar y consolidar datos de fuentes para reconstruir la base de diseño de ingeniería y construir un gemelo digital parcial. Proyectos “Brownfield” tales como extensiones y cambios son a menudo un catalizador para iniciar la reconstrucción de una instalación y su gemelo digital. Esta fase es crucial ya que proporciona la base y el fundamento para todo lo que vendrá en etapas posteriores y se convierte en una “única fuente confiable de verdad” y, en cierta medida, desplaza a los antiguos sistemas de registro en iniciativas de Transformación Digital.

El escaneo láser puede capturar la geometría de una instalación para proporcionar una base geométrica precisa para Modelado 3D, un sistema DCS se puede utilizar para establecer datos de instrumentación, los P & ID se pueden convertir a partir de archivos CAD 2D poco inteligentes a P & ID inteligentes. La Gestión de la información del ciclo de vida de los activos (ALIM) se utiliza como base para capturar datos importantes clave para proyectos “Brownfield”, incluida información no estructurada, como imágenes escaneadas, o documentación de hojas de datos de Excel y bases de datos de soluciones de puntos legada que luego se pueden extraer, validar y consolidar estos datos y su documentación. La clave aquí es cubrir la captura de los datos legados “Brownfield” y recrear el gemelo digital con más detalle, a través de un proceso llamado “Transformación Digital de las operaciones de las instalaciones”.

Una vez que se captura la base de diseño de ingeniería para la instalación o parte de la instalación involucrada en el proyecto, se puede poner a disposición de ingenieros, contratistas y proveedores para realizar un eficiente desarrollo de la ingeniería de proyecto.

4. Contratistas y proveedores de materiales y equipos

Los proyectos dependen de contratistas y proveedores estratégicos. Las asociaciones con estos proveedores se establecen en las etapas tempranas del ciclo de vida del proyecto y, a menudo, incluso antes del proyecto. Los contratos con estos socios estratégicos establecen los acuerdos legales entre las partes que permitan las relaciones comerciales y la entrega de servicios. Estos acuerdos incluyen especificaciones sobre cómo se intercambiarán los datos y establecen el marco contractual de colaboración habilitado por el nuevo ecosistema de trabajo. Adicionalmente por el lado del contrato, el progreso y avance del trabajo y los entregables del proveedor deben ser administrados, generalmente por alguien que entienda el trabajo, los productos proporcionados por los proveedores, así como el pago de las certificaciones. Estos procesos operativos son fundamentales para permitir las contribuciones de los proveedores de los proyectos FEED / FEL.

5. Desarrollo de un diseño integrado

Las herramientas de diseño centradas en datos “Data Centric” son importantes en este proceso de Transformación Digital y hoy es imprescindible trabajar dentro de una suite integral de herramientas que toman las herramientas de entrada de simulación de procesos y use esto para realizar el diseño FEED para producir PFDs y pasar estos datos a través de un diseño básico y detallado con el creación de datos P&ID, diseño de instrumentos y eléctrico, y modelado 3D. Dibujos y documentos tradicionales (P & ID, diagramas de bucle, hojas de datos de instrumentos, línea única diagramas, arreglos, planos de parcelas, isométricos, etc.) son reemplazado por informes generados a pedido de la base de datos de ingeniería subyacente. Para instalaciones industriales “Brownfields” donde no existe un modelo 3D, una nube de puntos de escaneo láser puede ser importado en el modelo 3D y utilizado como base para modelar contra la realidad.

Los datos se intercambian entre herramientas de diseño a través de un proceso, de manera que los datos no se sobrescriban en las herramientas sin decisión expresa del responsable del diseño de ingeniería. De esta forma, los cambios que ocurran, como cambiar el tipo de instrumento en un P&ID, por ejemplo, se transmitirá a instrumentación y el modelo 3D de forma controlada. La calidad del diseño de ingeniería se garantiza mediante el uso de catálogos estándar que contienen estándares de tuberías y otras definiciones comunes de otros artículos o items, así como las reglas de integridad del diseño que están disponibles como un estándar, pero que se pueden complementar con reglas adicionales creadas por expertos.

Estos catálogos reducen los errores de diseño, reducen variabilidad en el diseño y el costo de los materiales MRO.

Las herramientas de diseño integradas deben garantizar una alta calidad, diseño consistente, reducir el riesgo de errores, promover la reutilización de los diseños y, por lo general, reducir el esfuerzo de diseño en un 30% en proyectos

Las herramientas de diseño intercambian datos y documentos publicados a través de una red principal céntrica ALIM, donde los datos se consolidan y ponen a disposición de todas las partes interesadas del proyecto. Las reglas de precedencia determinan qué datos serán mostrados por las herramientas de diseño.

En el caso de los proyectos “Brownfield”, tenemos la única capacidad para administrar ingeniería concurrente centrada en datos “Data Centric”. Esto ofrece la ventaja de que los datos “tal como serán utilizados” sin molestias para los usuarios normales, mientras que los datos se trabajan en proyectos de forma separada dentro del sistema por personal del proyecto. Los proyectos varían enormemente en tamaño, duración y responsabilidad. Una vez que se completa un proyecto, los datos y los documentos se pueden fusionar de nuevo en un área denominada “tal como será operado” y estar disponibles para todos los usuarios. Este es un proceso complejo, ya que los elementos pueden verse afectados por varios cambios en paralelo y los datos en el “el área operada” pueden cambiar durante los muchos meses que puede llevar un proyecto. Nuestro proceso de ingeniería concurrente centrado en datos “Data Centric” proporciona visibilidad a través de proyectos, informes de inconsistencia para resolver conflictos y asegura que los proyectos sean notificados cuando se produzcan cambios en la base de diseño de ingeniería “tal como será operado” que les sea impactados. Estas innovaciones garantizan que los proyectos no se ejecuten en un “silo”, sino que tengan en cuenta otros proyectos en curso y el gemelo digital en evolución “tal y como será utilizado”, ~~lo que reduce la necesidad de costosos reprocesos y retrasos.~~

6. La Gestión del ciclo de vida de los activos (ALIM) y el "Digital Twin"

Además del legado de información capturado, los datos y los documentos publicados desde el diseño, las herramientas, los datos del proyecto y la documentación suelen ser enviados por contratistas y proveedores. Un sistema de gestión del ciclo de vida de activos (ver cuadro de texto) debe permitir la planificación, presentación, validación y revisión de entregables de información sobre proyectos. Entregables centrados en datos, como registros de etiquetas, referencias, modelos 3D, etc., así como documentos entregables como documentos de proveedores y contratistas y dibujos de una amplia variedad de herramientas de terceros. El gemelo digital de la instalación industrial se construye gradualmente a partir de la información enviada por los contratistas y proveedores a medida que evoluciona el proyecto. Relaciones complejas se definen previamente para la configuración del gemelo digital, incluyendo aquellos entre la intención de diseño (TAG – Etiquetas), los modelos de proveedor y desglose de equipos físicos e instalaciones por georreferencia, sistema, disciplina y suministro (orden de compra / contrato) se gestionan en la red troncal de ALIM.

Los modelos 3D de una amplia gama de proveedores se pueden convertir y cargar en el sistema con la inteligencia necesaria para soportar la navegación inteligente con otros datos y dibujos recientes 2D y documentos. Los datos también se pueden extraer de los entregables de información enviados como documentos no estructurados y planos y consolidados en el gemelo digital utilizando los mismos procesos que para el legado de datos e información.

Todas las partes interesadas del proyecto: contratistas, proveedores, autoridades, etc., pueden enviar, ver / navegar y marcar información, crear o actualizar información y procesar flujos de trabajo de acuerdo con sus derechos de acceso utilizando un código de acceso de un cliente web, ya que solo se necesita acceso a un navegador web. Los datos entrantes se guardan y validan en un área de preparación que debe emplear un sistema a modo de motor de validación incorporado antes de ser entregado al gemelo digital.

La revisión de los entregables del proyecto está automatizada por flujos de trabajo, un proceso patentado que puede usar metadatos de etiquetas (TAG) para determinar que los especialistas de las disciplinas apropiados puedan revisar cada entregable. Todas las respuestas, acciones y las consultas entre las partes interesadas del proyecto se gestionan dentro de la solución de forma colaborativa, como se muestra en la figura 2.

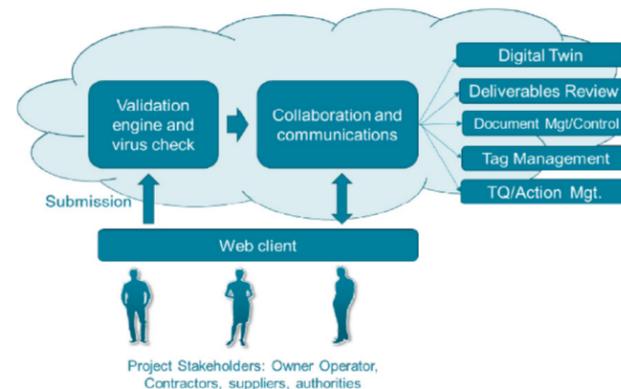


Figura 2 – ALIM flujo de información

Un sistema de gestión colaborativa de activos mejora la eficiencia de la revisión de los entregables del proyecto en un 12%, reduce el tiempo del ciclo de revisión en un 50% y ayuda a reducir las órdenes de cambio en un 10% al proporcionar una visibilidad temprana de problemas que necesitan resolución. Estas mejoras dan como resultado ahorros estimados en \$ 53 millones por \$ 1 mil millones CAPEX aproximadamente.

7. Gestión de materiales, adquisiciones y logística

La gestión de materiales es un puente importante entre la ingeniería, las adquisiciones y la construcción (EPC). Empezando por ser un colector de todo tipo de listas de materiales desarrolladas por las herramientas de diseño, un buen sistema de gestión de materiales puede manejar grandes cantidades de datos e integrarse con varios sistemas ERP como SAP, Oracle EBS, entre otros.

La solicitud automatizada y basada en reglas de las listas de materiales (BOM) de ingeniería se utiliza para identificar cambios y transformar datos de ingeniería en datos de adquisiciones en forma de requisición. Una vez aprobadas las requisiciones, adquisiciones gestiona y normalmente agrupa o divide varias solicitudes en una o más consultas para obtener cotizaciones de proveedores.

Una herramienta centralizada y colaborativa, a manera de un portal web de emplearse para brindar acceso a proveedores, subcontratistas y contratistas para que puedan responder digitalmente a las solicitudes de cotización y descargar / cargar documentos y proporcionar información sobreprecios y horarios de entrega. El portal simplifica y acelera la comunicación entre todas las partes. Según las ofertas entrantes, el comprador adjudicará a uno o más proveedores y cortará una orden de compra o una liberación.

Una vez que se coloca la orden de compra o el subcontrato, se realiza un seguimiento del progreso mediante la agilización y la inspección. Las visitas están planificadas y coordinadas. Los proveedores proporcionan información de embalaje para la aprobación del departamento de tráfico. Los elementos transitorios del proceso proporcionan los detalles del envío.

Una vez que los materiales llegan al sitio de construcción, es recomendable emplear una aplicación móvil (código de barras, RFID) para registrar la recepción, traslado de mercancías, localización de material, creación de listas de selección y gestión de inventarios. Una solución de gestión de materiales proporciona información para la gestión de la construcción sobre el estado del material para la planificación y ejecución de la construcción. Los costos de materiales deben ser monitoreados y controlados ya que esto es el 50% de TIC. La integración entre el sistema de gestión de materiales, la gestión de proyectos y el sistema de contabilidad financiera ERP permite manejar las cuentas de costos, requisiciones, órdenes de compra y los pagos se vincularán para que los valores comprometidos se puedan controlar de cerca con los valores presupuestarios planificados y cantidades. Una eficaz herramienta de gestión de materiales ayuda a reducir los costos de los proyectos "Greenfield" y "Brownfield", pues

permite, comprimir horarios y tiempos, mejorar la gestión de riesgos y permitir que las empresas actúen globalmente para mantener la ventaja en un mercado altamente complejo, internacional y competitivo.

8. Herramientas de fabricación

Los procesos y herramientas de fabricación, debidamente integradas, incluyen un enfoque ascendente único para controlar el proceso de producción completo dentro de los astilleros y fabricantes, basado en conceptos de Industria 4.0. Estas herramientas contienen funcionalidades para la preparación del trabajo, anidamiento de piezas y generación de control numérico (NC) con carga, equilibrio de materiales y recursos en una única solución integrada.

Es importante que este proceso se integre con los diseños 2D / 3D, el cronograma, la gestión de materiales y las máquinas robóticas desplegadas en la maestrana.

Una solución como ésta, aumenta considerablemente la utilización de materiales y recursos, gestiona los remanentes, mejora el horario y flujo de material, y reduce significativamente las horas-hombre requeridas en la preparación del trabajo. Se puede lograr una optimización significativa del material. Se puede obtener una retroalimentación en tiempo real de las máquinas de la planta y estaciones de trabajo para proporcionar información valiosa sobre el progreso del trabajo en un momento dado.

Durante la fabricación, también se puede hacer un mayor uso del escaneo láser para capturar el estado de los módulos fabricados y contrastarlos contra el diseño en el modelo 3D para asegurarse de que el ensamblaje proceda sin problemas e identifique cualquier problema lo antes posible.

9. Administración de la construcción y los contratistas

Usando información actual de los modelos 3D, herramientas de ingeniería 2D, gestión de materiales, control de proyectos, y sistemas de programación, un modelo de gestión de construcción garantiza que se puedan tomar decisiones precisas y oportunas con la información más actualizada necesaria para optimizar la planificación y ejecución de la construcción. Durante el diseño, incluso antes de que se considere la movilización, se puede comenzar con el empaquetado del trabajo avanzado (“Advanced Work Package” – AWP). AWP se puede utilizar para alinear todo el proceso EPC para garantizar una secuencia de construcción eficiente con minimización de riesgos y máxima productividad. A través de herramientas potentes de gestión de la construcción, los usuarios pueden ver y filtrar modelos y dibujos 3D con 4D mejorando la animación para verificar la secuencia de construcción con nuevos y potentes filtros preconfigurados y reglas de selección para un modelo 3D.

La planificación temprana de la construcción basada en reglas y gestión del paquete de trabajo de construcción (“Construction Work Package” – CWP), se proporciona el horario y la documentación de apoyo, desglose posterior del CWP y constructibilidad de los paquetes de trabajo de soporte de instalación (“Installation Work Package” – IWP), que debe incluir animación 4D y enlaces a dibujos y documentos, así como las restricciones del IWP. Debe brindar, además, la capacidad para proporcionar al planificador información sobre la constructibilidad de IWP antes de su emisión a campo para garantizar que la secuencia de los IWP esté libre de conflictos, tengan sentido lógico y comprobar la disponibilidad de material.

Los paquetes de trabajo de instalación se pueden descargar a una aplicación móvil para su uso sin conexión. La aplicación móvil hace más fácil el trabajo para los equipos de campo puedan conectarse con la oficina desde casa y permite a los usuarios ver, actualizar y monitorear el paquete de trabajo desde el campo en tiempo real. Esto ofrece una eficiencia y mejoras significativas en la ejecución de un paquete de trabajo con menos papel, junto con ahorros de tiempo y costos. Las prórrogas de trabajo también pueden ser entregadas dentro de la gestión del completamiento.

Estos procesos y sus herramientas de construcción generalmente pueden ayudar a ahorrar el 10% de los costos de construcción en los proyectos. La gestión de contratos, la gestión de cambios de contratos y la gestión de cambios en el presupuesto del proyecto son tan importantes durante la construcción e instalación como durante las fases de diseño y adquisición. Los procesos de para medir y controlar el rendimiento de proyectos ofrece la posibilidad de comparar las cantidades y las horas de instalación reales con valores planificados del alcance total. La productividad y el rendimiento se pueden monitorear y acumular para ser visibles en diferentes niveles para su gestión. El progreso se puede agregar y combinar con el progreso de otros departamentos para una perspectiva total del proyecto. Cuando se produce un cambio, como sucede inevitablemente en los proyectos, el sistema de rendimiento proporciona las herramientas para gestionar el cambio a través de una funcionalidad separada pero integrada para la gestión del cambio de proyecto y cambio de contrato e integraciones con los procesos y herramientas de adquisiciones y contratos.

10. Gestión del completamiento, entrega del gemelo digital y cierre del proyecto

Un buen sistema de gestión del completamiento basada en la nube puede funcionar en un entorno independiente o integrado con el ecosistema más grande de ingeniería y proyectos. Proporciona visibilidad de las terminaciones en todo el ciclo de vida de proyectos industriales, tanto grandes como pequeños. Crea una base de datos de información con trazabilidad y responsabilidad para el cuidado, la custodia y el control mediante la gestión de los requisitos de rotación y asegurando una transición perfecta a las operaciones y el mantenimiento. Se centra en la recopilación y reutilización de las mejores prácticas para eliminar (o reducir en gran medida) la “recreación de la rueda” de un proyecto a otro, mientras proporciona informes de planificación, ejecución y terminaciones coherentes.

El proceso del sistema consolida la información de los activos y verifica la instalación, las pruebas y el rendimiento de todos los equipos, instrumentos, tuberías y puntos de E / S del sistema de control. Utilizando el concepto avanzado de “paquete de trabajo” (“Work Package” – WP), las empresas están facultadas para desarrollar todos los paquetes de trabajo de las diferentes disciplinas en una fracción de tiempo y costo del enfoque tradicional. La combinación de aplicaciones móviles y en la nube (“online” / “offline”), tecnología de formatos inteligentes “Smart Forms”, junto con las técnicas de modelado, permitirá a una empresa ofrecer mejores informes de calidad con un esfuerzo reducido. Una plataforma flexible garantizará la integridad del sistema al tiempo que ofrece el producto final que cumple con las especificaciones ISO o estándares del más alto nivel.

El gemelo digital debe basarse en Especificaciones de transferencia de información para instalaciones de capital (“Capital Facilities Information Handover Specification” – CFIHOS, para transferencia de datos e información que define los datos y documentos requeridos por los operadores propietarios, incluyendo:

- Datos necesarios para poblar los sistemas del software operativo (mantenimiento, confiabilidad, inspección sistemas, etc.).
- Datos y documentos requeridos para procesos de trabajo específicos (preparación operativa, bloqueo / etiquetado, detección y reparación de fugas, inspección isométrica, etc.).
- Datos y documentos necesarios para el cumplimiento de la gestión de seguridad de procesos, detallando el destino final de todos los datos y documentos que deben entregar los contratistas.

También se detalla la forma y el formato de los archivos de carga necesarios para mantener de manera perenne los sistemas de software operativos.

El gemelo digital creado durante el proyecto está disponible automáticamente tanto para el proyecto como para las operaciones. y proporciona una plataforma para mantener el gemelo digital durante la fase de operaciones del ciclo de vida de los activos. Esto significa que el gemelo digital se lleva adelante de manera inteligente a través de cada etapa del proyecto evitando la necesidad de transferir o recrear información y elimina la necesidad de entregar el proyecto final a operaciones. Este hilo digital ininterrumpido elimina el costo de inversión total típico del 1% al 4% asociado con la transferencia y la fuente de muchos retrasos potenciales en la ejecución del proyecto y el arranque de las operaciones.

Una vez que el proyecto está completo, debe cerrarse financieramente. Esto incluye cerrar contratos y órdenes de compra y liquidación de reclamaciones a través de un proceso consistente de compras. El proyecto puede continuar acumulando costos. Cuando se cierran todos los costos, la solución de desempeño del proyecto puede ayudar a identificar el valor de transferencia del libro de cuentas de activos y el proceso de trabajo de transferencia de activos, así como la gestión del proceso general de trabajo de cierre del proyecto. Finalmente, los costos del proyecto se pueden consolidar y archivar o alimentar a la base de datos histórica de estimaciones para cerrar el ciclo de costos y aprovechar las estimaciones futuras.

11. Conclusión y hoja de ruta digital para la transformación digital

Una mejor práctica para el eficaz y eficiente manejo del desarrollo y ejecución del ciclo de vida de un proyecto de inversión de capital de infraestructura, requiere de un sólido conjunto de soluciones que gestionen el rendimiento del proyecto, un diseño integrado, gestión colaborativa de materiales, adquisiciones, logística, fabricación, construcción y completamiento para optimizar la entrega eficiente del proyecto y construir gradualmente el gemelo digital para una eficacia y seguridad de las operaciones.

Desde las etapas tempranas de la idea hasta el cierre del proyecto, un hilo digital está continuamente mantenido a través de todos los procesos.

El gemelo digital se construye gradualmente durante el proyecto y luego entregado “in situ” ahorrando el costo y los retrasos que se encuentran comúnmente en el traspaso final a las operaciones.

Las operaciones pueden continuar manteniendo el gemelo digital en el sistema ALIM con operaciones adecuadas para su propósito, gestión del cambio y otros procesos.

Es muy importante que las organizaciones desarrollen esfuerzos de I + D +I, a fin de continuar explorando más las tecnologías digitales para mejorar la efectividad de los proyectos, incluyendo:

- Integración basada en objetos a través de APIs donde las etiquetas (TAGs) fluyan automáticamente entre las diferentes disciplinas de diseño basadas en reglas de madurez del diseño.
- Objetos más que gráficos basados en base de archivos para mejorar aún más el rendimiento de visualización y reportes gráficos.

- Drones aerotransportados para monitorear y medir el progreso de la construcción contra el progreso planificado e informado.
- Inteligencia artificial (AI) para optimizar, estandarizar y garantizar la integridad del diseño en todas las áreas, dentro de una instalación y entre proyectos.
- Movilidad de la fuerza laboral empresarial, proporcionada a través de una plataforma de código bajo / código cero que pueda ofrecer una plataforma de aplicaciones móviles y orquestación de aplicaciones cruzadas, lo que permite a las partes interesadas del proyecto mayores acceso al gemelo digital durante el proyecto y para capturar información y responder a los procesos de trabajo en campo.

BIM: NUESTRO PEQUEÑO BIG DATA

Enrique Sánchez Acosta, Doctor en Tecnologías de la Información Aplicadas
Fernando Valderrama, Arquitecto
RIB Spain = Presto + iTWO Software para la construcción

De la digitalización a la informatización

La aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial requiere grandes cantidades de datos digitalizados para extraer patrones y aplicar algoritmos. Hay sectores de la industria donde estos datos existen de forma natural, pero no es el caso de la construcción, donde los modelos económicos, de gestión del tiempo y la información propia del diseño, si bien están en formatos digitales desde hace muchos años, no están informatizados en el sentido literal del término. Es decir, se mantienen como datos aislados, no relacionados ni vinculados entre sí y por tanto no configuran un sistema de información como tal.

BIM viene a cambiar esta situación, estimulando la interconexión de estas islas de datos, tanto entre sí, como entre unos proyectos y otros o entre los proyectos y referencias, normas o protocolos exteriores.

A partir de las experiencias realizadas por los autores en modelos BIM se han generado estadísticas que demuestran y cuantifican el enorme volumen de datos gestionados, se proponen utilidades, aplicaciones y retos innovadores y se debate sobre los modelos más adecuados para estructurar, o no, los datos, de manera que sean aplicables los algoritmos y se libere el enorme potencial que contienen y que constituyen el auténtico y todavía desconocido Big Data de la construcción.

CONTENIDO

BIM: Nuestro pequeño Big Data

Antecedentes

El diseño paramétrico

Diseño de plantas

Gramáticas formales

Datos, información, conocimiento, sabiduría

Necesidad de datos

Nuestro pequeño Big Data

Ejemplos

¿De quién son los datos?

Trabajos futuros

Referencias

Antecedentes El diseño paramétrico

La expresión “inteligencia artificial” es realmente un concepto elusivo, en el sentido de la definición que alrededor de 1990, y que sigue siendo vigente, daba César Pérez-Chirinos, asesor en Tecnología e Innovación de la Secretaría General de Hacienda y Política Financiera, del Ministerio de Economía y Transformación Digital de España: “Inteligencia artificial es todo aquello que todavía no hacen los ordenadores”

Cada vez que se resuelve informáticamente un objetivo que hasta ese momento se suponía como parte de la inteligencia artificial recibe un nombre y sale de ese campo, como “traducción automática” o “reconocimiento de imágenes”.

El intento de utilizar el ordenador para resolver problemas complejos, como el diseño de arquitectura, es tan antiguo como los propios ordenadores.

El origen se puede rastrear hasta Christopher Alexander, el arquitecto que estaba en el MIT en el momento adecuado. En una visión extraordinariamente reduccionista afirmó que escribiendo las reglas que describen un problema de diseño el ordenador sería capaz de encontrar rápidamente la mejor solución (Alexander, 1977). Sus libros solo tienen hoy interés histórico porque la solución de problemas complejos es mucho más compleja que los propios problemas. Para él, por ejemplo, la ciudad era simplemente un árbol, un sistema de relaciones jerárquicas. Más tarde corrigió y dijo “la ciudad no es un árbol”, pero solo porque la convirtió en un semirretículo, un árbol en el que cada hoja puede pertenecer a más de una rama. Antes que ver el ordenador como una mano para dibujar, lo ve como un cerebro para pensar: es mucho más atractivo.

Sus ideas se han ido actualizando y adaptando con el tiempo a las nuevas tecnologías, tanto es así que en una entrevista más o menos reciente (Crosbie, 2018) comentó como una Inteligencia artificial basada en aprendizaje profundo o DDN (Deep Neural Network) sería capaz de determinar, una vez entrenada correctamente, cómo debe ser un espacio arquitectónico “espiritual”, basándose en las percepciones humanas de proporción, iluminación, altura, olores o cualidades auditivas. En sus propias palabras “El trabajo se basa principalmente en la disponibilidad de datos y cuantos más mejor.”

Los conocimientos de la época sobre la estructura del proceso de diseño eran imperfectos; se hablaba de creatividad y metodologías de proyecto donde hoy se hablaría de paradigmas y refinamiento de prototipos. De esta forma, se pensaba que habría un sistema que a partir de unas condiciones, determinaría un universo de soluciones y sería capaz de elegir la buena.

El tiempo demostró el carácter irreal de estas pretensiones. Las dificultades demostraron ser insalvables. Los pioneros cambiaron de actividad y muchas veces se dedicaron a desprestigiar el ordenador. Ya que ellos no habían llegado a ningún lado, dudaban de que otros lo hicieran.

Conceptos paramétricos

En el campo de los costes, que incluye la definición de las especificaciones de las unidades de obra que forman un proyecto, la idea de los conceptos paramétricos, ya imaginada por Requena en 1975 (Rubio Requena, 1975), utiliza la definición de unas reglas y la selección de unos parámetros y genera tanto el análisis de los precios unitarios como sus textos.

m ² CUBIERTA PLANA C/318(27.1)										
TIPO	MATERIAL	ALTIMA MEDIA (cm.)	PRELADO	FORMACION	RECURSOS CON MONTES	CAPA DE COMPRESION	JUNTA DE DILATACION	REVESTIDO PROTECTOR	REVESTIDO INTERMEDIO	REVESTIDO FINAL
1	CONCRETO	10		PAVIMENTO	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Rubio Requena, Conceptos paramétricos

La primera implantación comercial de esta idea fue en 1987, en el programa holandés Ibis-Calc, de Brink Groep, comercializado entonces por Intergraph.



Ibis-Calc, Conceptos paramétricos

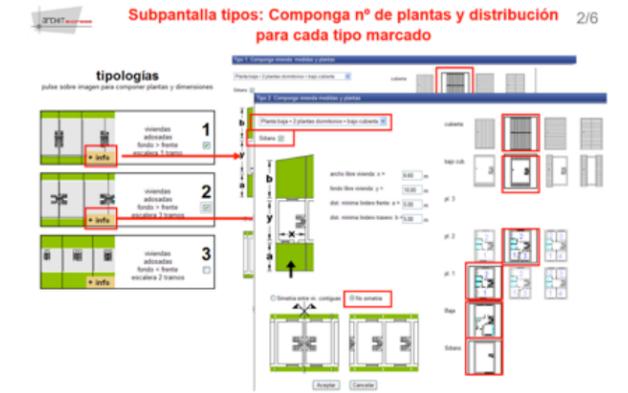
Una vez definida una sintaxis, el usuario sólo tiene que dar valor a los parámetros para obtener el resultado. Con un mismo concepto se pueden generar miles de derivados. Se impiden también mediante reglas las combinaciones inválidas, por lo que es una verdadera herramienta de ayuda al diseño, ya que no solo ahorra tiempo sino que completa el conocimiento de la construcción del profesional que lo usa.

Diseño de plantas

Las ayudas al diseño en este aspecto se han centrado en la generación automática de distribuciones en planta, como las aportaciones realizadas por Canivell en fecha tan temprana como 1988 (Canivell, 1988) basados principalmente en algoritmos de análisis de grafos.

Aun es anterior Gene, un programa de simulación que genera plantas, de Javier Seguí, citado en (Negroponte, 1975).

Pero treinta años después no se ha avanzado nada. Architexpress, un programa realizado en 2014 por el arquitecto Oscar Rodríguez-Mora que genera plantas en condiciones no triviales, se abandona sin más desarrollo.



Architexpress, Oscar Rodríguez-Mora

Otros intentos recientes en ese sentido como Architizer ya declaran las limitaciones de su alcance. (Bahadusingh, 2020)

Aun así, no son técnicas de inteligencia artificial estrictamente hablando o al menos no utilizan ningún tipo de aprendizaje automático, sino que se trata de algoritmos, que forman parte en realidad del diseño paramétrico o de patrones visto en el apartado anterior.

Gramáticas formales

A medida que pasa el tiempo la potencia de los ordenadores sube y las expectativas, paradójicamente, bajan. Según la ley de Moore G., cofundador de Intel, (Moore, 1965) la cantidad de transistores por superficie se duplicaría cada dos años, lo que puede suponer que de aquí a 2050 se duplicará casi 15 veces la potencia de los ordenadores actuales. Sin embargo, la capacidad para utilizar esa potencia no va al mismo ritmo.

Las gramáticas formales son un paso interesante en la búsqueda de un diseño asistido. Se trata de un sistema de formas geométricas que incluye unas reglas de reproducción de aplicación más o menos aleatoria. Un fractal es una gramática formal automática.

El desaparecido William Mitchell popularizó este concepto en el mundo de la arquitectura en los noventa. (Mitchell, 1990)

El Frank Lloyd Wrighter es una gramática formal de George Stiny basada en una idea original de Hugh Rorick. Consiste en un conjunto de algoritmos, con algún componente de azar, que genera plantas con el estilo particular de las Casas de la Pradera de las viviendas de Wright. (Stiny & Gips, 1971)

Otros sistemas similares generan villas palladianas, como “Villa Hollywood” o “Villa Wine”, o las Casas de Malagueira de Álvaro Siza (Heitor, 2003).

El desarrollo de una gramática de este tipo requiere partir de un estilo que tenga unas características particulares, fácilmente reconocible, y encontrar las reglas que generan resultados con esas características. Mitchell y Stiny realizaron diversos trabajos a lo largo de los años basándose en este tipo de gramáticas formales, utilizándolas incluso para el diseño de jardines (Stiny & Mitchell, The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens, 1980)

Se pueden llamar también “autómatas celulares”, en honor al juego de la vida, creado por John Horton Conway. (Damerow, 2012) Un trabajo con este nombre de Thomas Kvan (Herr, 2007) genera automáticamente edificios como los imaginados por Efrén García Grinda y Cristina Díaz Moreno en el proyecto de Aomori, en 2001, basándose también en los modelos computacionales colaborativos de trabajos previos de Kvan (Kvan, 2000).



Kvan, Alternativas del proyecto Aomori

Datos, información, conocimiento, sabiduría

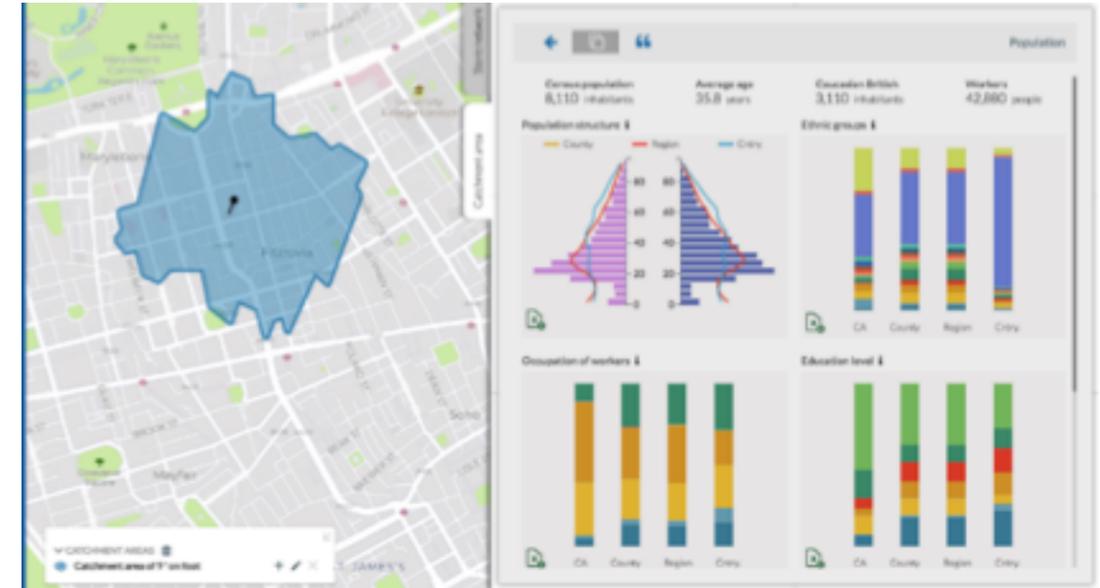
Necesidad de datos

Todos los enfoques anteriores están basados en reglas escritas por un experto. Pero como dijo Polanyi, sabemos más de lo que podemos decir: (Polanyi, 1966)

De esta forma, los problemas de verdad no se pueden resolver mediante algoritmos predefinidos, sino buscando patrones que manualmente no se detectan, o se detectan, pero no sabemos explicarlos. Esta es la base fundamental de lo que hoy se conoce como aprendizaje automático, una de las ramas más recientes de la inteligencia artificial. Y para encontrar patrones hay que disponer de un gran número de datos. Es decir, o tenemos reglas (algoritmos), o tenemos datos.

Los campos en los que ha tenido éxito algo parecido a la inteligencia artificial son los campos en los que hay datos, como el sector inmobiliario, por su naturaleza de mercado que opera en el espacio abierto.

Geoblink, una empresa española especializada en inteligencia de ubicación, la recopilación y el análisis de datos geospaciales para ayuda a la toma de decisiones de negocio basadas en la ubicación, fue catalogada como una de las 50 startups más innovadoras por las aplicaciones que ofrecía su análisis de datos (Geoblink, 2020). Su principal función es recopilar y enriquecer diferentes tipos de grandes conjuntos de datos, como datos GPS, datos transaccionales, datos sociodemográficos, tráfico de peatones o datos de puntos de venta, para ser utilizados en análisis geospaciales profundos.



Geoblink, datos de habitantes y transeúntes en una zona de Londres

Un entorno así permite crear combinar y cruzar los datos públicos para generar información, dando lugar tanto a proyectos de investigación como a iniciativas empresariales.

Pero la actividad constructora en general no produce datos públicos y esto puede llegar a ser un problema a la hora de generar la información necesaria para el entrenamiento de las redes neuronales utilizadas en el aprendizaje automático.

Uno de los países considerados como más avanzados en el mundo BIM y en general en la mejora de la construcción es Reino Unido. Muchas de sus decisiones han estado basadas en la recopilación duradera y sistemática de datos, en algunos casos, desde el final de la Segunda Guerra Mundial, cuando se produjo una gran inversión en hospitales y escuelas, de todo lo cual se llevó un registro exhaustivo de tiempos y costes.

Un claro ejemplo de ellos son las primeras curvas “S” predictivas, generadas durante la construcción de los hospitales de la seguridad social británica, recopiladas por Hudson (Hudson, 1978).

Otro caso es el sistema predictivo de duración de las obras desarrollado por BCIS (Joe Martin, 2006) en base a cientos de casos reales.

De hecho, uno de los resultados del informe Rethinking Construction (Egan, 1998) solicitado por el ministro de Construcción del Reino Unido, es la creación de los Key Performance Indicators, con la publicación del KPI Report (The KPI Working Group, 2000).

- Tiempo
- Coste
- Calidad
- Satisfacción del cliente
- Modificaciones del proyecto
- Rentabilidad
- Seguridad y salud

Pretender obtener resultados de inteligencia artificial sin datos es la contrapartida de escribir un programa de cálculo sin saber resolverlo manualmente antes. Y, además de generar datos, medir es mejorar.

Nuestro pequeño Big Data

Los modelos BIM son depósitos naturales de datos, tanto si se conservan en archivos de intercambio IFC como en sus archivos nativos.

Para utilizar los datos BIM hay que extraerlos de estos archivos de forma que sean gestionable por los sistemas de análisis y minería de datos. La experiencia de los autores trabajando en RIB Spain es que la geometría, convertida en líneas de medición (take-off lines), completada con los valores de los parámetros de todos los elementos, y asociada a unidades de obra (work items) bien definidas y a actividades o tareas, es una potente base de datos en la que se puede encontrar información más allá de la que se requiere para sus objetivos iniciales, relacionados con el tiempo y el coste.

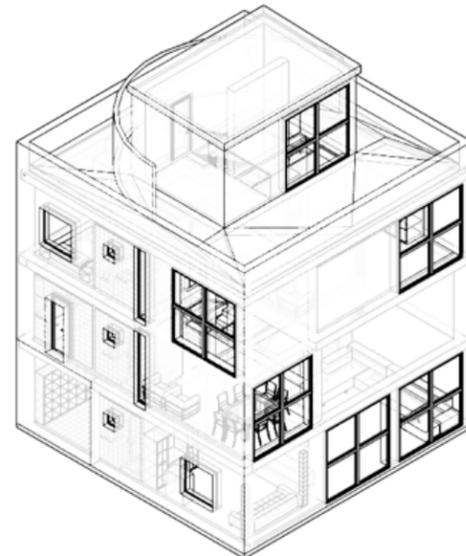
	Elementos		Valores		
	Nº	/m2	Nº	/m2	/Elem.
ARQ	5.594	19	47.464	158	8
EST	594	2	8.084	27	14
MEP	1.464	5	50.701	169	35
Total	7.652	26	106.249	354	

Estadística de elementos y parámetros de un modelo BIM

Esto da lugar a varios millones de datos por proyecto, que están bastante estructurados y por tanto se pueden procesar para encontrar reglas de comportamiento.

Ejemplos

RIB Spain lleva trabajando varios años en la obtención de datos de los modelos BIM tanto a nivel paramétrico como geométrico llevándolos a su programa de mediciones Presto desde diferentes fuentes de datos. Existen números casos de éxito donde estos datos han servido para realizar la medición, planificación y presupuesto de los modelos BIM. Como ejemplo el modelo de la sencilla vivienda unifamiliar de la figura contiene 2000 elementos y más de 75.000 parámetros utilizables a través de Cost-it.



Modelo de la Casa Turégano de Alberto Campo

Tabla	Elem...	Descripción
1	Agenda	7 Información asociada a días, meses y años
2	Archivos	102 Archivos incorporados al presupuesto
3	AsociadoCon	144 Relación entre los archivos y los conceptos a los que están
4	Conceptos	252 Conceptos, incluyendo espacios, tareas, entidades y contra
5	Espacios	12 Relación entre conceptos de tipo espacio y números de fas
6	Fases	376 Datos asociados a las relaciones por certificaciones o espac
7	Mediciones	1.969 Líneas de medición
8	Relaciones	244 Parejas entre cada concepto superior e inferior
9	ValoresVar	75.041 Valores asignados a una variable en un concepto o línea d
10	Variables	1.511 Variables de la obra

Datos exportados a Presto

Sin embargo, hace falta un paso mas para el uso de la inteligencia artificial en este campo, la compartición de datos y modelos.

Nuestro pequeño Big Data: mediciones de un modelo BIM

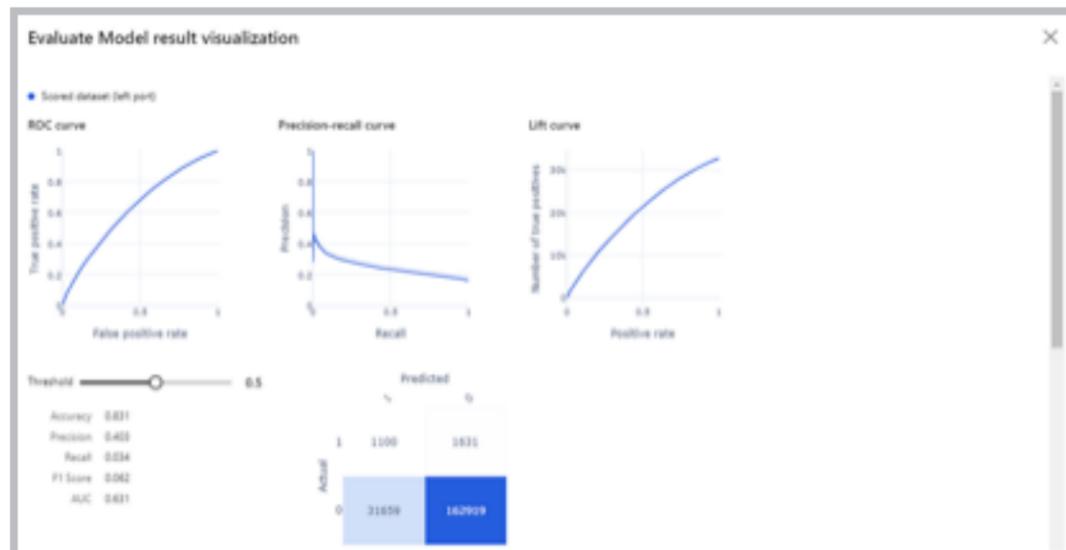
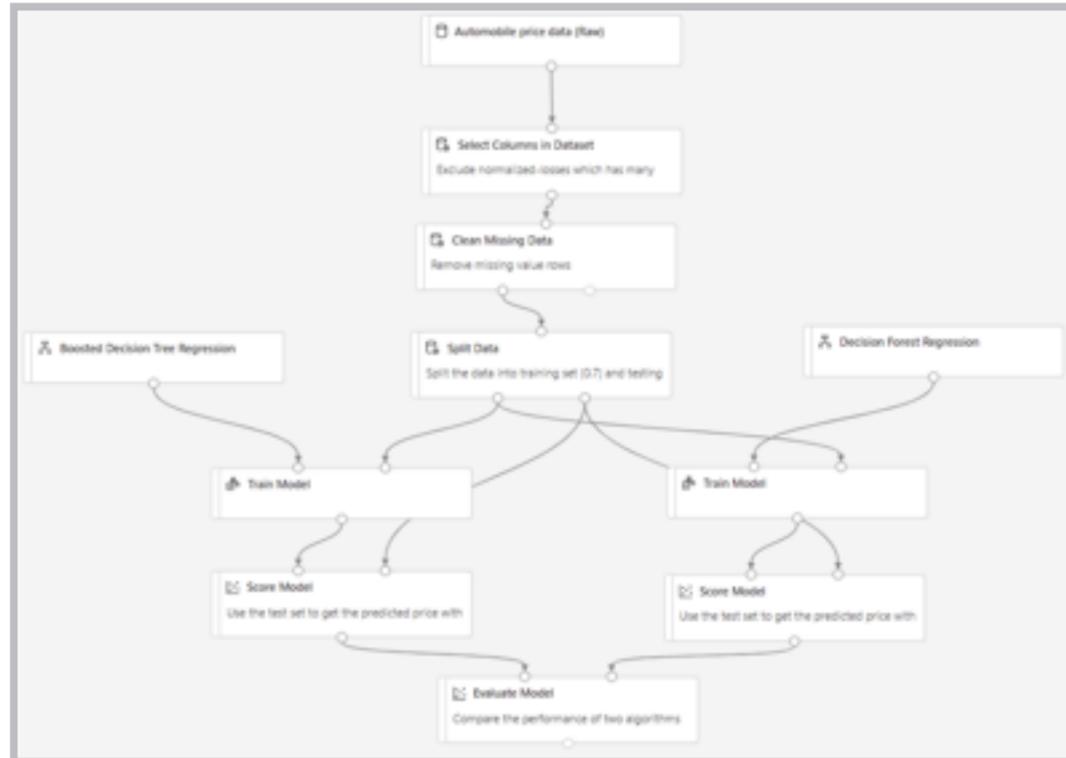
Una de las aproximaciones en las que ya se está trabajando es la de utilizar los millones de datos obtenidos de los modelos para clasificar los elementos de forma automática. Ese proceso se realiza actualmente de forma manual y sería de gran ayuda una herramienta que permita clasificar la unidad de obra a la que debe asignarse cada elemento de forma automática, tanto en el presupuesto como directamente en el modelo.

Para ello se está trabajando sobre diferentes aproximaciones de aprendizaje automático o Machine Learning. Una de ellas es la clasificación BoW (Bag of Words) que utiliza la enorme cantidad de información obtenida de las mediciones para generar una máquina clasificatoria utilizando sistemas polinómicos, de Chi cuadrado o Gaussianos y una vez entrenada, generar en segundos cualquier clasificación, no importa si esta viene con los datos de modelos BIM o con los datos obtenidos de diferentes imágenes. (Cárdenas, 2014)



BagOfWords

Otra aproximación en la que se está trabajando es utilizando las herramientas de Microsoft Machine Learning, mas concretamente las de regresión, para obtener modelos predictivos a través de los datos y que sean capaces de generar por si solos el código de la unidad de obra apropiada a cada elemento del modelo.



Aplicación de herramientas de minería de datos

Todos estos modelos se están obteniendo a través de los datos de diferentes ejemplos con los que cuenta la compañía, pero no cabe duda de que, a mayor cantidad de datos, mejor será la predicción.

¿De quién son los datos?

Existe otro obstáculo a la disponibilidad de los datos, que es la propiedad. La habitual relación entre inteligencia artificial y la nube se debe a que los datos subidos a la nube son más accesibles que los que permanecen en el ordenador de cada usuario, pero hay que aclarar que solo sirven para esta finalidad si el usuario da su permiso, lo que no va a ocurrir en el caso general de los profesionales del diseño, empresas constructoras y promotores, desarrolladores o mandantes, sin una regulación institucional adecuada.

En realidad, hay cientos de miles de planos DWG en el mundo, pero resulta imposible acceder a ellos. ¿Pasará esto mismo con el BIM? ¿Alguien dejará acceso libre a sus CDEs, incluso aunque hayan pasado muchos años desde que el proyecto se terminará?

Trabajos futuros

Algunos retos en este sentido pueden ser:

- Detectar discordancia entre textos y dimensiones geométricas, como elementos descritos con unas dimensiones que en el modelo tienen otras.
- Localizar proporciones incongruentes de elementos, como superficies de forjados y pavimentos que no coinciden.
- Proponer elementos necesarios, pero no modelados, por error o a propósito, como acabados, instalaciones, seguridad y salud, control de calidad, etc.

Trabajos futuros

Algunos retos en este sentido pueden ser:

- Detectar discordancia entre textos y dimensiones geométricas, como elementos descritos con unas dimensiones que en el modelo tienen otras.
- Localizar proporciones incongruentes de elementos, como superficies de forjados y pavimentos que no coinciden.
- Proponer elementos necesarios, pero no modelados, por error o a propósito, como acabados, instalaciones, seguridad y salud, control de calidad, etc.

Referencias

Alexander, C. (1977). A pattern language: towns, buildings, construction. Oxford University Press.

Bahadusingh, N. (2020). Could This "Automatic Plan Generator" Spell the End of CAD Technicians? Recuperado el 12 de 07 de 2021, de <https://architizer.com/blog/inspiration/industry/finch-automatic-plan-generator/>

Canivell, J. (1988). Generación automática de distribuciones en planta: Parte II. Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería, 175-202.

Cárdenas, J. O. (2014). Clasificación automática de textos usando redes de palabras. Signos, 47(86), 346-364.

Crosbie, M. (2018). Doom or Bloom: What Will Artificial Intelligence Mean for Architecture. Common Edge.

Damerow, J. (2012). The Game of Life, by John Horton Conway. Embryo Project Encyclopedia.

Egan, J. (1998). Rethinking Construction. Construction Task Force , Londres.

Geoblink. (2020). The Location Management Platform. Recuperado el 12 de 07 de 2021, de <https://www.geoblink.com/>

Heitor, T. P. (2003). Combining grammars and Space Syntax: Formulating, evaluating, and generating. Proceedings, 4th International Space Syntax Symposium London 2003, (pág. 28 ss.). Londres.

Herr, C. M. (2007). Adapting cellular automata to support the architectural design process. Automation in Construction, 16(1), doi:10.1016/j.autcon.2005.10.005.

Hudson, K. W. (1978). DHSS expenditure forecasting method. Chartered Quantity Surveyor.

Joe Martin, T. B. (2006). Predicting Construction Duration of Building Projects. Shaping the Change XXIII FIG Congress. Munich.

Kvan, T. (2000). Collaborative design: what is it? Automation in construction, 9(4), 409-415.

Mitchell, W. J. (1990). The logic of architecture: Design, computation, and cognition. MIT Press.

Moore, G. (1965). Moore's law. Electronics Magazine.

Negroponte, N. (1975). Reflections in Computer Aids to Design in Architecture. Nueva York: Petrocelli Charter.

Polanyi, M. &. (1966). The tacit dimension. University of Chicago press.

Rubio Requena, P. M. (1975). En C. d. UPM (Ed.), Un sistema para describir unidades de obra y su aplicación a las mediciones (págs. 243-245). Madrid: In Coloquio Internacional sobre Arquitectura y Automática.

Stiny, G., & Gips, J. (1971). Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture. In IFIP congress (2) (Vol. 2, No. 3, pp. 125-135).

Stiny, G., & Mitchell, W. J. (1980). The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens. Environment and planning B: Planning and design, 7(2), págs. 209-226.

The KPI Working Group. (2000). KPI Report for the Minister for Construction. Londres: Department of the Environment, Transport and the Regions.

DIGITALIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD Y SUS BENEFICIOS

FERROVIAL CONSTRUCCIÓN CHILE S.A.

• Pablo Galiana Rebolledo
BIM Implementation Leader (Chile)

COLABORACIÓN:

- Ricardo Munguía Álvarez
Global Head of Digital Construction and Data Management
- Nuria Venero Sobremazas
Gerente de edificación (Chile)
- Mario Franco Alemán
BIM Coordinator
- Adolfo Gutiérrez Sánchez
Head of Information Management and BIM Implementation

1 RESUMEN DE EJECUTIVO

El objeto del presente documento es explicar detalladamente el procedimiento adoptado para llevar a cabo la digitalización del

Control de Calidad y su vinculación con el modelo BIM de manera que se genere información transversal para todos los supervisores y responsables de la obra.

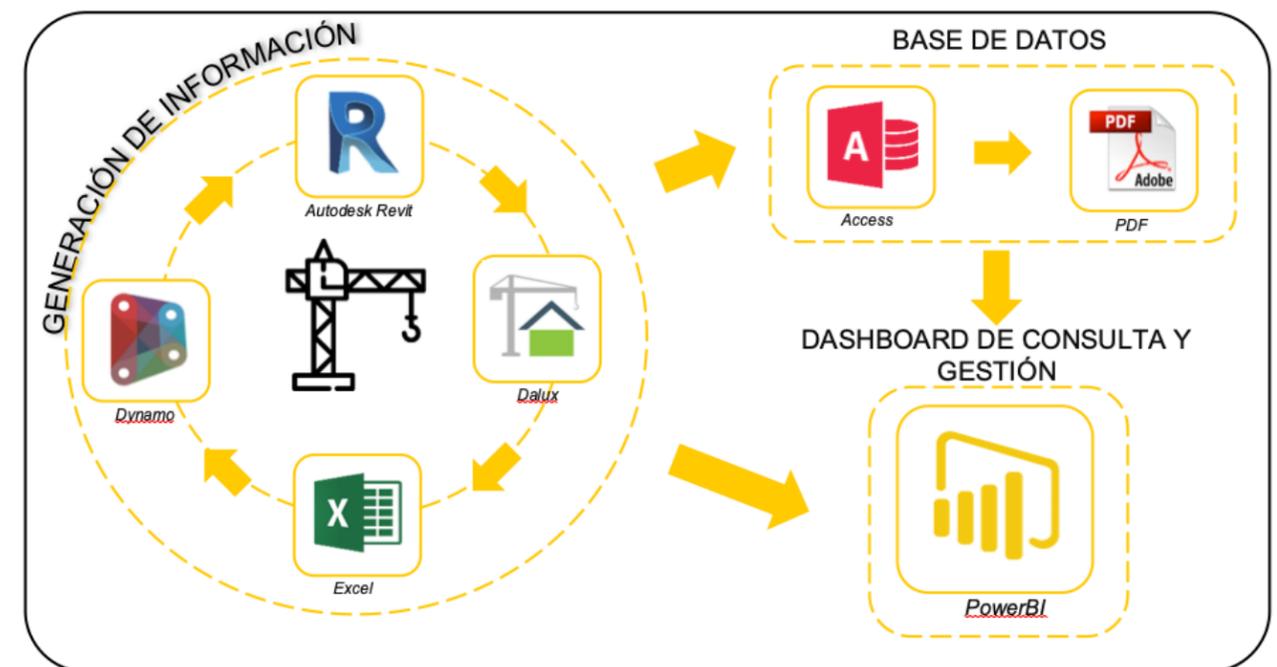


Figura 1: Esquema de proceso de trabajo

Tomando como punto de partida la célebre frase de Albert Einstein: "Locura es hacer la misma cosa una y otra vez esperando obtener resultados diferentes." y con el convencimiento de la importancia que adquiere en nuestra compañía la mejora continua nos hemos replanteado la forma de proceder con el objetivo de obtener mejores resultados.

Para ello, nos hemos apoyado en algunas de las herramientas digitales más potentes del mercado, estableciendo vinculaciones entre ellas de manera que, gracias a una correcta gestión de la información, hemos generado una única fuente de consulta sencilla y accesible para todos los miembros del equipo de Ferrovial Construcción.

CONTENIDO

- 1 RESUMEN DE EJECUTIVO
- 2 ANTECEDENTES
- 3 OBJETIVOS
- 4 DESARROLLO
 - 4.1 MODELADO BIM
 - 4.2 HERRMIENTA DE MOVILIDAD
 - 4.3 DIGITALIZACIÓN PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN/CONTROL
 - 4.4 CONTROL DE FLUJOS DE TRABAJO
 - 4.5 CREACIÓN DE BASE DE DATOS
 - 4.6 TRAZABILIDAD ELEMENTOS
 - 4.7 VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN EN REVIT
 - 4.8 VISUALIZACIÓN EN POWER BI
- 5 CONCLUSIONES

ANTECEDENTES

Por todos es sabido la cantidad de documentación que es necesario generar para llevar a cabo el control de la calidad durante la ejecución de las diferentes actividades de construcción y lo tedioso que puede llegar a resultar.

Dentro de las actividades de control, una con la que lidiamos a diario es la redacción y recopilación de protocolos de inspección/control a la que los responsables de calidad dedican gran parte de su tiempo. Estos protocolos a menudo se basan en una serie de fichas estandarizadas que son completadas manualmente directamente en terreno con las complejidades que esto conlleva.

Dependiendo de la actividad que se esté controlando y su correspondiente criterio de aceptación, existen diferentes responsables y puntos de inspección, lo que exige al personal de calidad un esfuerzo importante para registrar la aprobación de cada uno de ellos.

Una vez recopilada esta información, para poder contar con un respaldo digital y garantizar la trazabilidad son muchas las obras que escanean dichos documentos. Sin embargo, como gran parte de la información ha sido completada a mano, únicamente se puede acceder a ella consultando directamente el documento. Esto puede provocar problemas derivados de la caligrafía, el estado de los documentos o del mismo proceso de escaneado que dificulten la comprensión de la información cumplimentada. Además, teniendo en cuenta que conforme avanza la construcción la cantidad de protocolos aumenta de forma exponencial, la búsqueda del documento puede requerir de una dedicación importante.

Por otro lado, si observamos el contenido de los protocolos, podemos detectar que la gran mayoría cuentan con campos comunes, que permitirían el filtrado y visualización de la información de diversas maneras, pero debido a la manualidad de estos procesos esta posibilidad queda limitada.

Por último, se observa que esta información no siempre cuenta con transversalidad dentro de los equipos de obra, cuando podría resultar de gran utilidad para los responsables de producción, oficina técnica...

Si nos replanteamos la forma de proceder es posible ofrecer una visualización sencilla y accesible a todos los miembros del equipo.

OBJETIVOS

Los principales objetivos que se persiguen con la digitalización del control de la calidad de obra son:

- Optimizar el tiempo dedicado por los responsables de calidad en la obra.
- Digitalizar la información cumplimentada en los protocolos de inspección/control haciéndola visible y accesible a todos los agentes intervinientes.
- Controlar digitalmente los flujos de aprobación de los responsables del control de la ejecución de la obra.
- Mejorar la trazabilidad entre elementos y protocolos de inspección/control a través de los modelos BIM.
- Generar una base de datos con información fiable y accesible.
- Mejorar la visualización de la información a través de un entorno 3D o Dashboard.
- Crear información transversal a todos los departamentos intervinientes en obra.

DESARROLLO

En primer lugar, introduciremos brevemente cada una de las herramientas para posteriormente explicar la configuración que se ha realizado y los flujos entre los diferentes softwares.



Figura 2: Flujo simplificado entre softwares empleados

A lo largo del documento se observará como se ha ido dando respuesta a los objetivos marcados, describiendo cuál es el procedimiento y los resultados que se obtienen de esta forma de gestionar la información

MODELADO BIM

Como punto de partida, resulta primordial el desarrollo de los modelos BIM de acuerdo con los objetivos que se persiguen. En Ferrovial Construcción entendemos que no debe ser el mismo planteamiento el que hagamos a la hora de modelar si queremos coordinar un proyecto que si buscamos hacer el seguimiento del avance. Por ello,

como parte de la documentación del proyecto, se elaboran Manuales BIM, que se aportan como anexo al Plan de Ejecución para ser lo más preciso posible a la hora de dar respuesta tanto a los requerimientos del cliente como a los propios de la compañía. Además, para cumplir con los estándares nacionales e internacionales, se toma como referencia lo establecido en la norma ISO 19650 y el Estándar Nacional para Proyectos Públicos de Chile.

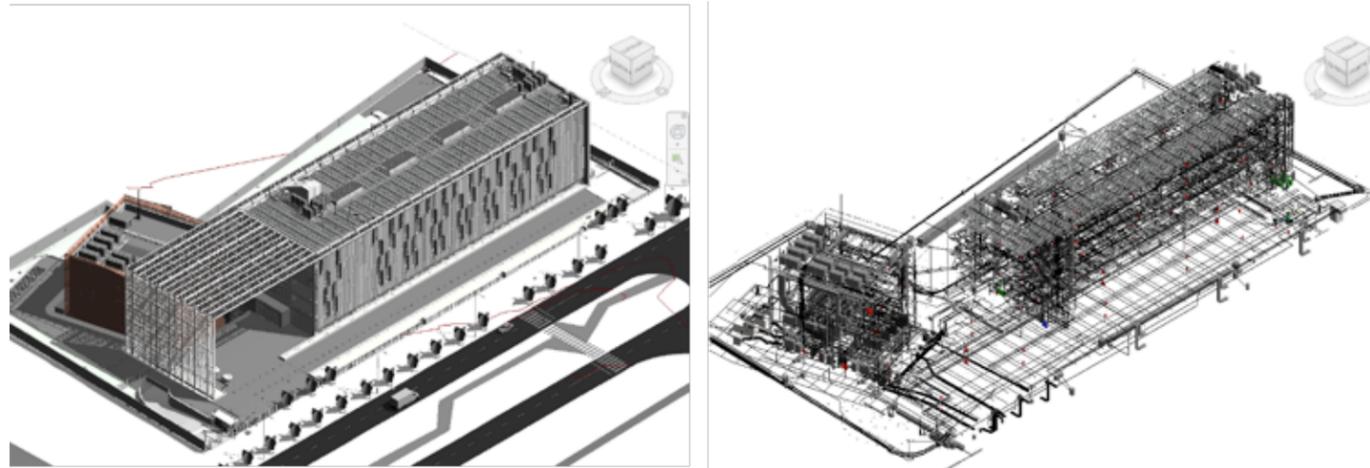


Figura 3: Imagen de los modelos para la Nueva Sede del Coordinador Eléctrico Nacional en Autodesk Revit

En el caso del proyecto que presentamos, los modelos han sido utilizados para la generación de planos, la coordinación 3D, revisión de proyecto, creación de RDIs y control del avance de la obra: usos que no detallaremos en el presente documento.

HERRMIENTA DE MOVILIDAD

Tras valorar varias posibilidades, nos decantamos por uso de Dalux para llevar a cabo el desarrollo actual ya que su propuesta destacaba por la flexibilidad en la configuración y sencillez a la hora de utilizarla. La herramienta ofrece una solución pensada para gestionar los procesos de obra. Se basa en la digitalización de la comunicación entre todos los agentes de obra mediante flujos de trabajo de configuración flexible. Estos procesos se pueden realizar desde cualquier dispositivo móvil, entre los que se encuentran las tareas más habituales de gestión de obra.

Su plataforma permite la visualización de planos actualizados asociados al modelo BIM que puede realizarse en la web y a través de la aplicación en dispositivos móviles.



Figura 4: Visualización web modelo BIM y planos en Dalux Field

En el presente documento nos centraremos en la configuración para el Control de Calidad, especialmente en la generación, gestión y recopilación de protocolos de control.



En el presente documento nos centraremos en la configuración para el Control de Calidad, especialmente en la generación, gestión y recopilación de protocolos de control.

DIGITALIZACIÓN PROTOCOLOS DE INSPECCIÓN/CONTROL

El primer paso poder digitalizar los protocolos de inspección/control fue analizar el contenido recogido en cada uno de ellos. Se definió la información que deben aparecer en función de la actividad que se esté controlando y se elaboraron tablas en las que se detallaban cada una de las etapas, criterios de aceptación, puntos de control y responsables.

ITEM	ETAPA	CRITERIO DE ACEPTACION	PUNTO DE CONTROL	RESPONSABLE
01	TRAZADO Y NIVELES	De acuerdo a planos	PE	Supervisor/Topografía
02	JUNTAS DE HORMIGONADO	Ubicación y preparación de acuerdo a EETT	PN	Supervisor
03	VERIFICACIÓN DE ARMADURAS	Se controla con el protocolo PRO_ARM	PP	Supervisor
04	REVISIÓN DE PASADAS	Geometría y refuerzos de armaduras de acuerdo	PE	Supervisor/Coord. Instalaciones
05	INSTALACIONES	Cajas y canalizaciones de acuerdo a plano	PN	Supervisor/Coord. Instalaciones
06	DESMOLDANTE	Aplicación uniforme en superficie	PN	Supervisor
07.1	VERIFICACIÓN DE MOLDAJES	Geometría, disposición según planos, Plomos y fir	PE	Supervisor/Topografía
07.2	VERIFICACIÓN DE MOLDAJES	En losas, nivelación y contraflechas	PE	Supervisor/Topografía
08	RECEPCIÓN DE HORMIGÓN DOCILIDAD Y TIEMPO DE TRANSPORTE	Según EETT y NCh 170	PN	Supervisor
09	CONTROL HORMIGONADO	Condiciones ambientales, segregación, limpieza c	PN	Supervisor

Figura 5: Tabla excel de Items de control para protocolos de hormigonado

Una vez aclarado el contenido necesario para cada protocolo se procede a su réplica dentro de la herramienta de movilidad seleccionada. Resulta primordial que esta herramienta nos permita no solo generar la plantilla sino también cumplimentarla directamente en terreno, quedando toda la información automáticamente digitalizada sin necesidad de procesos posteriores.

Además, estas plantillas deben garantizar que, dependiendo de la etapa que se esté controlando, únicamente los responsables puedan rellenar determinados campos. De esta manera, si en el responsable de la tarea se indica que la validación debe realizarla el Supervisor,

Respecto a los roles responsables, se procedió a su definición dentro del equipo de trabajo de Ferrovial Construcción para cada una de las obras en la que trabajamos.

sólo aquellas personas con rol de Supervisor podrán aprobar la correcta ejecución de la misma.

También existen campos obligatorios que de no ser rellenados no permitirán que se complete el proceso, garantizando así el contenido mínimo exigido. Además, estas plantillas permiten firmar directamente en el dispositivo móvil, quedando la firma automáticamente digitalizada.

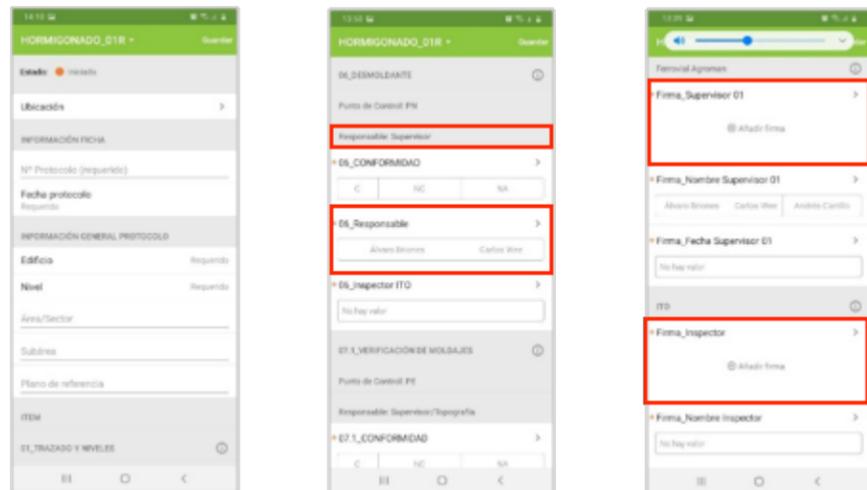


Figura 6: Visualización proceso de cumplimentación protocolos vista dispositivos móviles

CONTROL DE FLUJOS DE TRABAJO

Para poder asignar los protocolos a los responsables de su supervisión, se llevó a cabo la configuración de los flujos de trabajo. De esta manera, una vez creado un protocolo por parte del departamento de calidad, los responsables de su supervisión reciben los protocolos para que validen la correcta ejecución o anote cualquier tipo de anomalía.

Una vez enviado, los responsables recibirán una tarea en su buzón de entrada que se encontrará marcada en rojo hasta que completen la información que se les exigen. Al abrir dicha tarea, tendrán vinculado el protocolo y se les permitirá su edición.

Una vez completados los protocolos, éstos quedan almacenados en la web con toda su información, permitiendo filtrarlos por cualquiera de los campos cumplimentados.

Del mismo modo, se puede hacer seguimiento de cada uno de los protocolos, sabiendo la fecha en la que se realizó la última modificación y quién la hizo. Además, se llevó a cabo la configuración de manera que resuelta muy sencillo visualizar el estado en el que se encuentra cada uno de ellos, diferenciando entre aquellos que se encuentran en curso y aquellos que ya están completados. De esta manera, los responsables de calidad pueden detectar qué protocolos no se encuentran cerrados y exigir a los responsables que revisen los temas pendientes.

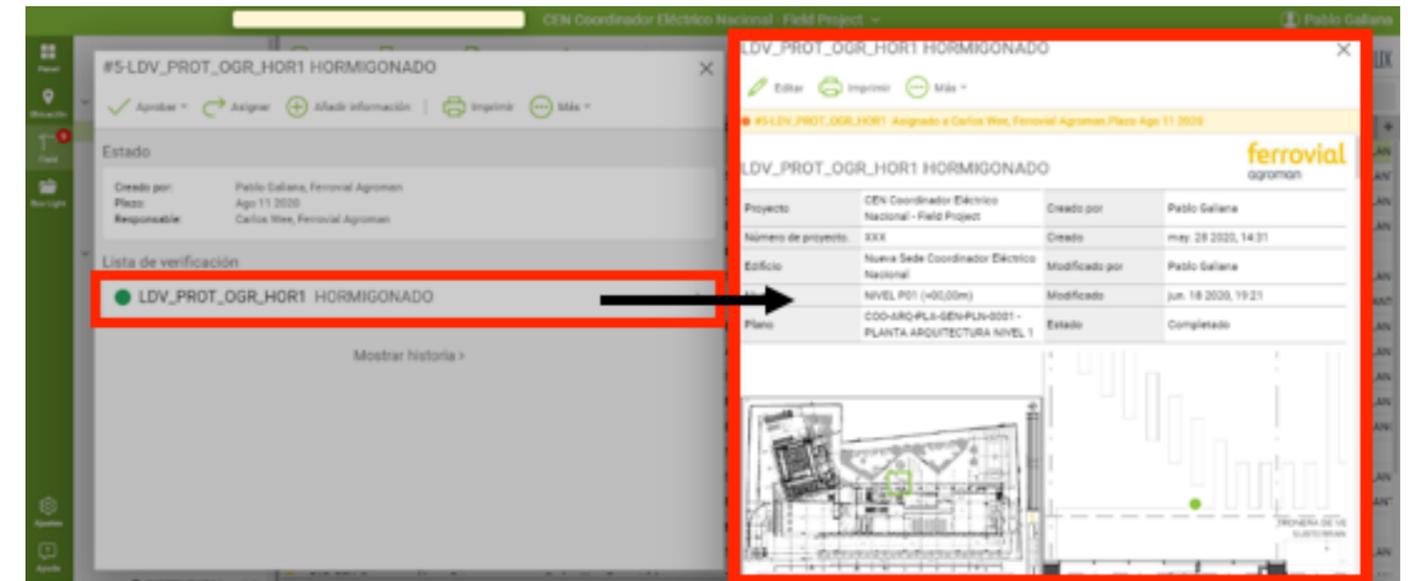


Figura 7: Tarea con protocolo de hormigonado asociado (protocolo ya resuelto)

CREACIÓN DE BASE DE DATOS



Como podemos imaginar, hasta este momento, toda la información se encuentra en la nube y puede ser consultada por todos los intervinientes en la web o con sus dispositivos móviles. Sin embargo, en Ferrovial Construcción consideramos fundamental recuperar toda esa información y volcarla en una base de datos que se actualice automáticamente a medida que se van generando en la plataforma. Así obteníamos los siguientes beneficios:

- Acceder a la información de manera independiente a la plataforma
- Obtener una base de datos actualizada con toda la información accesible
- Listado de automático de controles de calidad
- Estandarizar el formato de acuerdo a las plantillas de Ferrovial Construcción Chile S.A.
- Vincular la información al modelo BIM
- Visualizar la información a través de PowerBI

Esta labor se basó en el estudio de la API de la herramienta de movilidad. Para aquellos que no estén familiarizados con este concepto, API significa Interfaz de Programación de Aplicaciones. Ésta contiene un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. Las API permiten que los productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados. Esto simplifica el desarrollo de aplicaciones y permite ahorrar tiempo y dinero.

Analizada la API de la herramienta de movilidad, utilizamos procedimientos de consulta para acceder a la información y sobre todo estructurarla para alimentar posteriormente una base de datos de Access.

Una vez configurada, obtenemos rápidamente un listado actualizado de todos los controles de calidad generados en la plataforma con su información correspondiente listo para ser filtrarlo en Excel. Este listado es idéntico al que rellenaban anteriormente de forma manual los responsables de calidad.

Especialidad	Edificio	Área/Sector	Subárea	Nivel	Nº Protocolo	Fecha protocolo	Estado
PROT-03 Armadura	CDC	nivel -5.90	muro eje Ga entre Dc y 2b	-2	94	16-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	EOF	subte -2	losa entre ejes 1-4/C-E	-2	92	16-06-2020	C
PROT-03 Armadura	EOF	Subte -1	pilares eje D/2-4	-1	97	17-06-2020	C
PROT-03 Armadura	EOF	subte -2	losa y vigas entre ejes 4-7[B] y A-D[E]	-2	95	17-06-2020	C
PROT-03 Armadura	CDC	planta nivel -3.10	pilares ejes 2a-3a/8a-Ca	-2	96	17-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	CDC	planta nivel -5.90	muro eje Dc/Ea-Ga y eje Ga/Dc-2b	-3	94	17-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	CDC	planta nivel -3.10	pilares ejes 2a/8a; 3a/8a	-2	93	17-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	EOF	subte -1	plbr eje 2/D	-1	97	18-06-2020	C
PROT-03 Armadura	EOF	subte -2	viga invertida [armpecho] cielo subte -2 eje E/1-4	-1	98	18-06-2020	C
PROT-08 Impermeabilización	CDC		muro eje 2c/Ea-Fa desde cota -5.70 a -3.70	-2	10	18-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	EOF	subte -2	losa y vigas entre ejes 4[D]-7[B]/A-D[E]	-2	96	18-06-2020	C
PROT-08 Impermeabilización	CDC	planta nivel -3.10	muro cara exterior eje Fa/2b-2c desde cota -5.70 a -3.70	-2	9	18-06-2020	C
PROT-02 Hormigón	EOF	subte -2	plbr eje E/14	-2	95	19-06-2020	C

Figura 8: Listado de controles de calidad

A continuación, creamos en Access los informes tipo correspondiente a cada protocolo y un buscador que nos permita localizar rápidamente el protocolo que nos interese consultar.

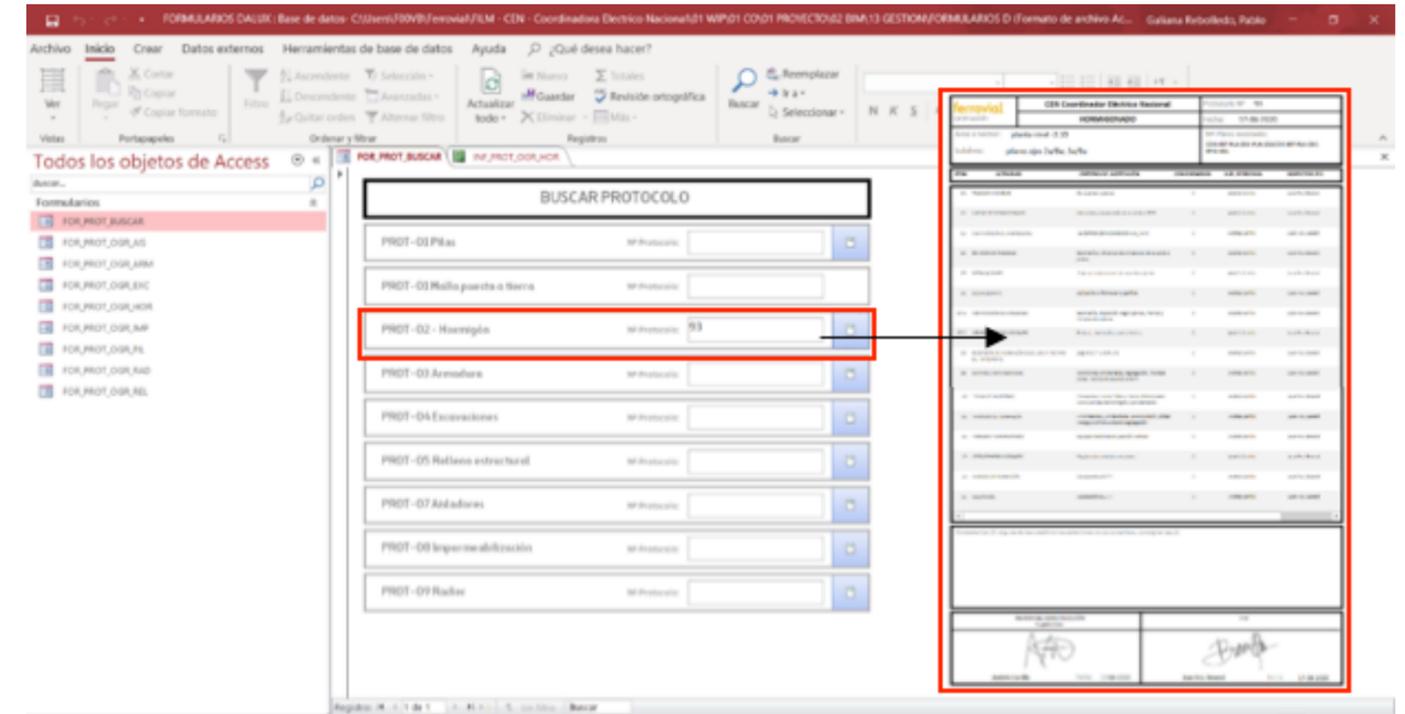
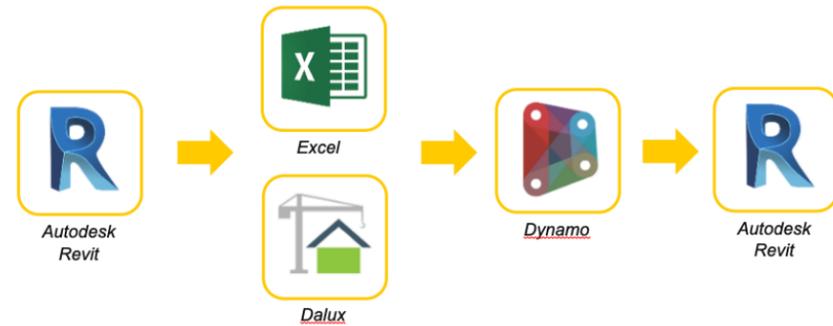


Figura 9: Vista del formulario de búsqueda e informe correspondiente

Actualmente este buscador se basa en el tipo de control de calidad (armado, hormigonado...) y su numeración, pero gracias a que toda la información es digital, se podría configurar para su búsqueda por fecha, Área, Subárea... o cualquier otro campo que haya sido incluido en las plantillas de la herramienta de movilidad.

TRAZABILIDAD ELEMENTOS



Como parte de este proceso de digitalización del control de la calidad en obra y al disponer de modelos BIM con las características anteriormente descritas, consideramos de vital importancia que exista una bidireccionalidad entre la información generada y los modelos nativos. Para ello, simplemente resulta necesario que ambos tengan un campo en común, por lo que decidimos que los objetos del modelo contaran con un parámetro de información en el que se indicara el número de protocolo del control de calidad que se les haya realizado.

Para evitar realizar manualmente este proceso, se desarrollaron automatismos mediante un software de programación visual, que permiten llevar la información desde los listados que hemos generado hasta los modelos de forma automática.

VISUALIZACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN EN REVIT

Tras subir la información a los modelos nativos, ya podemos filtrarla como deseamos, creando vistas o tablas de planificación. Para verificar que todo funciona correctamente, se generan vistas de control que permiten detectar rápidamente errores. Estas vistas son compartidas con el departamento de Calidad y el personal de terreno que pueden chequearlas de manera intuitiva

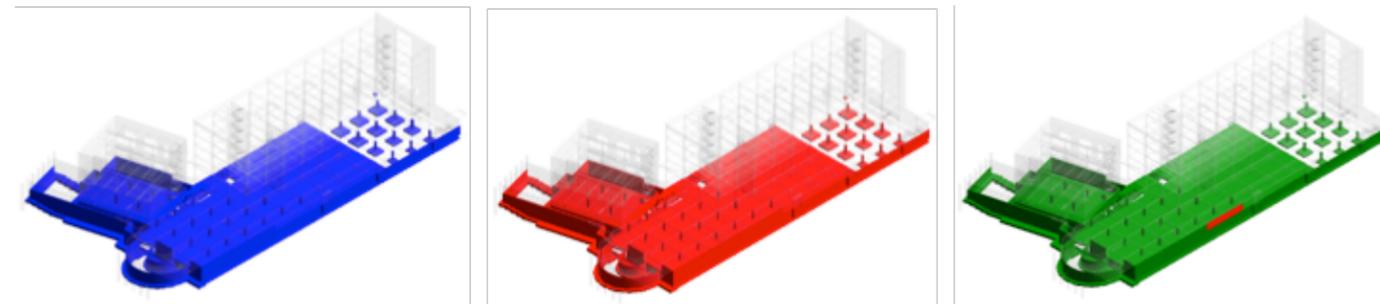


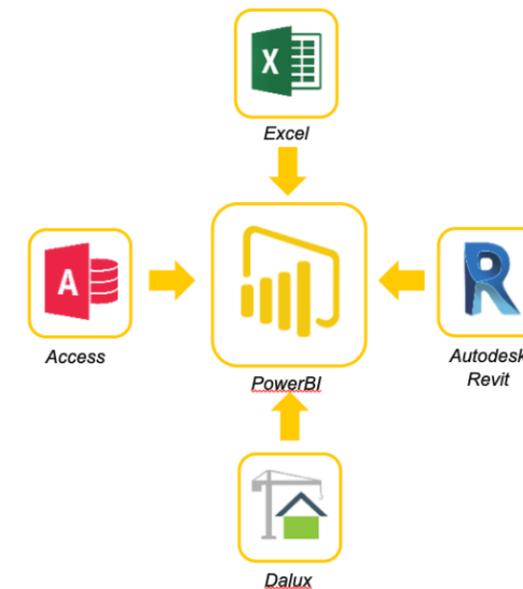
Figura 10: Visualización elementos con protocolos

Sin embargo, el potencial no se encuentra en la visualización sino en la información que se encuentra en el modelo. Este filtrado permite calcular volúmenes y certificar a partir de los protocolos que han sido entregados al cliente. Esta información, que en un principio ha sido generada por el departamento de calidad, es de gran utilidad

para el control de la producción permitiendo obtener con exactitud el volumen de hormigón vertido, las superficies de encofrado...

De esta forma, se consigue la transversalidad de información entre los distintos departamentos que intervienen en la obra.

VISUALIZACIÓN EN POWER BI



Por último, para facilitar la visualización de toda esta información a aquellas personas que no cuentan con conocimientos específicos sobre estas herramientas se ha generado un Dashboard en PowerBI. Este Dashboard se divide principalmente en dos paneles. El primero de ellos permite consultar directamente el contenido de cada uno de los protocolos de hormigonado realizados hasta la fecha pudiendo comprobar los responsables de la verificación de las tareas, los criterios de aceptación, las firmas de los responsables... Al mismo

tiempo, ofrece la posibilidad de ubicar en el modelo BIM dónde se localizan estos elementos. De esta forma, se cumplen de un solo vistazo la consulta rápida de la información, las posibilidades de filtrado dependiendo del campo que se requiera y la trazabilidad entre la documentación y el elemento.

A continuación, se muestra en una imagen las posibilidades del filtrado y la información que se obtiene de dicha consulta:

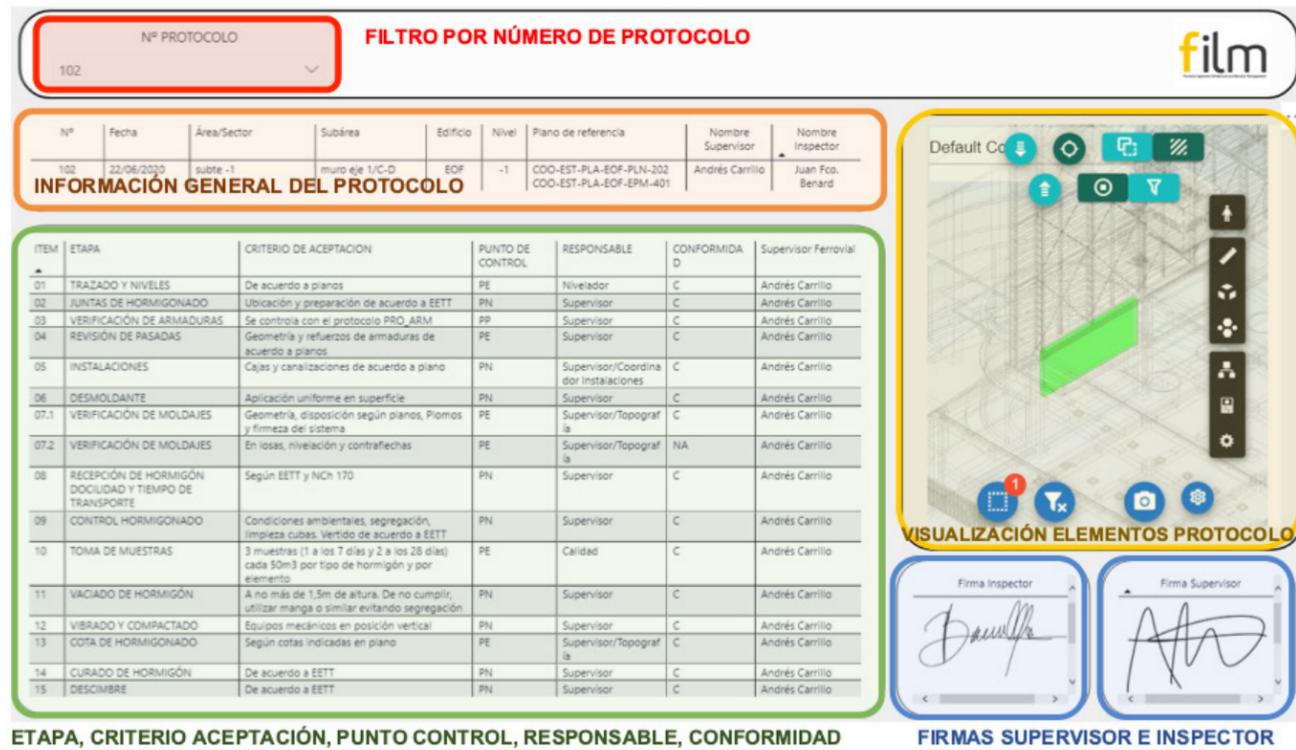


Figura 11: Dashboard información protocolos hormigonado

El segundo de los paneles está destinado a realizar un control más específico sobre el avance de la obra. Gracias a la adecuada gestión de la información generada por los responsables de calidad; los jefes de obra, jefes de producción, planificadores... pueden aprovechar

la información generada para su propio análisis. En este caso se muestra el dashboard correspondiente al control de hormigonado.

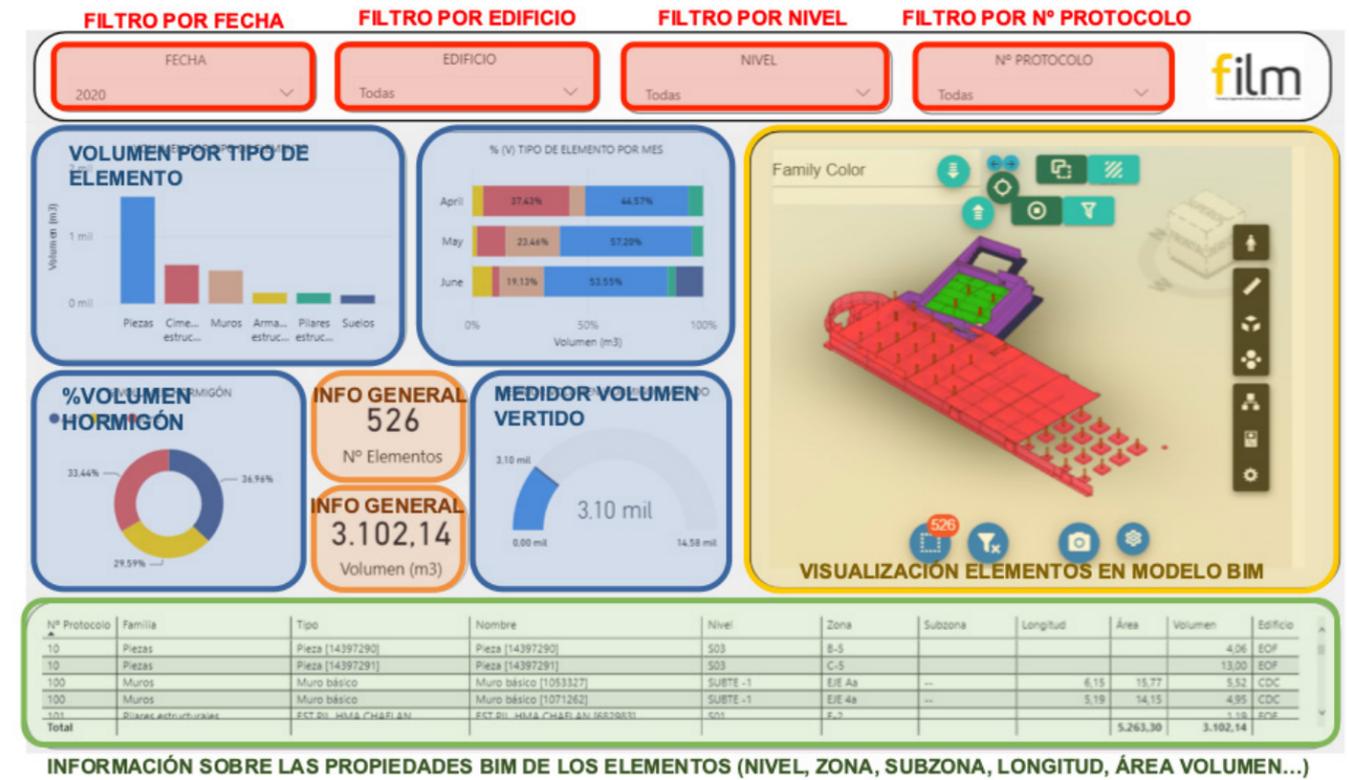


Figura 12: Dashboard Control de hormigonado

Todos los gráficos expuestos son completamente configurables, de manera que conforme vaya avanzando la obra se irán modificando para que los datos que se obtengan sean de la mayor utilidad posible. Del mismo modo, se irán añadiendo nuevas pestañas o Dashboards

que nos permitan controlar otras unidades como acabados, puertas, ventanas, muros cortina...

CONCLUSIONES

Además de los resultados obtenidos, que cumplen con los objetivos que nos habíamos marcado al inicio, todo este proceso nos ha permitido capacitar a los equipos de obra en el uso e implementación de herramientas que facilitan la gestión de la información haciendo nuestro trabajo diario mucho más sencillo, automatizando procesos y evitando realizar tareas repetitivas que puedan llevarnos a cometer errores.

Conforme íbamos avanzando en la implementación de estas herramientas vimos cómo se abría un gran abanico de posibilidades, llegando a la conclusión de que, además de las ventajas ya descritas, el principal potencial que tiene todo el procedimiento expuesto es su fácil adaptación a cualquier proceso de la obra. Trabajando de esta forma se genera información de fácil manejo y sobre todo transversal a todos los equipos, departamentos y supervisores.

Cualquier persona con unos conocimientos básicos del manejo del Dashboard puede tener acceso a la información actualizada ya que se gestiona de una manera muy intuitiva. Esto permite tomar decisiones, analizar el estado de las obras, prevenir riesgos, controlar la calidad... Por último, nos gustaría destacar que, sin realizar grandes cambios en la forma de trabajar, simplemente adaptándola o estructurándola de una manera más organizada, se han obtenido unos óptimos resultados. Todo esto no hubiera sido posible sin la colaboración y el interés por la mejora continua de todos los integrantes de las obras, ya que cualquier proceso de digitalización tiene como principal artífice a las personas que se encargan de su puesta en marcha.

LA REVOLUCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN MEDIANTE BIM

Autores:

• Beatriz Santis E.
Arquitecta / Gerente de Coordinación de Proyectos SENCORP

• Paulo Ogino A.
Arquitecto Implementador BIM

RESUMEN DE EJECUTIVO

A dos años de la implementación de la metodología BIM y entendiendo que estamos en la etapa inicial del desarrollo, tenemos resultados positivos y negativos. Esto nos ha permitido ir corrigiendo los procesos. La información se transforma en el eje del trabajo y por lo tanto ayuda a generar valor en el management del proyecto.

El management y el valor de la información han permitido estimar, en los proyectos con la metodología, reducir más de un 10% del tiempo de desarrollo de la coordinación de especialidades de un edificio. Asimismo, hemos logrado usar los modelos para rebajar las requerimientos de información de la constructora (RDI).

La metodología BIM, se realizó fundada en los pilares de la empresa, estableciendo una estrategia organizacional en base a objetivos comunes. En el fondo BIM es una poderosa herramienta de información para la gestión del proyecto.

CONTENIDO

1. Quiénes somos, Misión y Visión de la Empresa
2. Rompiendo paradigmas en el trabajo de 3D,
 - 2.1. El management (building information management.)
 - 2.2. Información: (building information management.)
 - 2.2.1 No solo es el dato dentro del elemento, sino el conocimiento que este genera.
 - 2.2.2 La planificación es información
 - 2.2.3 Plan de sdi (solicitud de información Bim)
 - 2.2.4. Información de activos
3. Resultados positivos y negativos en la implementación BIM
4. BIM: Cambios internos en una organización
5. Certificaciones ISO
6. El management y el valor de la información
7. Conclusión
8. Desafíos Sencorp

La Revolución de la Gestión de la Información mediante BIM.

Cómo la metodología BIM (Building Information Modeling) se transforma en Building Information Management.

1. Quienes somos, Misión y Visión de la Empresa

Sencorp es una empresa de vanguardia, que se encuentra inspirando el cambio de forma permanente y queremos estar un paso adelante. El buen diseño es parte de la misión, ya que va más allá de lo estético y atractivo, sino que debe ser funcional innovador y duradero en el tiempo.

Otros puntos importantes en nuestra gestión son:

El aprendizaje que fomenta el conocimiento, la educación y aprender de los errores. La excelencia. Aspiramos a los más altos estándares de nuestro trabajo.

La resiliencia. Perseveramos ante los desafíos con entusiasmo
La colaboración. Trabajamos en conjunto para mirar y llegar más lejos.

Los valores de la empresa hacen posible que BIM sea una metodología aplicable dentro de los procesos de trabajo de Sencorp. La aspiración del trabajo colaborativo, es parte del ADN de la empresa además de generar permanentemente la innovación y la calidad.

2. Rompiendo paradigmas en el trabajo de 3D,

Actualmente nos encontramos en un mercado donde BIM está aun en desarrollo, en especial desde el punto de vista del adjudicador, por lo que su implementación dentro de la organización ha sido un hito importante, implicando cambios en la forma de hacer proyectos.

Hemos certificado ISO 9001 y recientemente hemos obtenido la certificación ISO 19650, siendo la primera inmobiliaria en Chile en obtenerla.

2.1. El Management

(Building Information Management.) Descripción
Project management

El management en el área inmobiliaria es de gran importancia, ya que genera eficiencia en los proyectos, calidad, control, trazabilidad, control de riesgos y mejora continua. Esto se ve plasmado en los procesos y protocolos, que puede llevar a que esa gestión pueda ser certificada con la ISO 19650, certificación recientemente obtenida por Sencorp.

2.2. Información: (Building Information Management.)

Descripción

- Acción y efecto de informar.
- Comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada.
- Dar forma sustancial a algo
- Dicho de un cuerpo consultivo, de un funcionario o de cualquier persona perita: Dictaminar en asunto de su respectiva competencia.

<https://dle.rae.es/informaci%C3%B3n>

La información se trabaja bajo un enfoque sistémico buscando generar la sinergia a través del trabajo colaborativo. Al entender este concepto se puede planificar. La planificación sin información es imposible de ser desarrollada, ya que es el imput fundamental para analizar el espectro global de la gestión.

2.2.1 NO SOLO ES EL DATO DENTRO DEL ELEMENTO, SINO EL CONOCIMIENTO QUE ESTE GENERA.

El dato en la metodología BIM es considerado normalmente como la información que poseen las familias de elementos y sus características. Si bien la forma de identificar los elementos es muy importante para individualizar los activos, ubicar y analizar las características técnicas de cada uno de ellos, la información general que entregan los proyectos que se desarrolla la metodología es mucho más amplia. Dentro de lo anterior, podemos establecer que hay distintos tipos de información Interna.

Interna

La información que se genera dentro de la organización es necesaria traspasarla a todos los involucrados dentro de un proyecto. Internamente debemos establecer elementos de comunicación común y nosotros como mandantes debemos establecer los requerimientos que son necesarios para correcto desarrollo de un proyecto. Para ello se debe definir como se realizará de trabajo colaborativo de BIM con un mismo idioma. (parámetros, nomenclatura, SDI, NDI, TDI, PEB).

Externa

El trabajo con stakeholders, o especialistas debe ser de manera ordenada y bajo un lenguaje común. En este caso, hemos considerado el Estándar Nacional BIM, donde generamos la mayoría de los procedimientos y procesos dentro de la gestión. Con esta información se generaron los protocolos, e incluir dentro de los contratos todos los contenidos que se deben utilizar para apoyarnos con la metodología.

Transversal

Definición de trabajo colaborativo de BIM con un mismo idioma. (parámetros, nomenclatura, SDI, NDI, TDI, PEB)

2.2.2 La planificación es información

Tal como se señala en el punto anterior, el tener los procesos, protocolos e información uniformada, permite el desarrollo positivo del management.

Para planificar de forma eficaz, se deben tener en cuenta los siguientes conceptos.

- Metodología BIM para la productividad e innovación
- Implantación ISO 9001:2015 para garantizar la calidad, con procesos, protocolos, análisis de riesgo, medidas correctivas. Crear procedimientos para un lenguaje común
- Manual de calidad de proyectos Sencorp. Estándares de diseño establecida por la empresa.
- Generar una central de documentación que contenga la información y comunicación para propiciar el trabajo colaborativo
- Implantación ISO 19.650 gestión de la información
 - Obtener la certificación es la consecuencia natural de una buena gestión de la información y de generar los procesos de manera ordenada y transversal.

Para desarrollar el intercambio de la información, es requisito crear las herramientas de gestión y planes escritos que señalen los requerimientos que son necesarios para realizar un buen resultado.

2.2.3 Plan de SDI (SOLICITUD DE INFORMACIÓN BIM)

El SDI es un gran complemento al contrato con los especialistas. En este documento, y de una forma estructurada se entregan los conceptos básicos dentro de la metodología que permite desarrollar la dimensión común de información para el correcto desarrollo del proyecto.

El SDI posee, dentro de otros, los:

- Criterios de diseño BIM (base de la metodología).
- Roles
- Solicitud de especialistas
- Comunicación
- Herramientas de implementación

El PEB o Plan de ejecución BIM, es el medio de comunicación de intercambio de información con los especialistas. El SDI solicita lo que se necesita para el proyecto con la metodología y el PEB es un documento de respuesta por parte del especialista hacia el mandante. Con estos dos documentos en conjunto con el contrato, se transforma en el gran documento que gestiona la información y entrega las herramientas para evaluar lo que el management en un proyecto y sea de forma eficiente.

2.2.4 Información de activos

La gestión de la información de los activos, operación 7D y el commissioning emanan de todos los procesos anteriormente planteados, lo que permite que el proyecto completo pueda ser manejado desde el desarrollo correcto de la metodología. La información de los elementos llega a plasmarse en la operación y en el manejo del activo.

Entregar los proyectos a sus clientes con sus manuales de uso, tal como se hace con los autos o electrodomésticos, es parte básica de la entrega de un producto, ya que enseña como utilizar el bien adquirido y las mantenciones que deben hacerle, para mantener el buen funcionamiento del bien comprado. A los manuales, se incorporan los modelos 3D, que como ya hemos constatado no solo es un elemento 3D, sino que un espacio vivible, analizable, y operable.

3. Resultados positivos y negativos en la implementación BIM

Descripción

“La perfección es una pulida colección de errores.” Mario Benedetti.
 “El fracaso es la clave del éxito; cada error nos enseña algo.” Morihei Ueshiba La perfección no es más que una serie de errores corregidos. Los buenos proyectos son un conjunto de aprendizaje que, al unirse nos ayuda a tener resultados positivos. No salen los proyectos buenos a la primera. Hay una mejora continua cuando se descubren los errores y se realizan las medidas correctivas.

Sin tener todos los protocolos terminados se dio el gran salto. Al iniciar un proyecto con metodología BIM, y en la medida que se va avanzando, se descubren errores y problemas propios de una metodología que es nueva para los involucrados. Para implantarla es necesario incluir a todos los stakeholders, reforzando constantemente el trabajo colaborativo. En la medida que se van resolviendo los problemas, se toma esta experiencia analizando los protocolos y procedimientos y se vuelve a replantear las soluciones. (Ciclo de Deming)

Una Solicitud de Información entregada desde el inicio, ayuda a los especialistas a entregar un buen Plan de Ejecución BIM, que permita involucrar a los especialistas y llevar un buen control del proyecto.

Como se ha podido constatar, la información es básica para una buena comunicación y resultado. La gestión y la información nuevamente son parte fundamental del desarrollo de las innovaciones en diseño. El primer proyecto que se vio enfrentado a la metodología BIM, fue determinado como plan piloto. El plan piloto, puede verse afectado por las situaciones propias de esta transición, y en la medida que pueden detectarse, asimilarse y corregirse, permite aprovechar esta información como experiencia para los nuevos proyectos. En nuestra experiencia, mientras más rápido aceptemos nuestros errores y aprendamos de ellos, más pronto tendremos un caso de éxito.

Consideramos que este aprendizaje es clave, descubrir nuestros errores y generar protocolos para que no vuelvan a ocurrir. Maneras de trabajar que nos ayuden a todos a tener luces de cómo hacer las cosas, no sólo para nosotros, sino también para todos los interesados (stakeholders) del proyecto. Nuestra área es quien tiene una visión global del ciclo de vida, eso nos permite generar protocolos para todos los involucrados.

Un correcto management en un proyecto nuevo, funda sus bases en la entrega correcta de la información. Una vez más, se puede constatar que esto genera una revolución en el manejo integral del diseño de un buen proyecto, que permitirá el desarrollo de una construcción con calidad y menos errores en su ejecución.

4. BIM: Cambios internos en una organización

Con un aprendizaje rápido, apoyo de las gerencias, asesores e intercambios colaborativos dentro del ciclo de vida del proyecto, se han adquirido experiencias en procesos, en la mejora continua, el manejo de equipos de trabajo y la calidad de sus resultados. Dentro de este aprendizaje, constatamos que la metodología BIM es esencialmente gestión, no solo una modelación, es una gestión globalizada que hace que una gerencia pueda planificar, proyectar y aumentar la calidad de los proyectos. Para ello, el equipo de desarrollo debe tender a la excelencia y esta búsqueda de eficiencia, se ve reflejada en los resultados.

5. Certificaciones ISO

El obtener la certificación ISO 9001 v 2015, nos permitió generar un idioma común a través de procesos, flujogramas, procedimiento, instructivos que lograron cimentar la Gestión de Calidad para lograr el desarrollo de los nuevos proyectos. Asimismo, esto nos ha perfilado para la certificación ISO 19650; para lograr un plan de sistema de gestión integrado.

Recientemente hemos pasado la auditoría de la certificación BIM, ISO 19650. Con gran orgullo hemos podido certificar el área. Uno de los puntos más relevantes de su estructuración es el control documental. Este concepto es fundamental para la buena comunicación, por lo que se certificaron todos los procesos incluidos en:

- SDI Solicitud de Información
- PEB Plan de ejecución BIM (documentos que compromete al especialista a cumplir con los estándares solicitados en el SDI)
- NDI Nivel de información: Permite generar un buen modelo para que se pueda llegar a distintos grados de desarrollo para llegar con el modelo hasta la operación del edificio.
- La base de la certificación ISO – BIM está generada en este esquema.

Ciclo de vida de la gestión de información genérica de proyectos y activos



Para una buena gestión de desarrollo el ciclo de vida graficado, muestra los distintos tipos de gestión que deben implementarse durante el proyecto. La ISO 9001 es el marco de la gestión de la organización. La ISO 19650 es la gestión de la información. Por lo anterior, la metodología BIM se sitúa en el centro siguiendo su concepto y logra manejar ordenadamente la comunicación certera entre todos los integrantes de un proyecto. La gestión inmobiliaria se potencia y se genera la vanguardia con calidad.

El mandante juega un rol fundamental en la implantación de cualquier metodología y certificación. El mandante o dueño del proyecto, al tener claro lo que necesita y solicita a los asesores que trabajan con ellos, permite transmitir de forma correcta y estandarizada los requisitos necesarios para el cumplimiento de las expectativas de desarrollo conceptual y económico.

6. El management y el valor de la información

Ambos conceptos han permitido estimar, en los proyectos con la metodología, reducir más de un 10% del tiempo de desarrollo de la coordinación de especialidades de un edificio. Esto equivale a un mes de gastos generales y costos financieros de una inmobiliaria. Hemos logrado hacer uso de la metodología y el desarrollo de modelos federados, para apoyar el proceso de ejecución y rebajar las solicitudes de información de la constructora materializando en obra, el esclarecimiento de dudas constructivas.

7. Conclusión

Se han obtenido excelentes resultados en los procesos aplicados, ordenamiento bajo la ISO 9001 y plataformas digitales que aportan a la colaboración. La metodología BIM, se realizó fundada en los pilares de la empresa, estableciendo una estrategia organizacional en base a objetivos comunes. En el fondo BIM es una poderosa herramienta de información para la gestión del proyecto. Involucrar a los stakeholders a través de un trabajo colaborativo es clave en el proceso de manejo de la información. No olvidemos que esta información es generada por los equipos de trabajo, que al involucrarlos en la gestión, ellos entienden la importancia de la información.

Los conceptos destacados para que la metodología BIM (Building Information Modeling) se transforme en Building Information Management son los siguientes:

- Liderazgo del mandante
- Ordenamiento en procesos y procedimientos a través de la ISO 9001 y 19650.
- Compromiso de los especialistas con el trabajo colaborativo y estructurado por la información Uso de metodologías y tecnologías relacionadas y especializadas en el desarrollo del proyecto
- Gestión documental por parte del mandante y el asesor.
- Evaluación permanente por parte del mandante para aplicar medidas correctivas.

8. Desafíos Sencorp

Lograr que el management entregue herramientas para el desarrollo completo de BIM. Gestión de activos y desarrollo de plataformas de manejo 7D.

Construction 4.0 es la cuarta revolución industrial, donde la metodología BIM en conjunto con la gestión y el management son parte del presente desafío incorporando los conceptos a través de la información (big data). Con ello se logran distintos medios de producción con información que emana de la metodología y con la que conforma los elementos que se incorporan en la construcción. Es decir, prefabricar con calidad industrial evitando la construcción artesanal directamente en obra. Este proceso apoya a la gestión de calidad de Sencorp, que gracias al management de distintos procesos de obra, permite desarrollar activos con mejores terminaciones y con mayor velocidad de trabajo. (genera la posibilidad de reducir errores y mejorar la performance de la empresa)

El desafío es madurar las metodologías, generar, gestionar la información a través de distintos medios y aprovecharlo en un desarrollo vanguardista de la construcción, lo cual es un valor esencial que la metodología BIM (Building Information Modeling) se transforme en Building Information Management son los siguientes de Sencorp. Hoy es la metodología y mañana una nueva revolución de calidad y manejo de la gestión integral.

EXPERIENCIA DE BIM EN DISEÑO DE CAMINOS

Caso Real de la teoría a lo práctico como BIM Manager y Jefe de Proyecto

Autor:

•Ignacio Barra Rebolledo

RESUMEN DE EJECUTIVO

Hoy cada vez se encuentra más difundida la palabra BIM y es posible verla en varias licitaciones públicas, resultado de la importante difusión de organismos públicos y privados, sin embargo, está misma celeridad nos puede llevar a preguntarnos si ¿las empresas estaban realmente preparadas? O ¿se está aplicando BIM de buena manera?

Quizás la respuesta sería que depende del tipo de empresa y la especialización dentro de la industria AEC, ya que es bien sabido que el desarrollo tanto de personas como en software ha sido liderado por el área de la edificación.

Mi intención es contar cómo personalmente he experimentado esta transformación dentro de los proyectos viales, ajustando la metodología BIM en temas que están muy ligados aún a la edificación, como el caso concreto del formato IFC, y ver que es posible llevar un proyecto de caminos con BIM teniendo en cuenta las restricciones al día de hoy.

CONTENIDO

1. Introducción
2. Pliego o Antecedentes de Licitación
3. Desarrollo de Contrato
4. Jefe de Proyecto y rol de BIM Manager, 2 en 1
5. Comentario Final

1. Introducción

Cuando uno parte estudiando sobre la Metodología BIM por lo general se encuentra con un sin número de definiciones y matices según la publicación, pero por lo general todas convergen en puntos comunes, sin embargo, otra situación es la que se ve cuando comienzas a utilizar la Metodología en ambientes reales de trabajo y aplicado a proyectos reales, donde hay distintos criterios de aplicación pero además empiezas a ver que los puntos comunes comienzan a desaparecer y empieza a cambiar el concepto teórico de Metodología de trabajo por Especialidad de Modelado.

Antes de continuar creo necesario aclarar que mi experiencia es en Chile y en proyectos de infraestructuras de camino, para diferenciar de los proyectos de edificación donde esto se encuentra más desarrollado y creo que esto no debe ser tan habitual.

2. Pliego o Antecedentes de Licitación

Al comenzar a estudiar la propuesta lo que llama la atención es que en general la documentación se trata de formatos tipo donde se incluye la palabra BIM en algunos párrafos, y algo más se profundiza en alguna sección o anexos, donde se mencionan e individualizan algunos profesionales y usos como requerimiento, pero en general no más allá.

Dentro de la empresa comienza a ocurrir algo muy similar, se arma el equipo con los especialistas, quien estará a cargo del proyecto y quién se hará cargo de BIM, o en algunos casos se contratará a un externo. Es en ese momento también donde en muchos casos se produce la separación entre “Metodología de Trabajo” por “Especialidad de Modelado” que mencionaba anteriormente, y el encargado de BIM sólo se hace cargo de generar los modelos según lo que pide el mandante. Lo que también tiene algo de lógica si la intención es ganar la propuesta, y por lo tanto centrar los costos en lo que “se entiende” que se debe hacer.

En ambos casos uno puede atribuir dichas decisiones al nivel de madurez BIM y a la escasa formación del sector, la cual además aún es baja para proyectos de caminos (comparada con edificación) y en algunos casos muy centrados en como generar modelos. El cómo se enseña BIM por los distintos centros de formación podría dar para un debate interesante pero no es el motivo de esta publicación.

3. Desarrollo de Contrato

El paso siguiente, una vez adjudicado el proyecto, es comenzar a planificar y redactar el Plan de Ejecución BIM especificando cómo se llevará a cabo la gestión para cumplir con los requerimientos “BIM” del contrato, ¿y por qué destaco la palabra BIM entre comillas?, principalmente porque a esta altura ya se asumió que BIM es un entregable más dentro de todas las especialidades y que consiste en hacer modelos.

Bajo este escenario en donde se define BIM como una actividad más dentro de la secuencia productiva de la carta Gantt, es decir, se trabaja como siempre generando planos y después se modela, es esperable que no se evidencien los beneficios esperados debido a que por una parte existe poca o nula comunicación entre agentes, y los modelos son atemporales. Esto último no pasa sólo en la etapa de ingeniería, ya que en obra también he escuchado de que cuando se detecta un problema en el modelo muchas veces eso ya fue resuelto en obra.

4. Jefe de Proyecto y rol de BIM Manager, 2 en 1

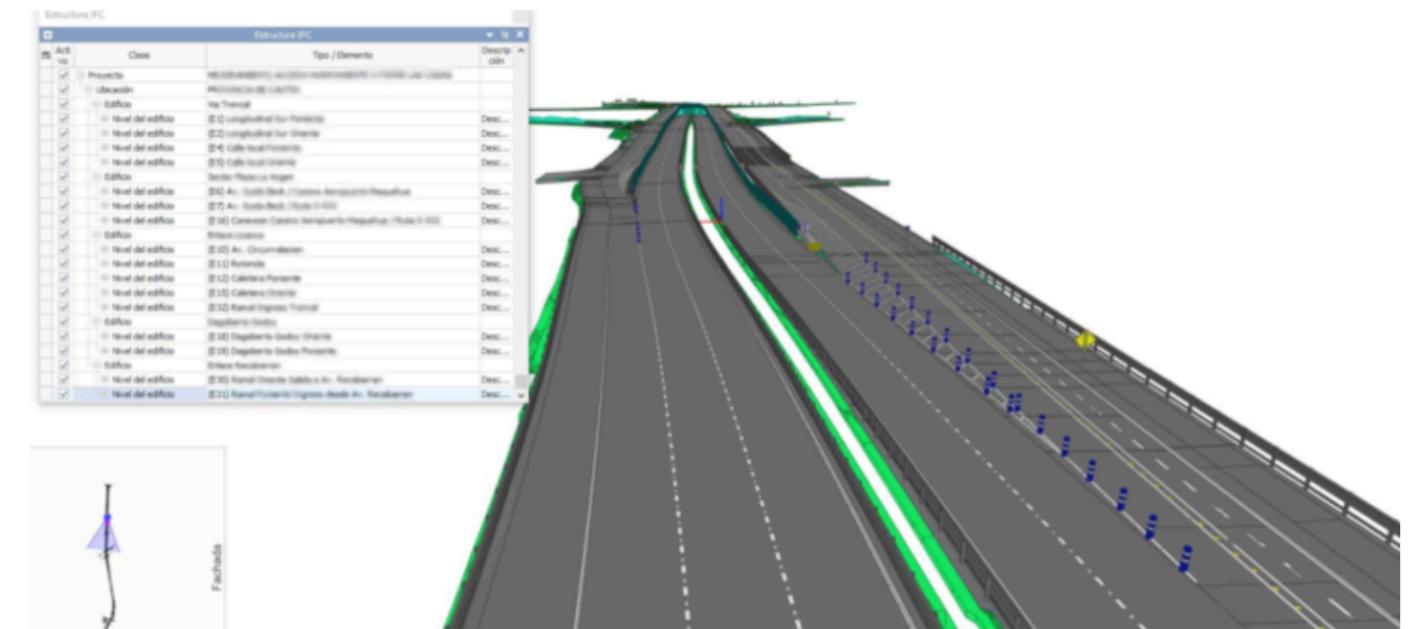
Gracias a la experiencia que tengo en caminos perfectamente puedo asumir el cargo de Jefe de Proyecto, y sumado a mi experiencia en BIM esperaba la oportunidad de llevar esa gestión de proyectos bajo esta metodología, situación que se dio en abril de 2020 donde se adjudicó un proyecto urbano de 3,4 km, con un puente de 400 m y un paso desnivelado en trinchera, servicios afectados, iluminación, expropiaciones, y todo lo que conlleva un proyecto de características urbanas, y que además tenía BIM como parte de sus requerimientos. El primer desafío que se presentó fue llevar a un equipo a trabajar en base a formas y herramientas de las que no estaban acostumbrados o familiarizados, y en ese sentido debo reconocer que las cuarentenas producto de la pandemia facilitó las cosas al vernos obligados a usar plataformas de comunicación y nubes de almacenamiento de datos, herramientas que había intentado introducir anteriormente sin mucho éxito.

En este caso puntual comenzamos armamos una estrategia de colaboración basados en lo que en su momento era la PAS1192:2007, con sus espacios de trabajo, y con los software que la empresa disponía que en resumen eran para comunicar a distancia, planificar y almacenar en la nube. Con esto apunto a que muchas veces las empresas cuentan con herramientas tecnológicas que no son aprovechadas, y también que existen plataformas gratuitas que pueden ayudar perfectamente en una etapa inicial antes de dar el paso a software más específicos y de mayores costos.

Como la idea es contar la experiencia (y como se podrán imaginar), lo más impredecible son las personas que forman un equipo de trabajo, y si bien en un comienzo se ocupó bastante la plataforma de comunicación, a medida que pasó el tiempo cada vez era más recurrente que los colaboradores fueran volviendo al correo electrónico como medio de comunicación, y lo más destacado es que esta conducta era más reiterativa en las personas que eran parte de la empresa que con los contratados externos. Creo que también se entiende ya que esto corresponde a un proceso de transformación digital que toma su tiempo dentro de una implementación.

En relación a los modelos y sus usos, como los proyectistas no tenían las competencias en su momento para asumir ese rol, se contrataron los servicios con un externo e implementamos como plataforma

de colaboración un CDE gratuito para el intercambio de archivos y federación de modelos. Aquí también surge otra interrogante que, si bien venía de proyectos anteriores, nunca había desarrollado por la nula exigencia de quienes estaban a cargo del proyecto y que consiste en cómo estructurar los modelos y clasificar las entidades. En primer lugar, la estructura ifc sigue la secuencia Ifcproject -Ifcsite -Ifcbuilding -Ifcbuildinstorey, para lo cual no había mucha duda de qué colocar para las dos primeras, pero sí para las dos últimas que hacen referencia al edificio y nivel del edificio respectivamente, y que son conceptos que no encajan dentro de un proyecto vial. Como solución adoptamos como Ifcbuildinstorey el eje de cada vía y en Ifcbuilding sectores o grupos de ejes con algo común, propuesta que ya viene sugerida en algún software de diseño de obras lineales.

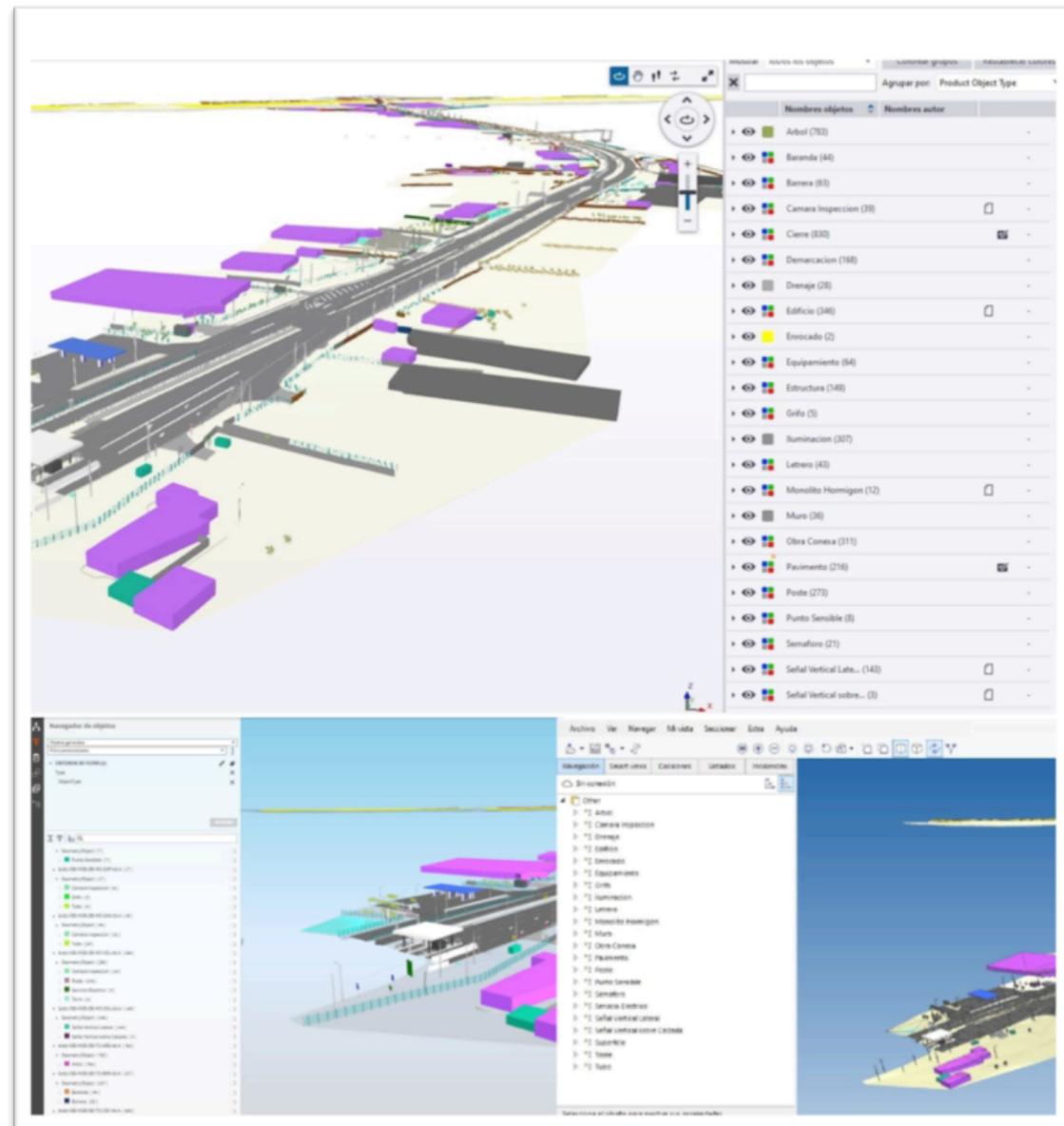


Con esto logramos ordenar la entidades dentro de un modelo siguiendo una secuencia clara y entendible para cualquiera que abriera el modelo en su software de revisión, ya que esa es la intención de trabajar con archivos ifc en un principio, poder traspasar información sin depender del software nativo.

Después se nos presentó otro desafío que era la clasificación. Si bien ifc tiene su propio esquema basado en entidades, partiendo de la base de edificación, éste deja fuera varios (sino la mayoría) elementos utilizados para un camino. En este caso sabiendo el por qué de está clasificación desarrollada para ifc, nos encontramos

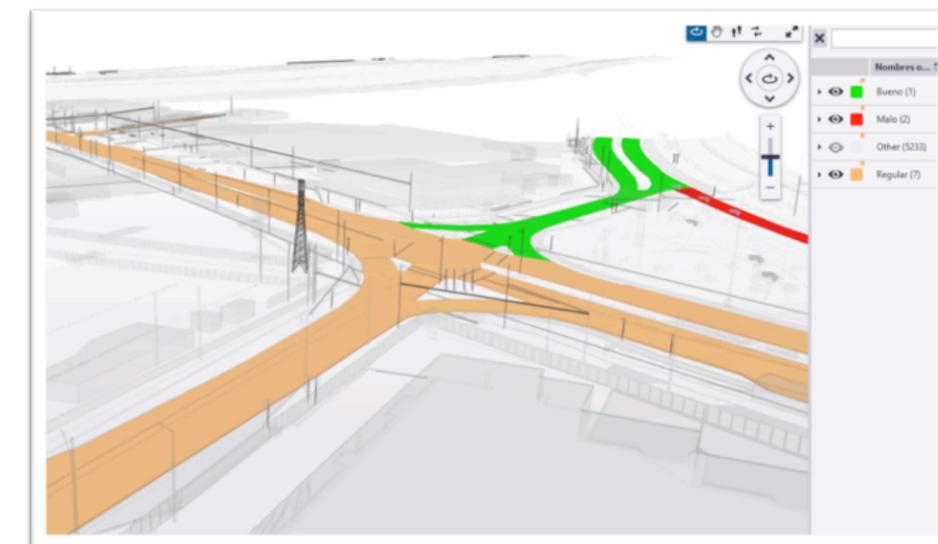
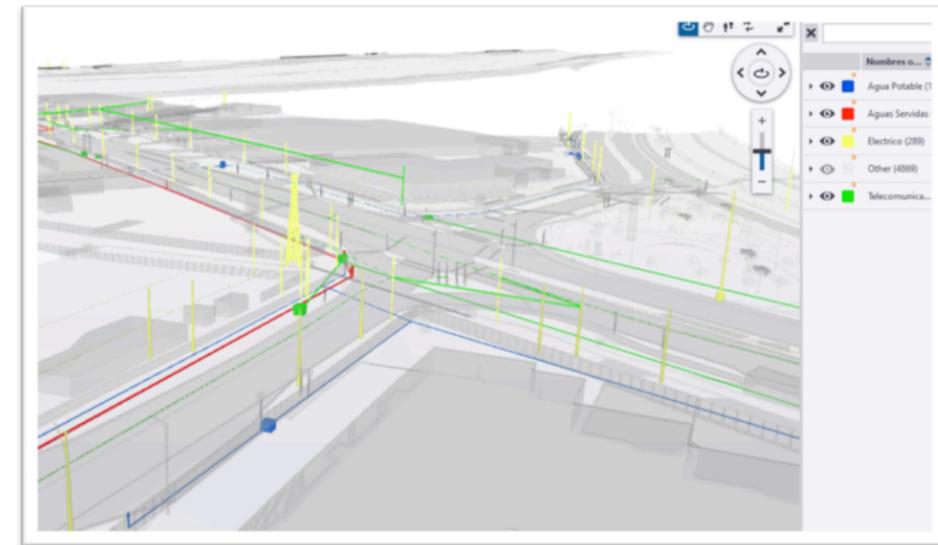
con la primera restricción y que corresponde a la imposibilidad de pasar la información principal de diseño mediante este formato de intercambio y que corresponde a la alineación o eje longitudinal.

Asumido lo anterior, y teniendo en cuenta que los usos en este contratos están enfocados en la coordinación y revisión visual del diseño, tomamos el camino de definir cada entidad como `IfcBuildingElementProxy` y usar el parámetro `ObjectType` para generar grupos de entidades comunes dentro de un proyecto vial como pueden ser tipo de señales, tipos de barreras, etc.

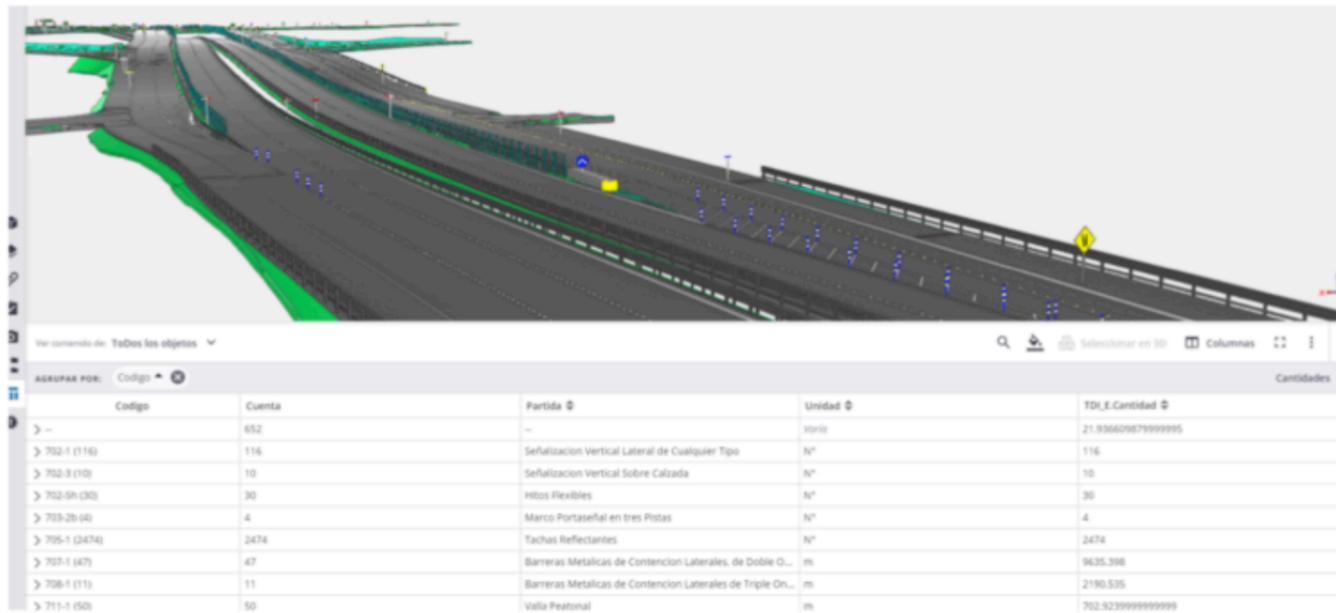


Seguramente con la aprobación del esquema IFC 4.3 y sus nuevas definiciones de entidades, esto será cosa del pasado y se abrirán nuevas aplicaciones y usos dentro de los que es BIM en caminos, pero al día de hoy esta clasificación nos permite generar reglas de revisión automáticas, obtener reportes y conseguir un orden al momento de revisar un modelo, el cual como mencionaba anteriormente, permite mediante ifc (y una buena descripción en el PEB) ser visible en múltiples plataformas de coordinación, lo que además apunta a la idea de trabajar bajo este formato y en línea con lo planteado por la BuildingSmart bajo el concepto de openbim.

Finalmente, si bien los requerimientos por bases solo se enfocaban a un modelo que sea utilizado de forma visual y volumétrica, como jefe de proyecto y BIM Manager, traté de ir un poco más allá resolviendo una de las problemáticas que tienen los proyectos y es la cantidad de información generada. Para esto por medio de psets y vistas inteligentes fue posible identificar en un modelo los tipos de servicios públicos en el proyecto, el estado de los pavimentos o el nivel de contención de una barrera proyectada, entre otras cosas.



Y finalmente, mediante la utilización del CDE fue posible vincular archivos e imágenes a las entidades, y a su vez hacer otro tipo de clasificación que nos pudiera ayudar a extraer las cantidades de obra desde el mismo modelo.



5. Comentario Final

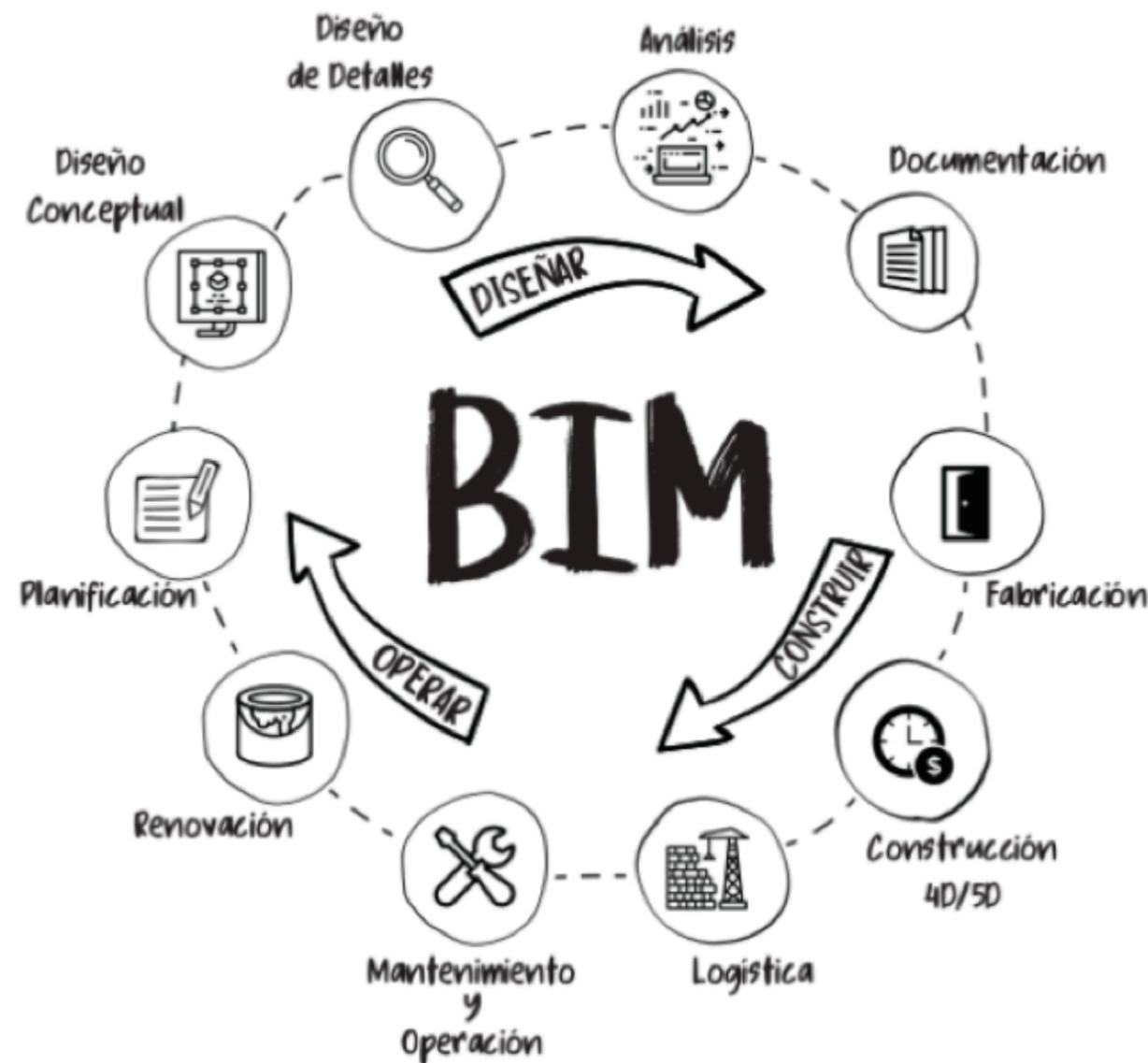
Creo que la falta de desarrollo en BIM para proyectos de Infraestructura vial puede ir ligada a dos factores principalmente:

- i. Falta de formación de promotores y servicios públicos para generar requerimientos más específicos que fomenten BIM como una metodología para desarrollar proyectos, al igual que las empresas que falta integrar BIM como parte de la gestión del proyecto y no como un entregable.
- ii. En general los webinars o charlas de aplicaciones prácticas son enfocadas en edificación, lo que es entendible producto de su mayor avance en la materia, pero que aleja un poco la atención de quienes trabajan en otros tipos de proyectos como son los caminos.

Estas carencias que hacen que las solicitudes dentro de los contratos sean muy pobres o poco claras, y que a su vez los contratistas o consultores no lo integren dentro de sus procesos de trabajo, genera una sensación de que BIM finalmente no es un real aporte real al contrato. O por el contrario, al ser demasiado exigentes sin tomar en cuenta las restricciones, ocasionan un desgaste considerable en desarrollos que no han sido verificados y que en ocasiones tampoco generan demasiado aporte. En ambos casos la respuesta del contratista apunta más a sólo cumplir con lo solicitado que a adoptarlo como forma de trabajo.

Por último, como profesionales que creen que esta es la mejor forma de trabajar, invitar a visualizar los logros y soluciones obtenidos en proyectos de caminos, ya que de seguro esto ayudará a converger en estándares que permitan sacar el potencial y beneficios que tanto se menciona en la teoría, y permitirá estar mejor preparados cuando se publique el ifc 4.3 y despegue el uso de BIM en proyectos viales.

GESTIÓN DE PROYECTOS Y BIM, ¿Cómo conviven en una misma realidad?



Autor: Ing. Gauna Yanina G. Construction Specialist en la empresa internacional Voyansi.

Resumen

En el siguiente informe se hablará de cómo se interrelacionan el Bim con la gestión de proyectos, dos puntos que van de la mano para obtener un proyecto exitoso.

La implementación del BIM en los proyectos nos permite obtener una visión amplia y anticipada de lo que puede llegar a ocurrir en la obra tratando de disminuir todo margen de error.

Por ello, es fundamental establecer procesos para cuando ingrese un proyecto a la empresa. Es necesario categorizar el proyecto para identificar los criterios con los que se llevarán a cabo y armar el equipo de trabajo donde se establecerán los roles a desempeñar por cada miembro.

CONTENIDO

- Resumen
- Punto de partida
- Roles y responsabilidades
- Procesos de formación de un proyecto BIM
- Caso Práctico
- Conclusión

Punto de partida.

Un modelo Bim consiste en la coordinación de distintas tecnologías para lograr una gestión de proyectos, a través de un modelo virtual, permitiendo de esta manera achicar los tiempos de diseños como de producción y por ende costos. Esta metodología es una nueva forma de involucrar distintas herramientas, mejorando así la calidad de los proyectos de ingeniería y arquitectura.

Una ventaja de esta implementación es que el flujo de trabajo es más lineal y colaborativo para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus participantes.

En el desarrollo de un proyecto, la información y el intercambio de datos debe gestionarse a través de un archivo Común de Datos: Un espacio digital común abierto al que deben poder acceder todos los miembros de los Equipos de trabajo que formen parte en el desarrollo del proyecto para compartir información.

Algunas de las herramientas colaborativas útiles para trabajar son

- Bim 360,
- Bim track,
- Procore, etc.

En todos los casos, la carpeta común de datos debe ser la única fuente de información para los proyectos y debe utilizarse para recopilar, gestionar y difundir la documentación, los modelos y los datos no gráficos (es decir, toda la información del proyecto ya sea en formato BIM o en un formato de datos convencional) para el conjunto del equipo de un proyecto.

También, en un entorno colaborativo, vas a tener en cuenta:

- Las estrategias de nombrado de los archivos
- Las estrategias de actualización de los modelos
- Las estrategias de aprobación y/o autorización
- Las estrategias documentales y control de revisiones
- Las estrategias de entrega (pautar de antemano, tentativas fechas de entregas)
- Las estrategias de seguridad, Backups.

Roles y responsabilidades en un proyecto BIM

En la medida que el proyecto evoluciona y se va generando, la metodología BIM nos ayuda a extraer plantas y secciones fácilmente de un único modelo 3D. Este modelo es el esqueleto del proyecto y gracias a los distintos visualizadores, permite la comprensión de las distintas propuestas por parte del cliente y de nuestro propio equipo, y todo esto, en tiempo real.

Es por ello que armar un equipo de trabajo en el cual se definen los roles y responsabilidades en el BEP (BIM Execution Plan) que se reflejarán en el contrato, este es un documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar bajo metodología BIM, para que todos los actores implicados hagan un trabajo coordinado y coherente. Este es un documento vivo que se adaptará a cada tipo de proyecto, organización y fase del ciclo de vida.

La gestión de un proyecto BIM se lleva a cabo por todo el equipo de trabajo. Antes de seguir leyendo debes saber que:

- En la gestión de un proyecto BIM los roles no son cargos en la empresa, son funciones y responsabilidades asignados en el equipo de trabajo.
- Un rol puede ser realizado por más de un miembro del equipo de trabajo.
- Un miembro del equipo de trabajo puede asumir más de un rol.
- Los miembros del equipo de trabajo deben ser competentes para desempeñar el rol asignado.
- Los miembros del equipo de trabajo deben tener autoridad para desempeñar el rol asignado.
- Los roles pueden pasar de una actividad a otra durante el ciclo de vida de un proyecto BIM.

Proceso de formación de un proyecto

La coordinación del equipo de diseño comienza a tomar importancia en las fases intermedias. Se debe, desde un principio, gestionar los ámbitos y la capacidad para modificar los distintos elementos de diseño de cada miembro del equipo. Un modelo BIM y un entorno abierto, permite a distintos equipos diseñar de manera simultánea las distintas partes del proyecto, sin generar interferencias y agilizando el proceso.

Los archivos en la medida que son creados es importante tener criterios de modelado lo que implica establecer las pautas en común de todos los involucrados en el armado del proyecto y para su posterior coordinación y utilizados para federar o integrar los distintos modelos parciales del proyecto, y comprobar el grado de colisiones entre ellos. Mediante el uso de herramientas de comprobación detectamos de manera anticipada posibles anomalías que puedan causar conflictos posteriormente en obra, y de esta manera evitar modificaciones que resultan más costosas durante la ejecución de la obra.

Ciertos elementos singulares requieren de atención especial durante el desarrollo de los proyectos. Para ello, podemos estudiar opciones de diseño gracias a la utilización de herramientas paramétricas. Con ellas podemos estudiar y comparar pormenorizadamente distintas alternativas, que nos permitan elegir la solución más conveniente para nuestro cliente. Estas herramientas sirven para desarrollar fachadas, acabados e incluso elementos singulares en la fase de diseño de interiores, gracias al uso de formatos interoperables podemos diseñar mobiliario exclusivo y único que aporten valor a la propuesta.

En la medida que la coordinación está terminada y nos acercamos a la fecha pautada redactamos el sign off, es un documento que deja plasmado las condiciones es las que se encuentra una determinada etapa del proyecto y que es firmada por todo los involucrados avalando el documento.

A la hora de elaborar la documentación de obra, el uso de la metodología BIM permite garantizar la correcta coordinación entre el modelo tridimensional (3D), los planos bidimensionales exportados a distintos formatos (2D). De igual manera, la utilización de visualizadores del modelo, con aplicaciones específicas para dispositivos móviles, permite una lectura del proyecto mucho más completa y actualizada. Esta información queda siempre a disposición del equipo de obra y el cliente. Por último, también podemos exportar el archivo IFC del modelo a programas de medición y preparación de

presupuestos (5D), así como de simulación, planificación y gestión de obra (4D tanto de naviswork como de Synchro) para completar la información que podemos extraer del modelo. Una vez construido el proyecto, el modelo BIM todavía puede ser utilizado para llevar a cabo la gestión integral de los servicios y el mantenimiento del edificio (7D).

Caso práctico

Por cuestiones de privacidad de la compañía para la que soy parte mucho información no me es posible exponer pero puedo comentar brevemente la experiencia de trabajar en un proyecto en New York



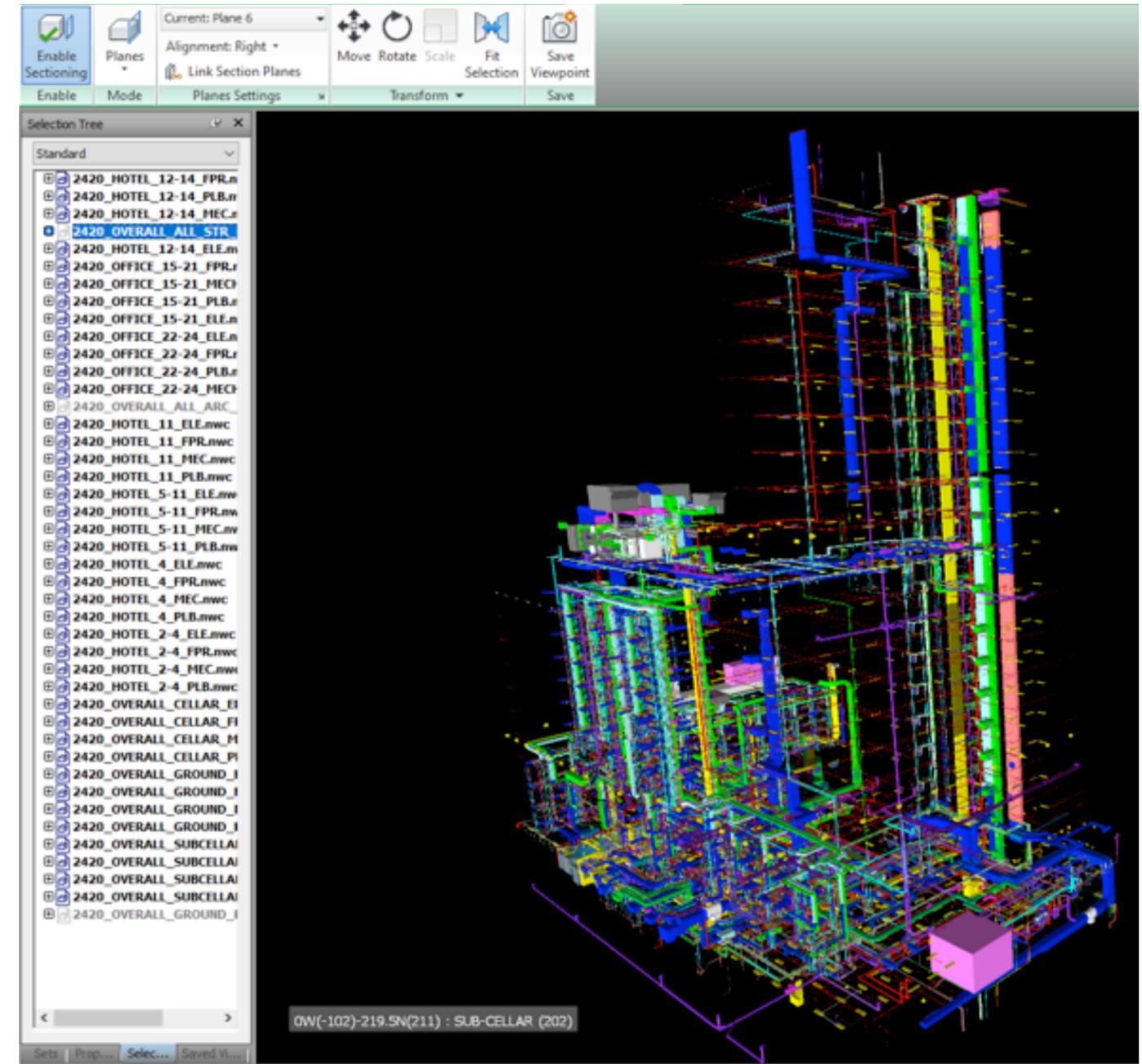
El proyecto consistió básicamente en el modelado y coordinación de las diferentes disciplinas de MEyFP. Fue un trabajo en equipo con la gente de Estados Unidos en donde nos daban toda la información posible para poder incorporar en los modelos y así coordinar este edificio.

Contamos con una reunión semanal con todos los involucrados y en donde exponíamos puntos relevantes a discutir, en donde era necesario que todos se involucraran y así tomar decisiones y además reflejar el avance hasta el momento. Cuando esto sucedía se llevaba un registro a través de documento.

Otro punto a destacar fue la constante comunicación con cada encargado de las disciplina ya sea por mail o simplemente por llamada para abordar dudas puntuales.



Una ventaja importante de la utilización de Bim fue poder anticipar problemas no fueron tenido en cuenta en el diseño como fue las altura de cielorraso, hubo un piso en la que fue imposible hacer pasar las instalación por tener tan poco espacio. problema que en una reunión fue fácil de resolver anticipar, que si no hubiera pasado por la metodología hubiera llevado tiempo y costo solventarlo.



Conclusión

La metodología BIM en definitiva no es una transformación tecnológica solamente, no es un software, es un cambio de mentalidad. La interoperabilidad en los procesos complejos se ha hecho imprescindible en el mercado, la trazabilidad de las acciones y las

responsabilidades intrínsecas de cada participante en el desarrollo es fundamental para el funcionamiento fluido del proyecto. El acceso del cliente a toda la información de manera sencilla y práctica, en tiempo real, es hoy en día posible y deseable.

PLAN DE IMPLANTACIÓN BIM EN ESTUDIO DE ARQUITECTURA

SAGA Arquitectos, Managua – Nicaragua.

MSc. Arq. Juana María Rodríguez Gutiérrez

RESUMEN EJECUTIVO

Se creó un plan de implantación de la Metodología BIM para el estudio de Arquitectura - SAGA Arquitectos, Managua - Nicaragua, en el año 2021; para desarrollar proyectos en el marco de la actividad del equipo, basado en procesos según la actividad laboral actual de la firma en el área de diseño y operaciones, ya sea a nivel de estudios previos, anteproyecto, desarrollo, construcción hasta supervisión; dando inicio a la gestión de proyectos constructivos, con enfoque hacia dónde dirigir el nivel de la empresa ganando experiencia en el uso de los softwares de diseño BIM.

Basado en estándares y estrategias para el correcto desarrollo de un modelado BIM AEC, como apoyo para que el equipo de trabajo, lleve a cabo la implantación de la metodología BIM en un proyecto constructivo y por lo tanto obtener mayor control sobre la toma de decisiones, reduciendo costes, conflictos, integrando nuevas herramientas que facilitarán el aumento de la productividad y sincronización de los involucrados.

Saga Arquitectos es un estudio arquitectónico que inició en 1991 en Managua - Nicaragua, posee 24 años de experiencia y a partir del año 2015, dio inicio con la utilización de softwares BIM. Sin embargo, se necesita organizar y plantear procesos que estandaricen el flujo de trabajo del personal involucrado. En Nicaragua se presentó el primer foro BIM en el año 2019, optando a varias empresas inclinarse ante esta metodología. El estudio arquitectónico tiene los recursos, experiencia y potencialidades para ser una empresa de auge que influya a nivel nacional tanto internacional, si se implanta ante la metodología BIM.

El plan de implantación BIM en el estudio arquitectónico, tiene como propósito generar el máximo de productividad, presentación de calidad de diseño y planificación en la construcción, en busca de las mejoras constantemente hacia la necesidad de minimizar costos de producción, generando soluciones; capacitar a todo miembro del equipo, hacia dónde dirigir según su actividad laboral y ejercer un cambio actualmente en el estilo de trabajo de las áreas de diseño y operaciones.

CONTENIDO

- Aprobación al cambio BIM
- ¿Que es BIM?
- Diseño de Procesos
- Proceso ante implantación BIM: Anteproyecto
- Proceso ante implantación BIM: Desarrollo Constructivo
- Proceso ante implantación BIM: Construcción y Supervisión
- Estandarización y Estrategias BIM
- Conclusiones

Aprobación al Cambio BIM

Para conseguir que BIM funcione en el equipo de trabajo – Saga Arquitectos, se requiere mucho más que el entrenamiento de herramientas de diseño BIM. Se requiere abordar el tema como una transformación de procesos, los procesos ya existentes impactarlos con la mejora de optimizarlos y saber seleccionar la herramienta adecuada para ejercer cada actividad y ejecutar el proyecto.

Dando inicio con la contestación de una encuesta con una muestra de 10 personas del área de diseño y operaciones; con el objetivo de conocer el nivel de conocimiento e interés acerca de la metodología BIM; con los resultados esperados se podrá crear en conjunto los procesos según cada rol y actividades a ejercer en las diferentes áreas, tratando de vincular la metodología tradicional ejercida con ayuda de herramientas digitales, pero ante la actitud de aprender e involucrarse ante esta metodología es primordial.

El 60% de la muestra, tiene conocimiento ante la metodología BIM, y el 40% desea involucrarse, aprender y poder implementarlo.



Ilustración 1. Resultado Encuesta Metodología BIM. Fuente: Propia

¿Que es BIM?

Planteando que BIM a nivel de SAGA Arquitecto, es: (Concepto Grupal) BIM son las ciclas de Building Information Modelling, que en español significa Modelado de la Información de la Construcción. Es una metodología de procesos con bases de datos para obtener un

modelo virtual AEC, la cual permitirá la interoperabilidad de diversas especialidades mediante el ciclo de vida (1D – 7D) de un edificio. Logrando con ello garantizar eficiencia y entregables de calidad en el proyecto, con ayuda de herramientas digitales para optimizar tiempo, productividad y costes.



Ilustración 1. Resultado Encuesta Metodología BIM. Fuente: Propia

En la actualidad, los tipos de herramientas digitales que utilizan principalmente para ejercer sus labores fueron desde Autocad, Revit, Excel y Lumion.

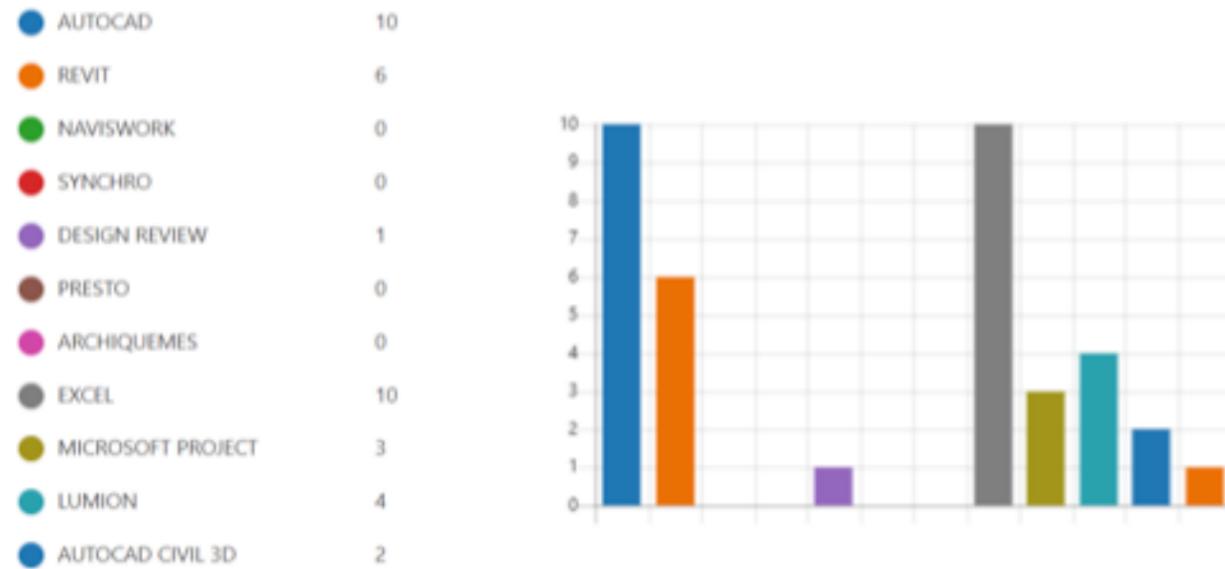


Ilustración 3. Resultado Encuesta Herramientas BIM. Fuente:Propia

Donde prevalece el software de Autocad como base en el caso para desarrollar proyectos; se espera que el inicio preliminar para el desarrollo sea el software Revit y no solo a nivel arquitectónico, sino a nivel de estructura y MEP. Planteado como primordial el uso de esta herramienta.

Esto implica la capacitación a nivel básico del 40% y llevar a cabo al restante a nivel avanzado, ya que estos porcentajes se dividieron según como se encuentra dividida la oficina, el área de operaciones con el área de diseño. Actualmente el área de diseño son los que desarrollan los proyectos por ello deben de manejar este software, pero el objetivo con operaciones es que puedan manejarlo a nivel básico como inicio e ir superándose con soporte técnico a nivel que vayamos avanzado con esta implantación.

Con el 60% de personas que utilizan Revit, se les consultó su manejo ante Revit arquitectura, estructura y MEP. Teniendo como resultado deficiencia en Estructura y mayor manejo en Arquitectura y MEP. Con el objetivo de conocer como asignar los roles según actividad, especialidad y persona.

Ya que la actitud es primordial, se presentó a nivel de resumen, en qué consiste cada una de las herramientas para que se familiarizarán y lo relacionarán con su rol de trabajo. El área de diseño optó por las 3 ramas de Revit para desarrollar proyectos, Naviswork para la coordinación, y programas de renderización y postproducción para la parte gráfica esquemática. Esta selección se aterrizó a lo que actualmente se trabaja en el área de diseño, lo que implica que en Operaciones se iniciará desde una base preliminar, para abordar los puntos de planificación de obra, presupuesto, supervisión, y FM.

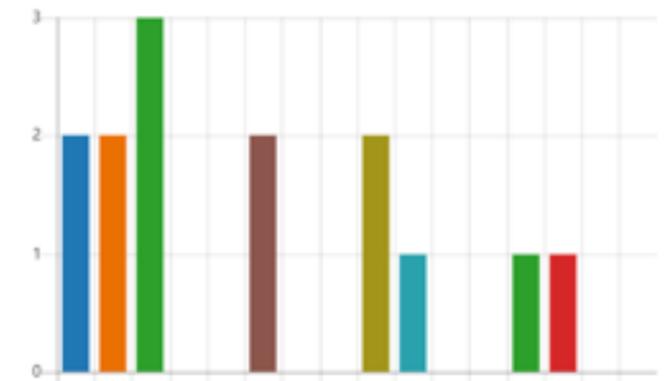
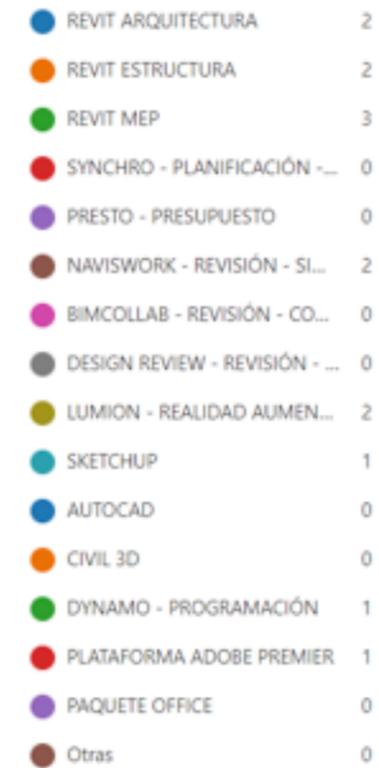


Ilustración 4. Resultado Encuesta Herramientas BIM. Fuente:Propia

Diseño de Procesos

Conociendo las herramientas que facilitan las horas de trabajo al empleador y los usos BIM según las fases del ciclo de vida del proyecto, se crearon los procesos para ejecutar un proyecto, en este caso Anteproyecto, Desarrollo y Operación.

Normalmente se divide desde la planificación, la etapa de diseño, construcción, hasta llegar a la operación; analizando desde el sitio de trabajo, realizando anteproyecto, iniciando una base en el presupuesto, para llegar a desarrollar constructivamente y realizar diversos análisis, así obtener y detectar las interferencias entre especialidades, planificar la obra y cronograma, crear modelos 3d para la etapa de mantenimiento y operación del edificio.

Proceso ante implantación BIM: Anteproyecto

Adaptando la metodología tradicional al proceso de Anteproyecto mediante la metodología BIM, se crea el desarrollo vinculando la forma habitual de trabajo del empleador con el apoyo de herramientas digitales.

Se da inicio con los criterios del cliente, donde este podría entregar el EIR, o no presentar la documentación, proporcionando lugar de estudio y necesidades para presentar el proyecto. Apertura el área de diseño con la etapa de planificación y diseño, desde la prefiguración, zonificación, conceptualización, y diagramas de flujos. Para obtener una conceptualización del diseño según la magnitud del proyecto, ya sea a nivel de Master Plan o edificios.

En este proceso de conceptualización se recurren a herramientas básicas tales la mano alzada o softwares de modelado básico, para presentar geometría, en este caso utilizando el software de Revit arquitectura, ya sea a nivel de masa para emplazar el edificio.

Finalizando esta etapa de conceptualización se realizará una junta directiva con el equipo de trabajo involucrado e invitando a más agentes de operaciones a ser participe, para llevar un control de calidad antes de realizar la entrega al cliente.

Obteniendo el visto bueno del equipo de trabajo o realizando los posibles ajustes propuestos para la entrega, se procede a presentarle al cliente dejando constancia mediante actas de entrega y envío de la información utilizando la vía de correo o Smartsheet, ya que es una plataforma rígida donde se organiza la información de forma ordenada y filtrada según cada entrega, por medio del llenado de un formulario y control de tablas.

Siendo aprobada la etapa de conceptualización y prefiguración se procede al desarrollo de Anteproyecto dando inicio al desarrollo del proyecto con especialidades. Utilizando en este caso la herramienta de Revit e ir trabajando de la mano el presupuesto para presentar la base, según sea el caso.

De esta forma se presenta la segunda reunión con el equipo de trabajo con el fin de siempre llevar un control de la presentación de información a ser entregada al cliente, si es aprobado se presenta al cliente. Los entregables en este proceso serian desde el archivo 3d, rvt. dwg. pdf. dwf e ifc. la documentación 2d, acta de entrega, y presupuesto base; resguardando la información mediante la plataforma antes mencionada Smartsheet, onedrive o Dropbox.

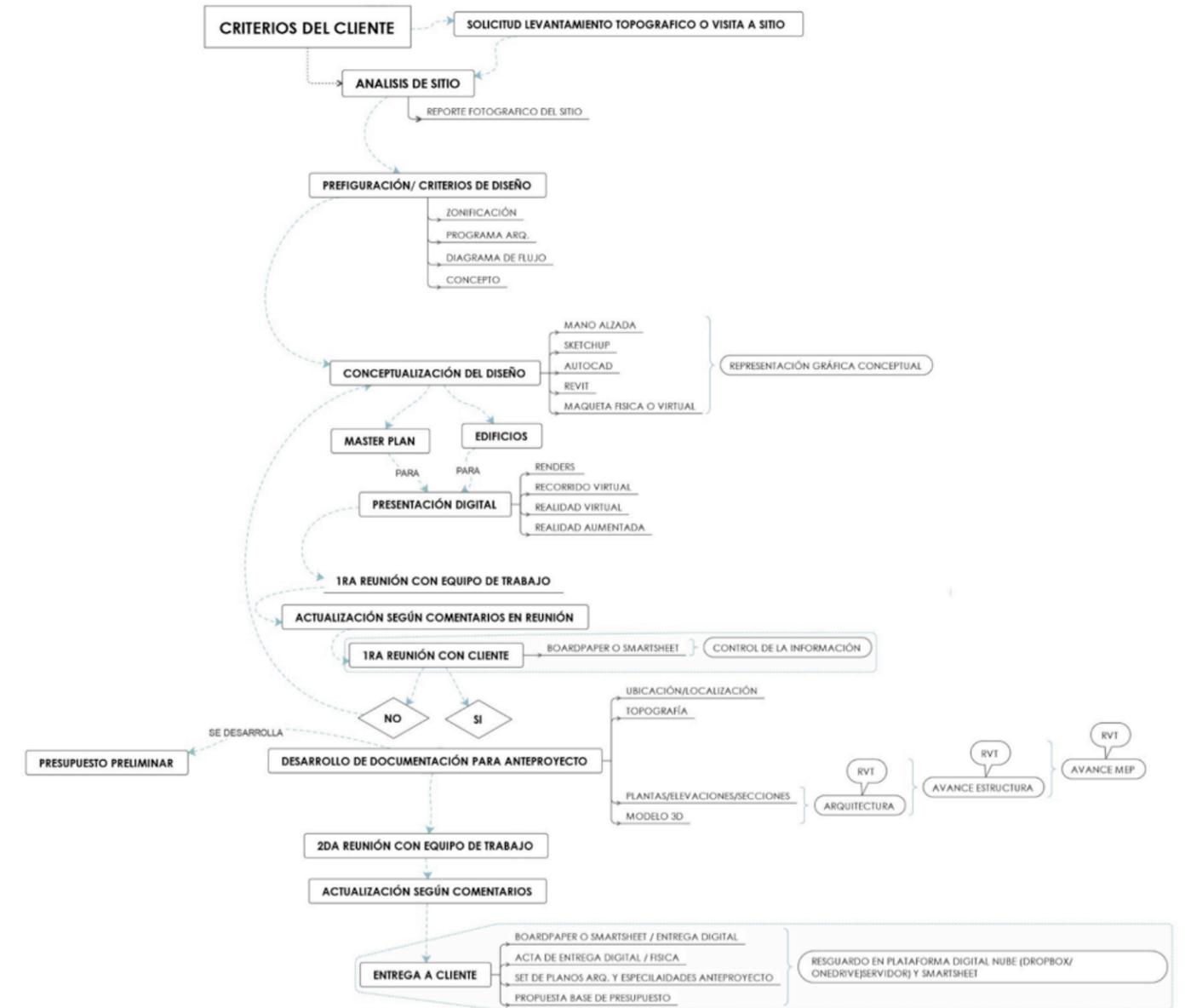


Ilustración 5. Proceso Anteproyecto. Fuente: Propia

Proceso ante implantación BIM: Desarrollo Constructivo

El proceso constructivo para ejecutar el proyecto, se lleva a cabo desde la etapa de licitación con la solicitud de ofertas, donde se nos proporciona el EIR, y de esta forma la presentación de las ofertas, dando inicio con el plan de ejecución BIM PEB; obteniendo la contratación y rectificando el PEB, con esta información se procede a ejecutar el proceso de producción para ejecutar un proyecto arquitectónico a nivel constructivo junto con las especialidades implicadas.

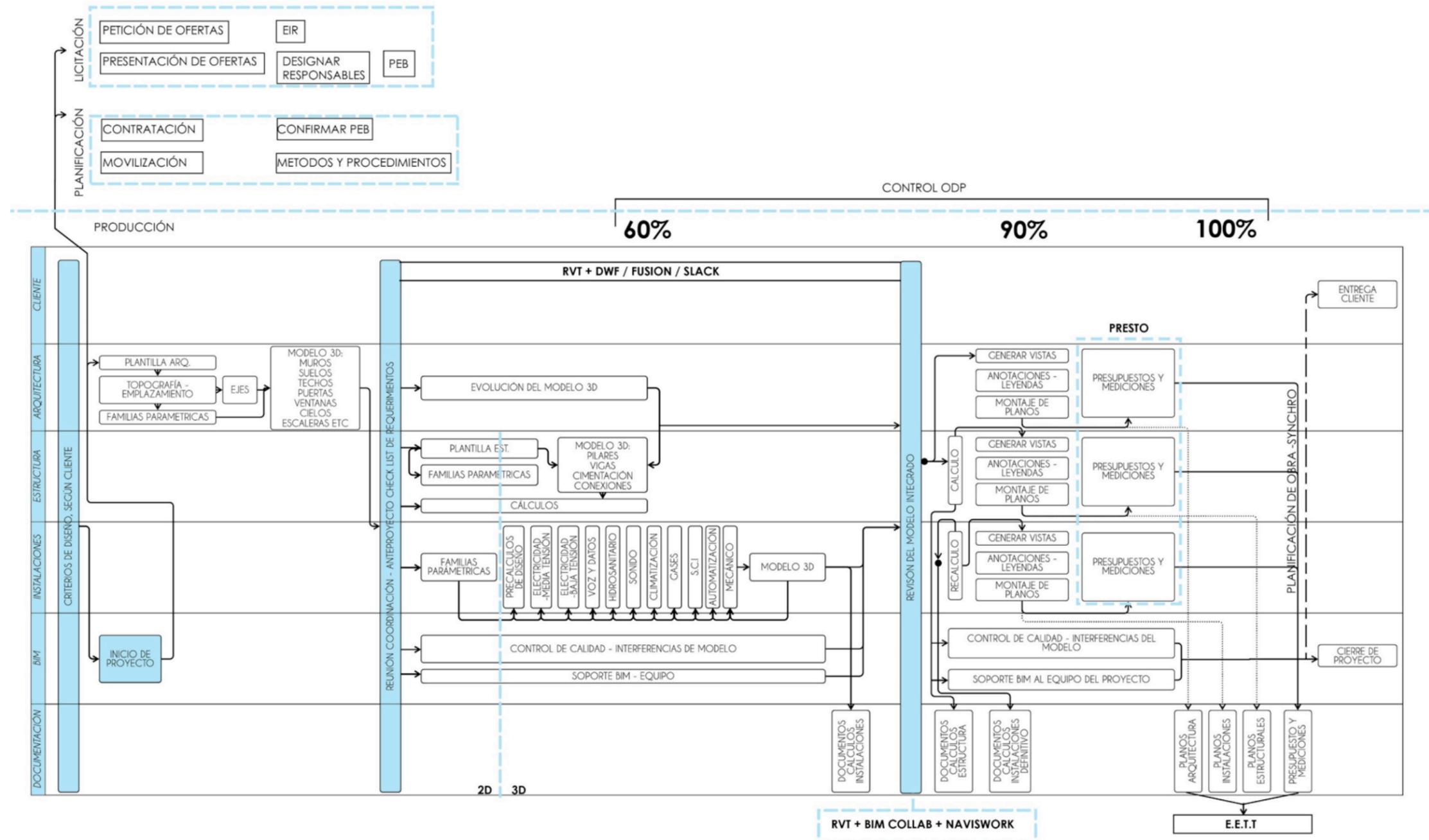
Todo proyecto de especialidad se da inicio con la utilización de plantillas según su sistema, además de generar su matriz de base de datos de cada elemento a emplear.

Obteniendo toda la información proveniente del anteproyecto, se da paso al modelado BIM de las especialidades, en este caso se revisará cronograma de entrega de especialistas; ya que Nicaragua es un país donde la metodología BIM es nueva o innovadora, todavía se cuenta con deficiencia con el manejo de herramientas alusivos ante la metodología, se pudo apreciar con la encuesta realizada. En este caso para contrarrestar esta barrera, se añadirá tiempo de entrega para trabajar a la mano con el ingeniero y presentar el modelado 3d deseado. Este proceso se renueva del 2D al 3D.

Mediante se vaya avanzando con el desarrollo de cada especialidad se llevará a cabo un control de calidad del modelado, con el cumplimiento de normas y estándares establecidos, ya sea grafismo y método de modelado de la información. Mientras el modelo se trabaje desde la plataforma de Revit 2021 arquitectura, estructura y MEP, integrando softwares de análisis de diferentes fabrica, la información se resguardará cargando el modelado a la plataforma de Fusión y exportando en dwf., para realizar las revisiones y continuar con el desarrollo.

Cuando se estime el 90% de la información se procede con la revisión de cada uno de los modelos en la plataforma de Navisworks, y con ayuda del entorno de datos compartido avanzado se utilizará Bimcollab para llevar la información obtenida de Naviswork ante la detección de conflictos al software de Revit y de esta forma realizar los ajustes. Ya al 90% se realiza la documentación 2D y se cuantifica materiales para presupuesto, en ello se apoyarán de la herramienta de Presto, ya que se vinculará el modelo completo para obtener metrajes y a la vez costos. De igual forma se avanza con las especificaciones técnicas para la entrega del mantenimiento y se planifica la obra mediante la herramienta de Synchro.

Completando al 100% el proyecto y entregando al cliente modelos 3d BIM arquitectónicos, de especialidades, presupuesto, planificación de la obra, base de datos de las especificaciones, manuales de mantenimiento, acta de entrega y todo ello resguardado en las plataformas de la nube ya sea en Onedrive, Dropbox, Smartsheet o desde un servidor local.



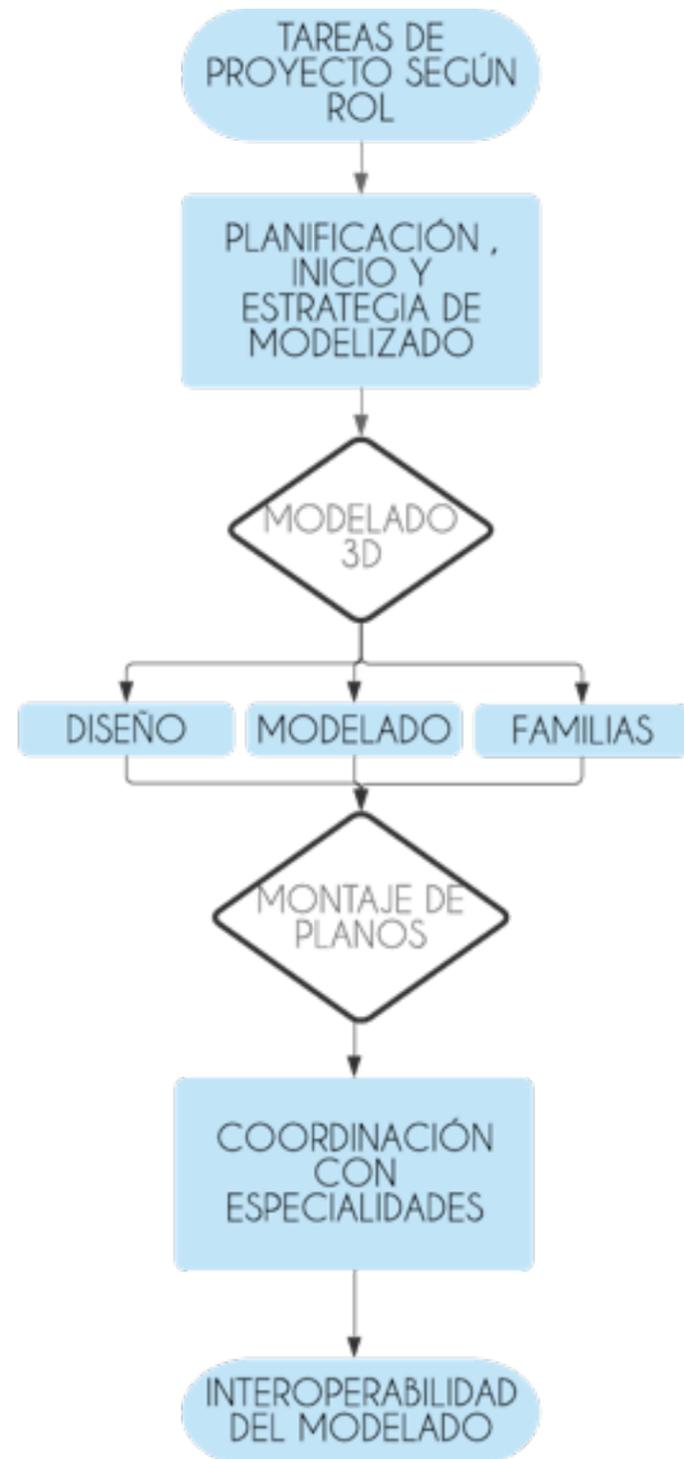


Ilustración 7. Diagrama Proceso desarrollo de proyecto. Fuente: Propia

De forma simplificada, toda tarea del proyecto según la actividad asignada, se planificará y se desarrollará una matriz o estrategia de todo elemento que incluirá el modelado, obteniendo una base de datos a integrar al modelo 3D, esto involucra toda familia, plantilla y forma de diseño, obteniendo la documentación 2D. Luego de tener los modelos de las especialidades se procede a la coordinación entre ellas, creando y obteniendo la interoperabilidad del modelado de forma sincronizada.

Proceso ante implantación BIM: Construcción y Supervisión

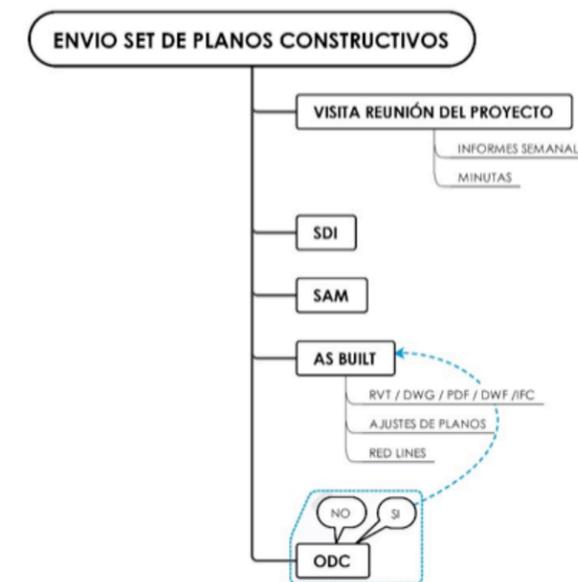


Ilustración 8. Proceso Constructivo y Supervisión. Fuente: Propia

El proceso de operaciones, se basa desde la entrega de planos constructivos, a integrarse a reuniones semanales en el proyecto, entregando informes de avance esto con el apoyo de la herramienta de Synchro para llevar el seguimiento de la obra en ejecución, además de visualizar la logística del proyecto.

Se presentarán las solicitudes de información y de materiales, para ser aprobados, estos se organizarán con respaldo en las plataformas digitales.

Se procede con el desarrollo de AS BUILT, todo cambio visualizado en campo, se actualizará en esta etapa. Todo cambio solicitado ante la notificación actualizará el desarrollo del proyecto, entregando la documentación ASBUILT en formatos rvt., dwg., ifc, pdf. Estandarización y Estrategias BIM

Conociendo los procesos para implementar en un proyecto BIM, es necesario estandarizar para permitir compartir criterios comunes al momento de realizar contratos o de realizar algún tipo de entrega.

Establecer un modelo virtual tridimensional inteligente para ejecutar un proyecto, permitiendo que varias personas puedan modelar o actualizar información sobre el mismo en forma simultánea y sincronizada, un modelo que pueda ser consultado en cualquier momento.

Conclusiones

En busca de ponernos al tanto con la tecnología en la construcción damos la bienvenida a esta metodología, con ganas de superación con el equipo de trabajo y apoyo de la empresa, se ha iniciado una aventura en la larga trayectoria de la implementación BIM.

Obteniendo resultados rápidos al visualizar la máxima productividad; será una exigencia ya que la mayoría de empresas de la construcción y diseño a nivel nacional, trabajan como la vieja escuela y ya es hora de avanzar, esto implicó la estimación de costos a nivel de equipos, herramientas a utilizar, salario del personal adicional, y licencias, sin embargo a toda esta inversión se le resta que gracias al BIM un 30% de los costos por imprevistos en la construcción se van a reducir al igual que el tiempo de construcción y entrega de proyecto.

La calidad del diseño incrementa de modo que, en la fase de obra, se puedan disminuir las modificaciones con respecto al diseño original, eliminando retrasos a la obra, reduciendo ordenes de cambio. Poder mejorar constantemente hacia la necesidad de minimizar los costos de producción, llevando a cabo cada proceso de implementación BIM, bajo los estándares de desarrollo, generando soluciones a través del modelo 3D BIM.

IGEO, GEMELO DIGITAL PARA LA INDUSTRIA CONSTRUCCIÓN

Carolina Briones Lazo – CteC
 Daniela Vásquez Jiménez – CteC
 Herman Vega Jara – VelociTI
 Claudio Villarroel Navarro – VelociTI
 José Luis Valenzuela Lobos – Wolke
 Claudia López Bravo – Inacap

RESUMEN

El presente artículo expone un proyecto de innovación abierta llamado IGEO, que es la primera plataforma creada en Chile bajo el concepto de digital twin, que conecta modelos BIM con edificaciones construidas a través de tecnología IoT, y que busca optimizar el flujo de información en la fase de operación de activos. Para ello, se describe el estado del arte de diferentes plataformas de gemelos digitales desarrolladas a nivel mundial para el sector construcción,

posteriormente se detalla la arquitectura de software y hardware de la plataforma IGEO, para luego dar cuenta de su inserción, testeo y levantamiento de lecciones aprendidas dentro del funcionamiento del Parque de Innovación CTeC y otros casos nacionales. Finalmente, se da cuenta de los principales resultados, brechas relevadas y propone futuros avances para robustecer esta plataforma, y así, mejorar la cantidad, calidad e interoperabilidad de datos gestionados para la mejor toma de decisiones. .

CONTENIDO

Introducción

Gemelos digitales e IoT, los nuevos saltos tecnológicos que potencian el uso de BIM

Casos internacionales para el sector construcción

Plataforma IGEO, gemelo digital de desarrollo local

Aplicación de IGEO en la gestión de infraestructura nacional

Conclusiones y futuros pasos

Introducción

Así como en el mundo de la banca financiera la irrupción tecnológica generó el concepto de Fintech, los conceptos de Construtech o Buildtech han sido acuñados en los últimos años en el sector construcción, y su impacto ya es una realidad. Este salto tecnológico consiste en poder mejorar la productividad y predecir riesgos y amenazas de manera temprana. En concreto, estos conceptos integran nuevas aplicaciones y herramientas de planificación y ejecución de proyectos, como: la utilización de drones, la impresión 3D de prefabricados, la realidad aumentada y virtual, el uso de Wearables, GPS, entre otros. Dentro de ellas, destaca Building Information Modeling (BIM por sus siglas en Inglés), una metodología de trabajo colaborativo que permite incrementar la productividad de la Industria mediante la incorporación de tecnologías de la información a lo largo del ciclo de vida de los proyectos, y que gracias al Estándar Nacional BIM desarrollado por Planbim de Corfo (2019)¹ ha visto aumentar su adopción en Chile, donde 1 de cada 3 empresas declara utilizar BIM según lo revela el último ITD (2021)².

A nivel mundial, países más desarrollados han avanzado a paso acelerado en sus niveles de adopción de BIM³ y no solamente para las etapas de diseño y construcción, sino también para las fases de mantenimiento y gestión de activos. Es por ello, que han surgido nuevos conceptos relacionados a esta metodología y en asociación a otras tecnologías, como el caso de gemelo digital o digital twin, término que fue acuñado inicialmente en la Nasa por el Doctor Michael Grieves (2002), y que se refiere a una réplica digital de un producto, servicio o proceso. La idea es someter dicho gemelo virtual a estrés de manera que sean testeadas sus principales debilidades sin la necesidad de construir prototipos reales⁴. A su vez, estos gemelos son hoy uno de los pilares fundamentales para el Smart City.

Los gemelos digitales sirven para conectar el mundo online y offline añadiendo tecnología de Internet of Things (IoT por sus siglas en inglés), que permite instalar sensores capaces de captar datos en todo tipo de objetos y lugares que, a su vez, son transmitidos y

almacenados en la nube, para posteriormente aplicar esa información a los modelos BIM, y así, hacer más eficiente la toma de decisiones de manera anticipada por medio de prototipos o simulaciones, o bien en tiempo real, cuando se trate del mantenimiento de un activo⁵. Este artículo presenta un proyecto de innovación abierta desarrollado en torno a esta temática. IGEO es la primera plataforma creada en Chile bajo el concepto de Digital Twin, llevada a cabo por medio de la alianza entre CTeC, VelociTI, Wolke e INACAP.

Gemelos digitales e IoT, los nuevos saltos tecnológicos que potencian el uso de BIM

Los gemelos digitales se han transformado en una tendencia en estos últimos años siendo una tecnología revolucionaria e innovadora que propone mejorar los distintos procesos desde el diseño, la interacción con el usuario y la gestión y mantenimiento de activos. La representación virtual del producto, servicio o proceso con toda la información, considerando todos sus factores, lo transforman en un modelo dinámico de alta precisión que se asemeja al real, permite asimilar y comprender los proyectos en un nivel más profundo, pero por sobre todo tomar decisiones más certeras y eficaces.

Por otra parte, IoT⁶ (Internet de las Cosas) es la capacidad de conectar múltiples objetos o “cosas” a través de internet, y que la información recabada de estas, sea utilizada por otras “cosas” o sistemas, muchas veces autónomos⁷. Esta tecnología ha permitido grandes eficiencias en múltiples industrias, tales como la minería, la manufactura o el transporte, pero su impacto hasta la fecha en la industria de la construcción ha sido acotado; por una parte se debe a que es una industria no acostumbrada a adoptar y/o adaptarse a los últimos avances tecnológicos, quedando muchas veces rezagada en comparación con otras industrias, pero también, porque no se proyecta con claridad el cómo su uso mejora la eficiencia en las distintas etapas del proceso de diseño y construcción^{8,9}, siendo su aporte más visible para las etapas de operación, específicamente en el proceso de mantenimiento¹⁰ y de administración¹¹ de infraestructura y edificaciones.

¹ Planbim de Corfo. (2019). Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores. Recup. 14.07.2021 de <https://cutt.ly/mmF010D>

² PMG, CDT. (2021). Índice de transformación digital en la construcción. Recup. 14.07.2021 de <https://cutt.ly/emF05wL>

³ Econova. (2021). BIM Obligatorio, ¿En qué países? Recup. 14.07.2021 de <https://cutt.ly/mmF27ji>

⁴ AECOC, Innovation Hub (s.f.). ¿Qué son los Digital Twins y por qué son tan importantes? Recup. el 15.07.2021 de <https://cutt.ly/6mF3t83>

⁵ Maninder, J. Mishra, V. y Maheshwari, P. (2020). The Convergence of Digital Twin, IoT, and Machine Learning: Transforming Data into Action. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/LmF3RC1>

⁶ Siountri, K. y Skondras, E. (2020). Developing Smart Buildings Using Blockchain, Internet of Things, and Building Information Modeling. Recuperado el 13 de julio de 2021 de <https://cutt.ly/Umf4MQC>

⁷ Syed, A. Sierra-Sosa, D., Kumar, A. y Elmaghraby, A. (2021). IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges (429–475). Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/imF7CeL>

⁸ Teizer, J., Wolf, M., Neges, H. y König, M. (2017). Internet of Things (IoT) for Integrating Environmental and Localization Data in Building Information Modeling (BIM). Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/RmF5ejx>

⁹ Miller, C., Abdelrahman, M., Chong, A. y Biljecki, F. (2021). The Internet-of-Buildings (IoB) - Digital twin convergence of wearable and IoT data with GIS/BIM. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/tmF5Shu>

¹⁰ Codinhoto, R., Fialho, B. y Minto, M. (2019). Trends in BIM and IoT for Reactive Maintenance. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/qmF6n4G>

¹¹ Mannino, A., Dejaco, M. y Cecconi, F. (2021). Building Information Modelling and Internet of Things Integration for Facility Management—Literature Review and Future Needs. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/tmGq11>

A la fecha, existe el prejuicio de que se puede incorporar el uso de IoT exclusivamente en aquellos proyectos que se puede influir desde etapas tempranas en el proceso de diseño, ya que se debe concebir dentro del desarrollo de las especialidades, la instalación de los sistemas de comunicaciones, redes y sensores, esto hoy en día no es necesario, gracias a nuevas tecnologías inalámbricas como LoRaWAN¹², que permite contar con sensores con largo alcance de comunicación y bajo consumo de energía, que funcionan con autonomía por años gracias a pequeñas baterías, permitiendo sensorizar exhaustivamente incluso antiguos edificios o infraestructura que esté operando, con mínima intervención a las instalaciones ya existentes¹³.

La integración de tecnologías y metodologías BIM que conjugan los gemelos digitales con IoT, crean un reflejo actualizado de lo construido, donde todos los datos son organizados permitiendo a los actores y propietarios reutilizar estos datos a lo largo de la vida útil del activo, donde se llevan a cabo la mayor parte de las operaciones y consumo de recursos. Si bien, los modelos BIM facilitan el análisis predictivo, logrando anticipar posibles errores que pudiese tener un producto/proyecto y mitigar pérdidas, sobrecostos y atrasos, entre otras. Las principales ventajas¹⁴ que devienen de estos sistemas sensorizados e integrados, se encuentran en la inmediatez de la información que permite el reconocimiento de conflictos, problemas o inconvenientes en tiempo real.

Es importante considerar que es en la etapa de operación y mantenimiento es donde se concentra el 80% de los costos de una infraestructura¹⁵, por tanto, tomar decisiones fundadas en datos es relevante para optimizar los OPEX de los proyectos de infraestructura, y para ello, un gemelo digital es un buen aliado tecnológico. Al disponer de modelos BIM fieles a la realidad, se pueden realizar

simulaciones en el espacio virtual sin afectar la operatividad, incorporando cambios que mejoren la productividad y explotación del activo, o bien, mejorando la habitabilidad, consumo energético y desempeño higratérmico de los espacios velando por un uso más sustentable de los recursos.

Sin embargo, para la puesta en marcha de los gemelos digitales, se hace necesaria la incorporación de plataformas que permitan a los modelos BIM interoperar con soluciones de reconocimiento espacial en tiempo real a través de IoT, facilitando que distintos entornos puedan convertirse en espacios inteligentes y amigables de interacción con los usuarios, y dar el salto de paradigma actual de toma de decisiones en base a información estática hacia un modelo de decisiones en base al desempeño, potenciando la creación de soluciones innovadoras de inteligencia de datos.

Casos internacionales para el sector construcción

La generación de grandes volúmenes de información o big data junto a los gemelos digitales en el rubro de la construcción, ha generado gran interés por parte del sector empresarial, tanto así, que se ha conformado en Estados Unidos un Consorcio quienes estiman un crecimiento de proyectos en el mercado que alcanzaría los US \$26 Billones para el 2025 con un CGAR del 38%¹⁶. A continuación, se revisan soluciones internacionales que se acercan hoy a abordar el desafío de desarrollo de gemelos digitales con foco en este sector productivo.

Nexus integra¹⁷: Plataforma de operaciones que integra IoT a nivel industrial (IIoT) para la recolección de datos, generando modelos de analítica avanzada. Posee APIs de integración y compatibilidad con sistemas SCADA. Sin embargo, a la fecha no declara poseer integraciones nativas con BIM IFC para visualizaciones más amigable al usuario final.

Azure Digital Twins¹⁸: Plataforma de Microsoft en modalidad de servicio (PaaS), que aprovecha el potencial de Azure Hub IoT para el sensado de dispositivos que permitiría, a través de una interfaz sencilla de modelamiento de nodos y grafos, las conexiones entre dispositivos y sensores. No posee integraciones nativas con BIM IFC para visualizaciones y monitoreo más amigable al usuario final. Su modelo de precios hace accesible el uso de esta plataforma para desarrolladores de software especializado que operen en la nube.

Intandem¹⁹: Plataforma basada en Cloud recientemente liberada por Autodesk para uso comercial, si bien posee integración a visualizaciones BIM nativas de modelos propietarios (Revit), aún no dispone de una API abierta para la ingesta de datos o software de terceros, ni soporte a modelos BIM IFC, tampoco visualización de dispositivos IoT. No obstante, su roadmap declara considerar dicho desarrollo a futuro.

Youbim²⁰: Plataforma web para el facility management que ha incluido visualizaciones 3D BIM para representar un activo, posee integraciones con BMS (Building Management System), e IoT a través de su API abierta. Su implementación requiere una consultoría profesional, no es abierta ni en base a un servicio cloud. La interfaz de usuario se diferencia de otras soluciones de la industria por su simplicidad y su experiencia de usuario centrada en el propietario y el personal de la instalación.

Bimaras²¹: Plataforma web que permite la visualización de datos de modelos BIM en modo esquematizado y amigable al usuario final. Solo permite visualizar la información estática de un modelo y no permite integrar fuentes externas como de redes de IoT.

¹² LoRa Alliance (s.f.). What is LoRaWAN® Specification. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/mmF39PC>

¹³ Adelantado, F., Vilajosana, X., Tuset-Peiro P. y Martínez, B. (2017). Understanding the Limits of LoRaWAN. Recup. 13.07.2021 de <https://cutt.ly/gmGqRJ9>

¹⁴ 3R Industria 4.0. (s.f.). Gemelos digitales en la industria. Recup. 14.07.2021 de <https://cutt.ly/mmF4wel>

¹⁵ Bew. M. (2015). Level 3 and Beyond presentation.

¹⁶ Estudio realizado por Grand View Research, Inc. www.digitaltwinconsortium.org

¹⁷ <https://nexusintegra.io/es/>

¹⁸ <https://azure.microsoft.com/es-es/services/digital-twins/>

¹⁹ <https://intandem.autodesk.com/>

²⁰ <https://www.youbim.com/>

²¹ <https://www.3dves.com/index.php/en/products/bimaras>

Sin duda, todas estas plataformas seguirán avanzando en el desarrollo de sus tecnologías que les permitirán aumentar sus niveles de masificación y globalización en el mediano plazo. Sin embargo, los gemelos digitales exigen para su desarrollo la existencia de ciertas condiciones de base dentro del territorio donde se implementan, que deben ser salvaguardadas para propiciar y asegurar su adopción, como lo son: las capacidades de generar y operar redes de sensores IoT, interconectar e interoperar dichas redes con los modelos BIM, y además contar con el capital humano capacitado para estas tareas, tanto para su ejecución técnica, administración, pero también para hacer uso estratégico de la información gestionada por ellas.

Para ello, en el presente artículo se argumenta que es esencial el llevar adelante prototipos ejemplificadores a nivel de país, que permitan avanzar hacia el desarrollo y pilotaje de plataformas de gemelos digitales, los cuales tomando de referencia temas de ingeniería de software y hardware de modelos internacionales como los analizados anteriormente, se haga cargo de instalar capacidades locales al implementarse in situ.

Una de las primeras incertidumbres que surge al respecto, es la de comprender si con las tecnologías y capacidades presentes en el territorio nacional en la actualidad en temas de IoT y BIM, es posible hacer un desarrollo de gemelo digital para el sector construcción. Desde el punto de vista del usuario final, relevar si existe en Chile personas con las competencias técnicas y estratégicas para operar este tipo de plataformas, y capturar el valor agregado que pueden brindar para la operación, explotación y mantenimiento de la infraestructura. Por último, en el escenario que se proyecte escalar este tipo de plataformas para su uso comercial, poder comprender, sopesar y cuantificar cuáles serán las principales brechas al remontar de un piloto a su uso masivo.

Plataforma IGEO, gemelo digital de desarrollo local

La plataforma web IGEO, es un sistema para la gestión de data de pilotos, infraestructura, espacios y operaciones. Permite ingresar desde cualquier lugar y procesar toda la información de interés de manera centralizada, actualizada, precisa y en línea para ser consultada y administrada por los distintos actores que coexisten en la gestión de los activos. Combina varias tecnologías abiertas e interoperables entre sí, las cuales han sido testeadas en diversos escenarios y de manera integrada. IGEO resuelve la complejidad subyacente de estas tecnologías, integraciones e interoperabilidad de datos, así como la compatibilidad entre protocolos para mostrarlo de manera simple al usuario final, por medio de una plataforma de uso intuitivo.

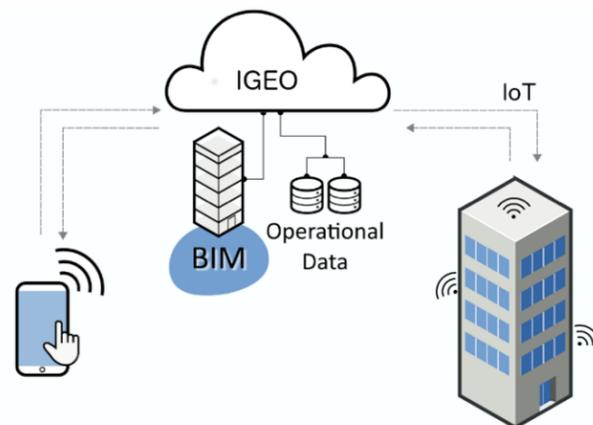


Imagen 1. Plataforma IGEO y Visualización de información.

En palabras simples, IGEO permite tener un gemelo digital de la realidad existente y dinámica, permitiendo dar los primeros pasos a las organizaciones en la transformación digital hacia los edificios inteligentes (Smart Building)²². Facilita el almacenaje de forma centralizada de toda la información y documentación del proyecto, junto a la información de activos y servicios que dan vida al gemelo

digital y al bio-ritmo propio de la organización que lo habita, pudiendo ser administrado a través de los módulos de interacción con el usuario, tales como; planimetría As Built, IFC BIM, gestión documental, activo fijo y reportes para análisis de datos. Además, integra y combina varias tecnologías abiertas e interoperables entre sí, ya que busca resolver la brecha subyacente de estas tecnologías, referida a los procesos de integración e interoperabilidad de datos que provienen del mundo del BIM y de IoT. Este desarrollo se encuentra en constante investigación y proceso de mejora para una mayor optimización de sus operaciones, poniendo especial énfasis la relación de los usuarios con la plataforma, a través de una UI (User Interface) más amigable e intuitiva mejorando la UX (User Experience), centrada en su usabilidad y por tanto en las personas y su experiencia con ella.



Imagen 3. Arquitectura IGEO

Una vez transmitida la información al Cloud IGEO²⁴, este la recibe en los streams de datos a través de su plataforma basada en NODE-RED, la cual luego persiste la información procesada en bases de datos relacionales para analítica básica descriptiva y avanzada prescriptiva. La información recolectada es correlacionada a los ID de los activos de información del modelo BIM IFC previamente mapeado,

El siguiente diagrama representa de izquierda a derecha, el facility (activo o edificación) que tiene instalados sensores IoT, los cuales están interconectados como nodos en una red local Lora. Estos sensores nodos están conectados, pero no siempre activos, operan en un esquema de hot-standby, es decir, generalmente están apagados, pero cada ciertos ciclos, se activan, hacen el sensado (lectura de información del ambiente), transmiten la información y vuelven a apagarse. El stream de información se envía a través del protocolo Lora a un border-gateway que conecta la red local Lora a Internet²³ (estándar de mensajería asíncrona) que permite encolamiento, a través de un esquema de publicador / suscriptor.

y la plataforma IGEO realiza el despliegue de la información web y en línea a los usuarios/as final/es según el perfil de acceso a la información del activo previamente configurado por un administrador en el dashboard de la plataforma.

²³ <https://mqtt.org/>

²⁴ IGEO es compatible con estándares abiertos como el Open BIM y ya posee un reconocimiento como software estándar IFC v2x3 e IFC4 reconocido por la Building Smart International.

Aplicación de IGEO en la gestión de infraestructura nacional

Las etapas de diseño, construcción y operación de una edificación pueden ser altamente mejoradas con esquemas de trabajo en torno a gemelos digitales, siendo la fase de operación donde se generan ventajas claras capturando mayor valor de esta tecnología. Si pensamos en una universidad u hospital que, si bien puede diseñarse y construirse en 4 a 5 años, estos deben ser operados por otros 100 años o más. Una operación eficiente apoyada por un gemelo digital permite mejoras significativas de rendimiento, desempeño y economía circular. IGEO al estar basado en estándares abiertos Open BIM (IFC, BCF y COBie) permite interoperar, a nivel de información con cualquier hardware o software que converse en base a estos estándares, pero no solo hablamos de integraciones a nivel de hardware y software, entendemos que cada industria y organización que gestiona grandes volúmenes de infraestructura, demanda una compleja relación entre los distintos actores que operan las edificaciones y es necesario apoyar este biorritmo propio, considerando al ser humano, a los profesionales multidisciplinarios que interactuaron con la plataforma web y sus distintos módulos de captura de información del activo.

En la actualidad, se cuenta con varios pilotajes que están respondiendo a requerimientos de clientes de diversas industrias, quienes tienen como desafío administrar y gestionar grandes volúmenes de infraestructura. A continuación, se exponen tres casos que se detallan en cuanto a aspectos generales, técnicos y lecciones aprendidas.

Universidad Técnica Federico Santa María

Actualmente, se está desarrollando el levantamiento As Built institucional de toda la infraestructura construida y los terrenos que la UTFSM tiene bajo su administración, especialmente el edificio perteneciente a la Ex Bolsa de Valores, localizada en la ciudad de Valparaíso, que tuvo un proceso de levantamiento de condiciones existentes a través de un escáner digital de nube de puntos, luego un modelado BIM Arquitectónico de más de los 5 mil m2 construidos, con especial detallamiento de la fachada por sus características patrimoniales. Toda esta data y planimetría es centralizada en IGEO Digital Twin con el objetivo que apoye tanto en la gestión interna de infraestructura de la universidad, como en procesos externos tales como, el proceso de evaluación, acreditación y certificación.

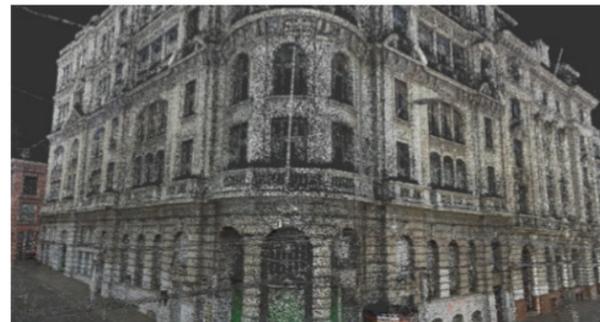


Imagen 4 y 5. Levantamiento Nube de Puntos en UTFSM

Los principales desafíos del levantamiento y mantención de información actualizada de las condiciones existentes de las edificaciones, es que estas están en constante modificación y remodelación de los espacios, como por ejemplo para adaptarlos y operar en condiciones apropiadas frente al COVID. Además, el edificio está en constante uso por lo que ha sido necesario el aplicar escáneres y sensores para una mejor captura de información y modelamiento virtual de la realidad. Junto con ello, hay zonas inaccesibles de la edificación, por lo que fue necesario el uso de drones y otros equipamientos de lectura láser a distancia para generar el gemelo digital del edificio patrimonial.

Servicio Nacional del Patrimonio Cultural de Chile

En otra línea de desarrollo, desde el ámbito de la geolocalización y la descentralización de la administración de Infraestructura Nacional, IGEO se encuentra acompañando al SNPC, que cuenta con 44 edificaciones patrimoniales como museos, bibliotecas, archivos

nacionales y edificios administrativos, a lo largo de 16 regiones desde Arica a Magallanes, en un proceso de fortalecimiento en la gestión de las Direcciones Regionales, responsables de la administración de las edificaciones que se encuentran bajo estas direcciones. Este proceso ha empoderado a las Direcciones en la carga de data real arquitectónica y de especialidades de los distintos parámetros relacionados a un objetivo central, la toma de decisiones con datos reales para la mejor conservación de estos inmuebles, optimizando los recursos designados a esta tarea. En el corto plazo se actualizará la plataforma sumando otras 19 nuevas oficinas administrativas y cerca de 14 Bibliómetros en IGEO para completar la infraestructura patrimonial que depende del SNPC.

de los datos As Built de una infraestructura patrimonial se ha sistematizado en IGEO permitiendo la construcción del gemelo digital, prescindiendo de la metodología BIM, sin embargo, el sistema permite conjugar la planimetría cargada con la información en datos relacionada en comportamiento real de cada edificación.

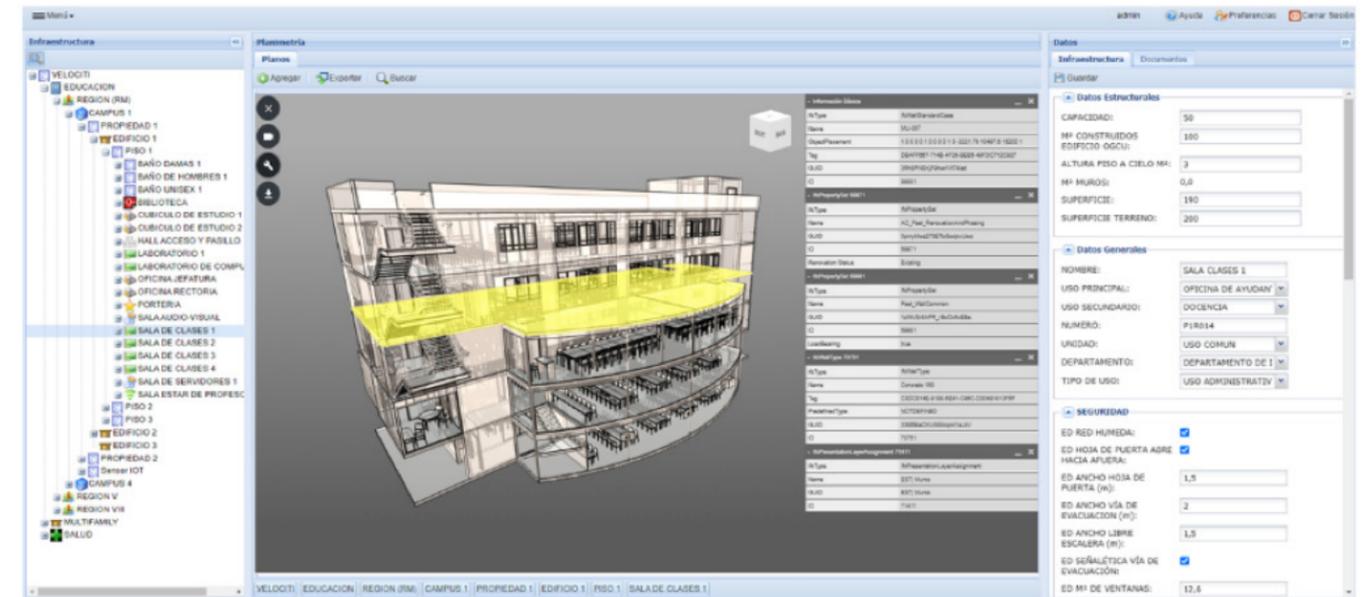


Imagen 6. Modelo BIM de SNPC visualizado en IGEO

Parque de Innovación CTeC

El Centro Tecnológico difusor de tecnologías disruptivas e innovación abierta, promueve la digitalización, el prototipado y pilotaje, los proyectos de I+D y la formación de capital humano, por medio de su Parque de Innovación, lugar único para prototipar, pilotar, testear y validar nuevos materiales, tecnologías y soluciones constructivas, bajo condiciones reales, antes de ser implementados en obra. Particularmente, en el Parque de Innovación se ha generado un modelo que conjuga toda la infraestructura de pilotaje construida junto a su réplica virtual con la recolección de data del comportamiento real los prototipos a través de módulos de IoT.

Específicamente, en este caso IGEO está realizando una lectura remota y en tiempo real de la data que los sensores y dispositivos IoT

instalados en cada uno de los prototipos del Parque. Esto permite que los clientes y colaboradores de dichos prototipos, pueden revisar la información de lo que se está midiendo y monitoreando a cualquier hora y en cualquier lugar, sin necesariamente asistir presencialmente a visualizar el desempeño del piloto. Esta información es entregada por medio de un dashboard al que el usuario puede acceder de manera amigable e intuitiva cada vez que lo desee, y que vincula el modelo BIM con la visualización gráfica de la data proporcionada por la plataforma de lectura de datos de Wolke integrada con IGEO.

En una primera etapa, la información está siendo capturada desde sensores instalados en el Parque de Innovación, sin embargo, se espera escalar el uso de esta plataforma a lo largo de todo en territorio nacional para apoyar la operación de los activos y pilotos de los clientes y colaboradores de CTeC.



Imagen 7 y 8. Sensores instalados sobre cubiertas VerdeActivo en Parque de Innovación CTeC.

A continuación, se describe un piloto desarrollado con VerdeActivo que cuenta con sensorizado y seguimiento en línea del comportamiento de soluciones de 4 techos verdes. Estas mediciones se orientan a los siguientes objetivos:

- Realizar un monitoreo del estado de los techos para coordinar labores de mantenimiento, apuntando en una segunda etapa, ya en desarrollo, a realizar un riego tecnificado, que se adapta a las especies vegetales que habitan este techo, como a las condiciones medidas en este y las condiciones de entorno (clima, iluminación, etc).
- Realizar una medición del impacto del techo en temas térmicos y de absorción de gases de efecto invernadero, para lo cual se realiza una medición equivalente en un techo de losa de hormigón, la cual es utilizada como referencia.
- Realizar una medición del impacto del techo al interior de los habitáculos de hormigón industrializado y módulos prefabricados, en términos medioambientales y energéticos que mejoren los indicadores de habitabilidad.

En búsqueda de reducir los costos de instalación y de facilitar el proceso se optó por utilizar tecnología LoRaWAN, instalando 4 nodos en los techos, los cuales tienen en total 4 sensores de suelo y 3 sensores de aire, instalados como se muestra en las siguientes figuras. También se instalaron 2 sensores de Co2 para medir la absorción de este gas de efecto invernadero, nuevamente instalando uno de ellos en un techo tradicional para referencia.

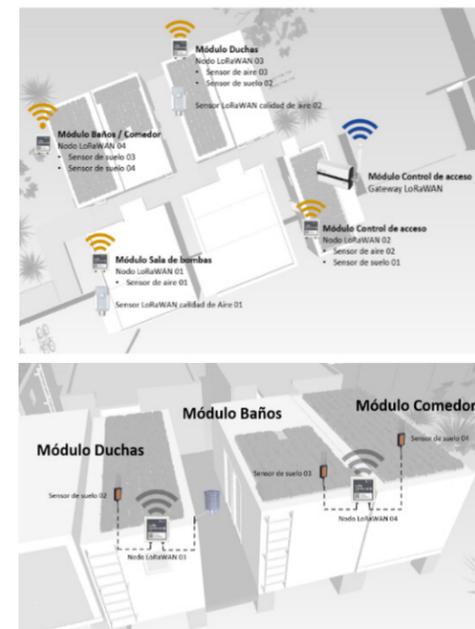


Imagen 9 y 10. Esquema de sensores instalados en CTeC

Un solo gateway LoRaWAN fue suficiente para cubrir todo el parque, y servir de pasarela para los sensores actuales y los que se integren a futuro. Este gateway (marca Milesight) efectúa labores de coordinación de red y presenta la capacidad de pre-procesar los datos recibidos desde los sensores, convirtiéndolos a un protocolo de intercambio de datos amigable como es JSON. Este procesamiento de datos local, y embebido dentro del dispositivo se realiza con el software Node-Red, el cual es una herramienta, inicialmente desarrollada por IBM, que permite, fácilmente, mediante una interfaz gráfica web, conectar hardware, manejar distintos protocolos de comunicación, procesar datos y ejecutar tareas como puede ser enviar datos a un software de terceros o enviar un email al encargado de la infraestructura de sensores.

Los datos ya convertidos a formato JSON son enviados utilizando el protocolo de transporte de datos MQTT, desarrollado para monitoreo satelital de tuberías de petróleo, por lo cual se prioriza su eficiencia en el uso de los datos del canal de comunicación y de la energía en el proceso de comunicación, mismos objetivos de la mayoría de las soluciones IoT actuales, y por ello, el protocolo más usado en la actualidad.

Sensor	Variable	Rango	Objetivo
Suelo	Humedad	0 - 100%	Mantenimiento
	Temperatura	-40 - 80°C	
	Conductividad eléctrica	0 - 10 ms/cm	
Aire	Temperatura	-30 - 80°C	Impacto
	Humedad	0 - 100% RH	
Calidad de aire	Componentes orgánicos volátiles totales	0-29206 ppb	Impacto
	CO2 equivalente	400-32768 ppm	

Imagen 11. Tabla sensores instalados.

Conclusiones y futuros pasos

Cada una de las experiencias obtenidas de los casos expuestos ha nutrido a IGEO de nuevas formas de afrontar las acciones que demandan una gestión inteligente basada en datos reales. Con los datos cargados e información generada, podemos estudiar el comportamiento de condiciones existentes, optimizar las correlacionarse de algoritmos de análisis de datos (Machine Learning) que se han desarrollado a la fecha, así como también, optimizar el monitoreo activo por parte de los usuarios / clientes a través de un dashboard amigable y página web, que les permite observar e ir haciendo el rastreo visual del desempeño de ciertas métricas de seguimiento y el sensado de variables del entorno, tales como humedad, temperatura, luminosidad y otras.

Ha sido posible constatar a través de estos pilotos, que no ha sido fácil el poder contar con laboratorios a escala uno a uno, que permitan testear y evaluar los resultados de estos experimentos bajo condiciones controladas, por lo tanto, colaborar con datos que permitan optimizaciones y mejoras de los parámetros de construcción y operación de una edificación, se presenta como una oportunidad de gran ayuda para la innovación abierta y trabajo colaborativo.

La implementación de gemelos digitales con BIM en el sector construcción si se puede desarrollar con capacidades y tecnologías presentes en Chile en la actualidad. Ya sea para administrar y centralizar la información As Built de un proyecto, como también para desarrollar el Facility Management de los activos, y esto no es exclusivo para proyectos nuevos, sino para todo el entorno construido, desde la escala del objeto, la edificación, ciudades y todo el territorio.

Sin duda, esto ha sido propiciado por la estandarización y generación de mandatos a escala de país en torno al uso de BIM, lo que ha sido clave en su adopción y utilización centrada en la gestión de información y no solo en la administración de maquetas virtuales, robusteciendo las capacidades BIM a nivel nacional. Se reconoce que existe un ambiente propicio para la proliferación de gemelos digitales, aunque en la actualidad los esfuerzos por el uso de datos en tiempo real y su integración con BIM, está respondiendo a esfuerzos aislados y puntuales.

Si bien el gemelo digital, se está transformado en tendencia, recién se empieza a vislumbrar todo su potencial y se reconoce como una importante brecha para su masificación, la falta de estandarización y normalización de la información capturada a partir de las distintas tecnologías y plataformas, para que organicen la información y faciliten su uso e incorporación de otras nuevas tecnologías.

La generación de big data en la industria de la construcción a través de los gemelos digitales, permitirá anticipar el comportamiento y el impacto en la huella de carbono de los materiales, la gestión de residuos, el consumo energético, el desempeño ambiental de las soluciones constructivas, la actualización de normativas y políticas públicas, entre muchas otras cosas, generando oportunidades reales de innovación con capacidad de exportación desde Chile hacia el mundo.

IGEO posee un roadmap con el propósito de mejorar su performance, donde además de explorar nuevas tecnologías de procesamiento, predicción y protección de datos, se espera mejorar la cantidad y calidad de datos que son recolectados, y el potencial de desplegar su uso a lo largo del territorio tal cual lo están realizando algunos países como Australia, UK, Canadá, Holanda o USA.

TALLER ENTORNOS COLABORATIVOS. UNA APROXIMACIÓN A LA METODOLOGÍA BIM FAUD-UNSJ - ARGENTINA

Autor:

Autores: Esp. Arq. María Gema Peluc Mattar; Mag. Arq. Carlos Marcelo Herrera.
Colaboradores: Arq. Jimena Quiroga; Mag. Arq. Alicia Carla Tapia.

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan.

RESUMEN DE EJECUTIVO

El proyecto de investigación "Procesos proyectuales en Arquitectura. Nuevos escenarios 2020-2021" se enmarca en el Programa de Investigación de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina; y se articula entre el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) y el Gabinete de Investigación proyectual (GIP), a efectos de enriquecer diferentes enfoques y permitir detectar los cambios paradigmáticos que se están produciendo y su incidencia en la forma de enseñar, de proyectar y de construir la Arquitectura.

La investigación plantea una mirada sobre el escenario actual de digitalización cultural y sus incidencias en los procesos proyectuales y en la enseñanza de la Arquitectura. La representación de la Arquitectura, así como la mayoría de las áreas que constituyen la disciplina, van a la par con el desarrollo de nuevas tecnologías de diseño y representación. Como resultado de procesos de validación teórico-conceptual sobre temas relacionados a la Metodología BIM, se planificó y generó un espacio para los estudiantes avanzados de la carrera Arquitectura y Urbanismo, donde pudieron experimentar el trabajo bajo entornos colaborativos y aproximarse al conocimiento de las Metodologías BIM. Al finalizar esta investigación se espera contar con un estado de situación en la FAUD-UNSJ para poder esbozar futuras líneas de acción y aplicación curricular al grado y posgrado.

CONTENIDO

1. SITUACIÓN CONTEXTUAL EN LA FAUD-UNSJ
2. CONTEXTO PROFESIONAL EN LA PROVINCIA
3. UNA APROXIMACIÓN AL TRABAJO COLABORATIVO
4. REFLEXIONES FINALES
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- SITUACIÓN CONTEXTUAL EN LA FAUD-UNSJ

El Plan de Estudios (PE) de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FAUD-UNSJ, se encuentra vigente desde 2008, cuenta con instancias de Acreditación por parte de la CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria), proceso que deberá realizarse nuevamente en el año 2022; resulta entonces una ocasión adecuada para realizar cambios y mejoras para generar una nueva versión del mismo.

Realizando un análisis sobre el PE 2008, desde una mirada dirigida a la comprensión de las mejores condiciones para la implementación de la Metodología BIM en la currícula, podemos sintetizar que el PE 2008, se caracteriza por:

- Definir entre las Capacidades del Título, la de “ejercer las actividades de organización, dirección y gestión de índole política, técnica y administrativa pertinente”.
- Organizar la currícula en tres ciclos
 - a) Formación Básica e Instrumental (1 año);
 - b) Formación Proyectual Técnica-Específica (3 años); y.
 - c) Formación Profesional, Pre-Orientación y Especialización (2 años), del cual destacamos el logro de la capacidad de “Gestión y autogestión de la actividad profesional ya sea en el ámbito político, administrativo o como profesional liberal, fortaleciendo la identidad cultural, como gestor del hábitat”.
- Los espacios curriculares relacionados a los contenidos referidos a representación en ambientes digitales (software y hardware, estrategias proyectuales) no presentan una conexión directa o explícita con el espacio académico de los Talleres de Proyecto, siendo incorporados por los estudiantes de manera autogestiva.
- Los estudiantes deben cursar y aprobar los contenidos previstos en la actividad curricular denominada “Requisito de Informática” en donde se abordan diversos programas (Office, CAD).
- Recientemente, se formalizó el dictado de la asignatura “Tecnología BIM” de carácter optativo y por lo tanto no obligatoria para los estudiantes.

2.- CONTEXTO PROFESIONAL EN LA PROVINCIA

Intentando bosquejar la situación del contexto BIM en la provincia de San Juan, hemos de destacar que el Gobierno Provincial, a través del Ministerio de Obras y Servicios Públicos viene desarrollando desde 2019 un programa de Implementación BIM que incluye la capacitación en metodología BIM y en softwares, a los profesionales integrantes de los planteles técnicos de diferentes direcciones del Ministerio.

El Programa de Capacitación ha perfeccionado a 50 profesionales en el uso de software específico (Revit) además 30 han adquirido habilidades en Metodología BIM, todo en vistas de implementar estos procesos innovadores en el desarrollo de la Obra Pública Provincial. Los logros ya se ven concretados en el primer llamado a licitación que requiere la presentación de la documentación y elaboración del proyecto ejecutivo con Metodología BIM.



Imagen 1: Acciones BIM en la Obra pública provincial.
Fuente: <https://sisanjuan.gob.ar>

En las acciones planteadas por el Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de San Juan se prevé:

- Continuar con la implementación BIM en próximas obras.
- Capacitar a personal técnico en general y además en las áreas de infraestructura en redes.
- Realizar un proyecto piloto para Vialidad Provincial.
- Compartir con la Universidad Nacional de San Juan la experiencia exitosa de poner en valor la formación de profesionales capacitados en BIM.

3.- UNA APROXIMACIÓN AL TRABAJO COLABORATIVO

Considerando la situación contextual tanto en el ámbito académico como en el contexto profesional de nuestra provincia, decidimos convocar a un grupo de estudiantes avanzados de la carrera de Arquitectura y Urbanismo para realizar una aproximación a las Metodologías BIM, haciendo hincapié en las acciones del Trabajo Colaborativo.

La primera acción se vinculó a la relación de una encuesta que permitiera contar con un panorama de conocimientos preexistentes de parte de los estudiantes. Así identificamos el nivel de conocimiento y manejo de plataformas virtuales de trabajo colaborativo, el uso de software, nociones sobre BIM, condiciones de conexión a internet y hardware a disposición de los estudiantes.

Posteriormente se planificaron y dictaron cuatro (4) “Talleres de Entornos Colaborativos” con una frecuencia de una (1) jornada semanal en turno de tres (3) horas cada uno de ellos.

Se plantearon como objetivos, que los estudiantes: Comprendan de manera introductoria los flujos de información involucrados en los procesos proyectuales desarrollados en equipos de trabajo;

Conozcan las características del ambiente de Trabajo Colaborativo, identificando pasos necesarios y la normalización de procesos, la necesidad de contar con información ordenada y estructurada en un entorno común de datos y el apoyo tecnológico necesario para poder implementarlo como también la determinación de roles y responsabilidades presentes en un modelo colaborativo proyectual.

Los contenidos abordados fueron los siguientes:

Taller 1: Reconocer

En este primer encuentro se buscó que cada estudiante pueda reconocer sus capacidades, habilidades personales, aquellas cosas que le gustan hacer, en lo que se siente hábil dentro de la carrera de arquitectura, con el fin de reconocer que todos somos distintos, y que

podemos desempeñar diferentes roles según nuestras capacidades individuales.

Se hizo un brainstorming introductorio sobre los conceptos o nociones previas al taller sobre la metodología BIM y el trabajo colaborativo de manera conjunta.

Luego se separaron en 3 grupos, donde se trabajaron en tableros dinámicos virtuales colaborativos (Miró), donde integrante de cada grupo, pudo conocerse de manera más personal, dejando por escrito en los tableros algunas respuestas a los interrogantes como:



Imagen 2: Brainstorming Inicial. Taller N°1. Fuente: Elaboración propia



Imagen 3: Fragmento de tablero de trabajo. Taller N°1. Fuente: Elaboración propia

Se terminó el primer Taller trabajando en los tableros de cada grupo, donde se les pidió que a modo síntesis que pudieran volcar los conceptos que diferencian un trabajo en equipo, de un trabajo colaborativo.



Imagen 4: Fragmento de tablero de trabajo final. Taller N°1. Fuente: Elaboración propia

Los conceptos abordados fueron:

- Trabajo en grupo vs trabajo colaborativo.
- Conceptos introductorios sobre la Metodología BIM.
- Conceptos básicos sobre trabajo colaborativo, herramientas que lo permiten (softwares BIM).
- Norma ISO 19650.

Taller 2: Interpretar y Comunicar

En esta sesión se buscó que cada estudiante pueda comprender que cada individuo puede ser un receptor y tener una interpretación distinta a la de sus compañeros, de un mismo mensaje, desde un mismo emisor y con un mismo canal de comunicación, es decir hacer una interpretación personal sobre un mismo hecho o información. Se pretendía que se valore la necesidad de contar con información ordenada y estandarizada, para que no haya duplicidad de información y haya un correcto flujo de intercambio de la misma.

Se realizó una actividad didáctica, donde uno de los integrantes del equipo recibía una imagen de un volumen geométrico, debía "presentarlo" al resto del equipo realizando una descripción verbal de las características formales (geometría, color, material, posición

relativa en el espacio, relación topológica entre las partes, deducción de acciones involucradas en la generación, etc.) del mismo sin mencionar algunas palabras específicas (simil juego Taboo, cilindro, tubo, círculo, circularidad, redondel, redondo, etc). Con posterioridad los receptores del mensaje debían elaborar individualmente una "representación visual" (gráfica 2D o 3D) de lo que habían interpretado. A partir de la "comparativa" entre las acciones de "presentar" y "representar", se identificaron las coincidencias y diferencias, detectando variables involucradas en el intercambio de información (emisor, emisión, receptor, recepción, precisión, generalidad, vaguedad, ambigüedad, etc.).

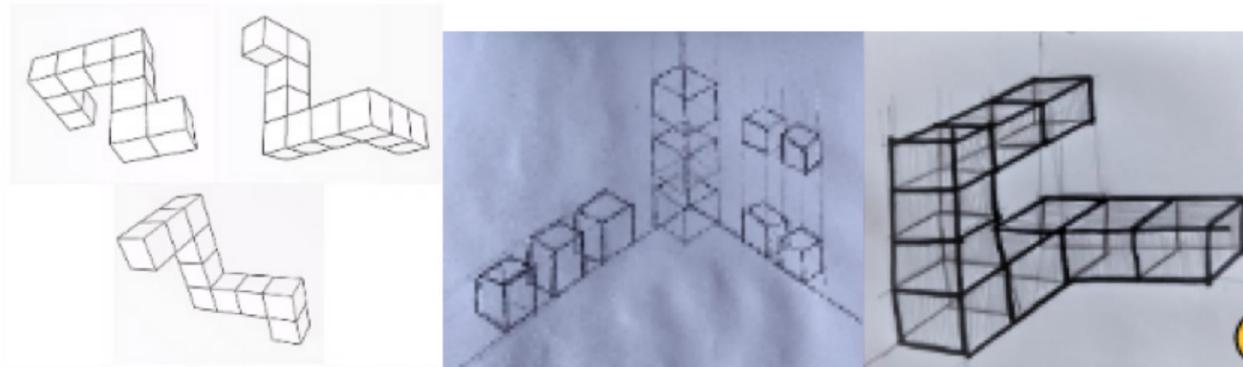
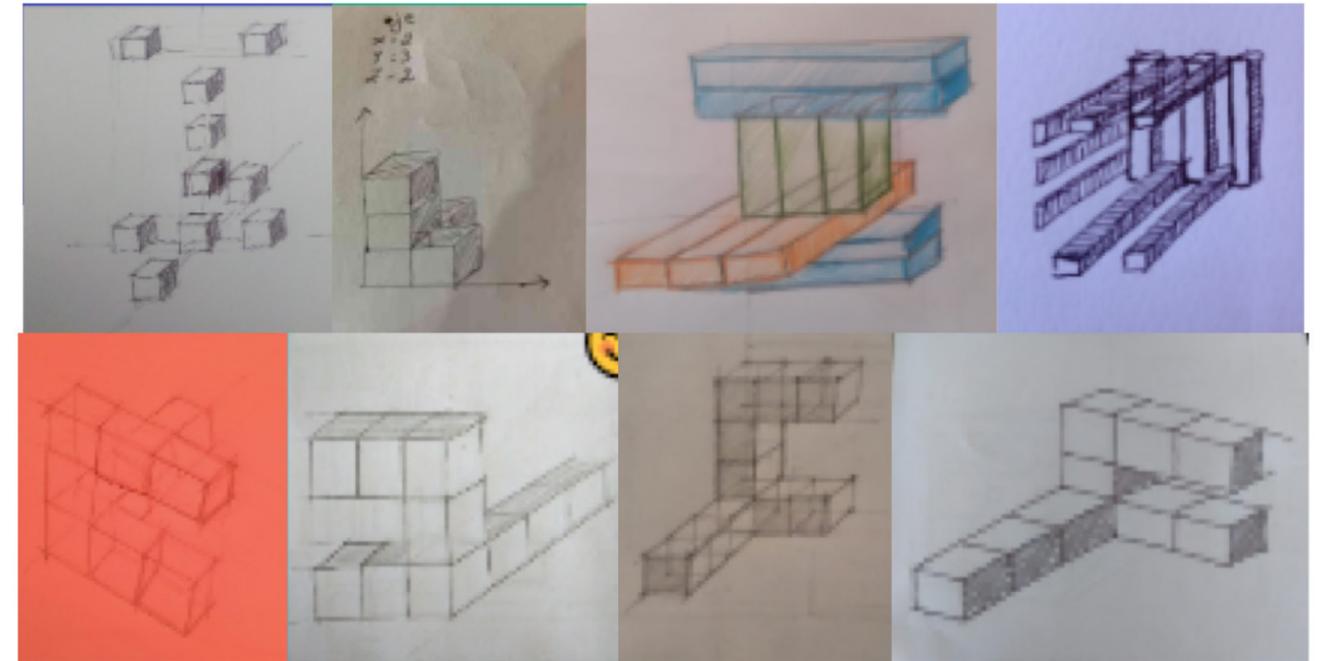


Imagen 5: Composición utilizada en una de las actividades. Taller N°2. Fuente: Elaboración propia
 Imágenes 6-7: Resultados de interpretaciones de los participantes. Taller N°2. Fuente: Elaboración propia



Imágenes 8-15: Resultados de interpretaciones de los participantes. Taller N°2. Fuente: Elaboración propia

Como actividad final se les entregó a todos, fotografías del Convento Capuchinas diseñado por el Arq. Luis Barragán. La actividad consistió en que cada grupo debía ver dichas imágenes, sin conocer previamente la obra arquitectónica, su espacialidad y distribución

y que pudieran hacer una reinterpretación de las mismas a fin de poder volcar en los tableros de trabajo bosquejos de plantas, cortes y vistas.

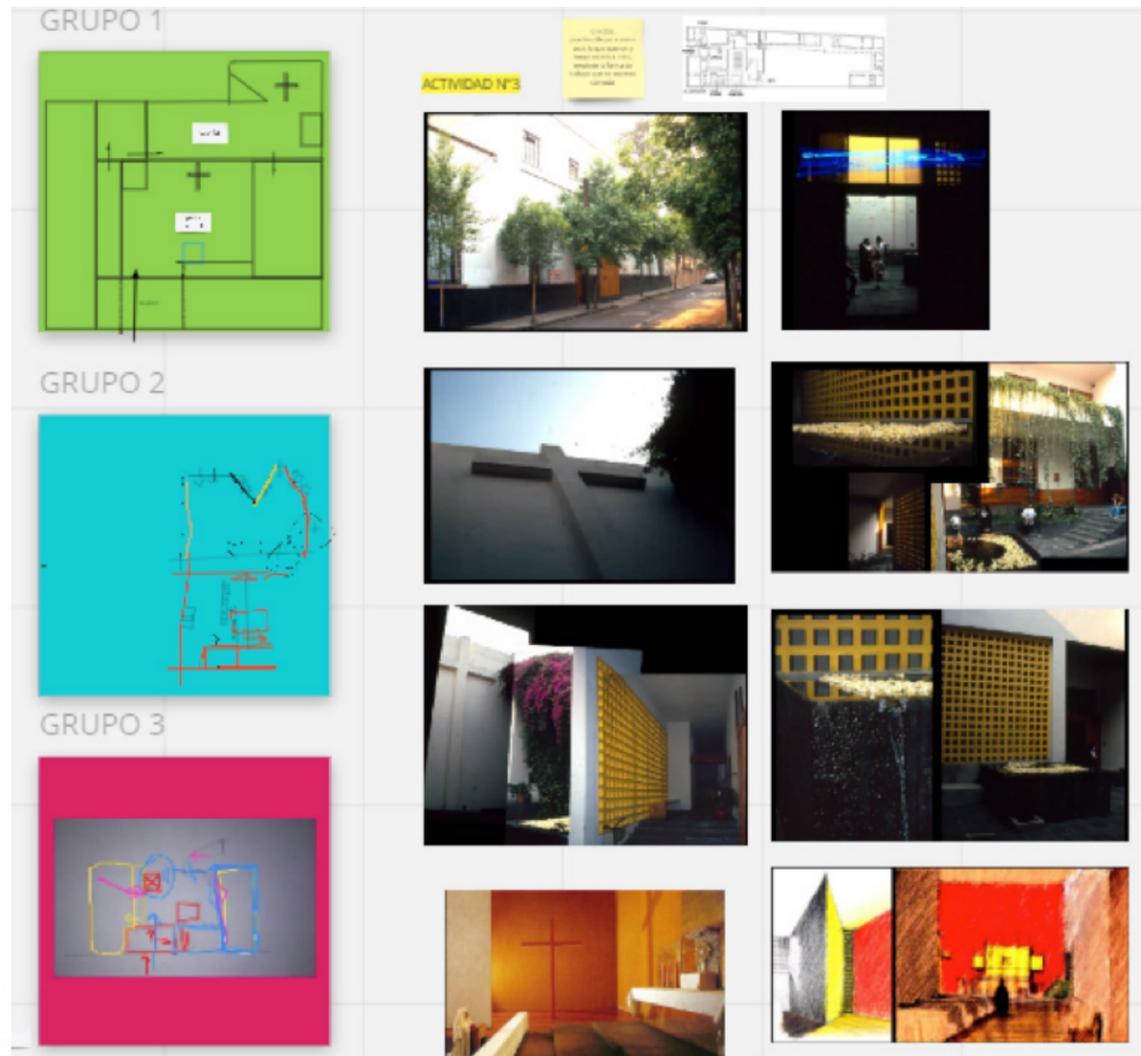


Imagen 16: Resultados de las interpretaciones de los participantes. Taller N°2. Fuente: Elaboración propia

Los conceptos abordados fueron:

- Organización de modelos BIM. Conceptos claves.
- Requisitos mínimos de estandarización.
- Conceptos introductorios de nomenclaturas y codificación.
- Conceptos introductorios de sistemas de clasificación.

Taller 3: Organizar y distribuir

Previo al Taller, se solicitó a los participantes que vieran un capítulo de la Serie de Netflix "Interior Design Master", donde un grupo de diseñadores, remodelan locales comerciales. Como cierre de dicho

encargo previo, el día del taller, se hizo un brainstorming por grupo de trabajo, donde debían colocar en el tablero aquellas fortalezas y debilidades que habían visto en el trabajo en equipo de cada grupo de diseñadores que hicieron los locales comerciales remodelados en el capítulo visto de la serie.

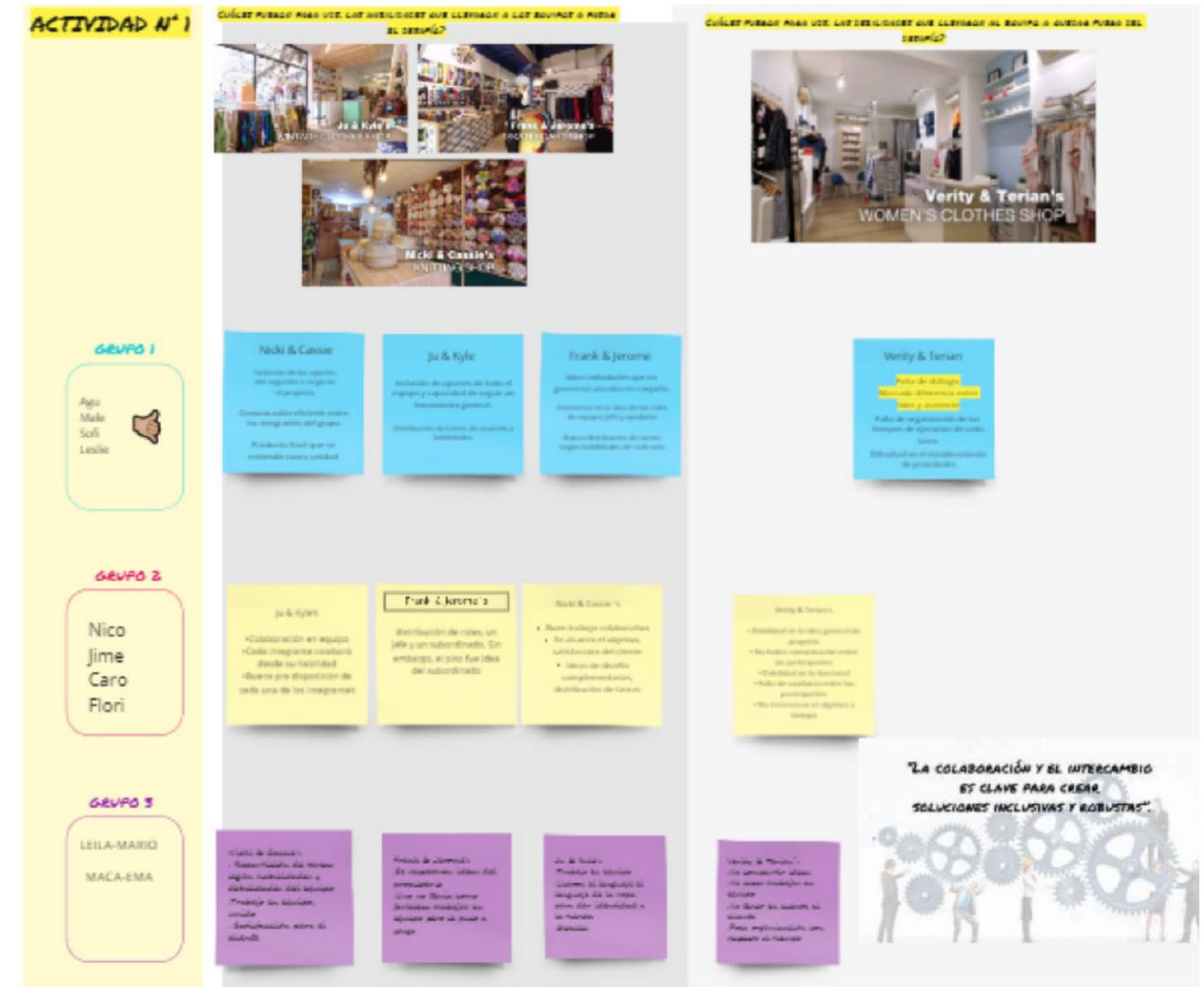


Imagen 17: Brainstorming conclusiones capítulo serie tv. Taller N°3. Fuente: Elaboración propia

Con esta actividad se pretendió dejar en claro que para la producción colaborativa de la información, es importante que sea una información estructurada y estandarizada, para poder aplicar los principios fundamentales del trabajo colaborativo. (Norma IRAM-ISO 19650-1:2020).

Luego a cada uno de los grupos participantes se les pidió que se sitúen como diseñadores que están por comenzar el diseño, proyecto y construcción de la remodelación de un local comercial de indumentaria. Cada uno de los grupos debía determinar, "actores", "roles", "actividades", "secuencias", "responsabilidades" involucrados en el, y todo lo elaborado y acordado lo debieron dejar como propuesta en el tablero de trabajo.



Imagen 20: Participantes y docentes. Foto de cierre . Taller N°4. Fuente: Elaboración propia

Los conceptos abordados fueron:

- Trabajo colaborativo (archivo central-archivos locales).
- Trabajo con vínculos.
- Aplicación de trabajo colaborativo bajo metodología BIM en prácticas académicas de posgrado.

4.- REFLEXIONES FINALES

Conclusiones:

El taller llevado a cabo bajo el marco de "Entornos Colaborativos" demostró que las habilidades a desarrollar en un equipo de trabajo pueden comenzar a trabajarse desde la formación del profesional durante la carrera de grado, a fin de formar futuros recursos humanos con habilidades BIM, acorde a la demanda laboral actual.

La investigación mostró además que el trabajo colaborativo juega un papel fundamental a la hora de enfrentar proyectos, ya sean de tipo genéricos o propios de la disciplina, para su resolución. Si a ello se le suma: un equipo compuesto por profesionales con años de experiencia y futuros profesionales con conocimientos en metodología BIM, la asignación de roles a cada miembro del equipo, la planificación de tareas en un orden cronológico donde se tengan en cuenta las tareas a desarrollar por profesionales de otras disciplinas, y la concientización de responsabilidades que implica cada rol; pueden brindar confianza al equipo y mayor productividad en el desarrollo de las tareas implicadas.

En cuanto al uso de plataformas educativas de tipo colaborativa para desarrollar los ejercicios propuestos por el taller, "Miro" (<https://miro.com>) resultó ser una buena plataforma para realizar esquemas, plantillas y diagramas visuales mediante tableros digitales.

Respecto a la pedagogía aplicada en el taller, resultó benefactor para el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en resultados, donde las clases teórico-prácticas y los ejercicios didácticos cumplieron un papel fundamental.

Como resultado, este taller ayudó a los estudiantes a mejorar sus habilidades y a desarrollar nuevas competencias necesarias para el trabajo colaborativo, brindando un panorama teórico-práctico general en comunicación, tecnología y metodología BIM.

Potencialidades:

Poniendo en consideración, la situación académica de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FAUD-UNSJ y el ímpetu presente en las acciones del Ministerio de Obras Públicas de la Provincia, y las implementadas por las entidades profesionales a escala local, como el Colegio de Arquitectos, y a escala nacional, como la Cámara de la Construcción; creemos oportuno y necesario el desarrollo de estrategias vinculadas a la capacitación de docentes, estudiantes y graduados en la búsqueda de una sintonía adecuada y sinergia cooperativa para la implementación gradual de las Metodologías BIM en el Plan de Estudios de Grado y en la formación de Posgrado.

Limitaciones y expectativas para futuras investigaciones:

Hay cuatro limitaciones a considerar en esta investigación, a partir del estudio de caso llevado a cabo en el dictado del Taller "Entornos Colaborativos", llevado a cabo en la FAUD,- UNSJ.

Primero, solo fue aplicado en un taller de tipo electivo, el cual convocó a estudiantes de 4° a 6° año de las carreras de arquitectura, diseño industrial y gráfico; donde solo se obtuvo una muestra de alumnos de la carrera de arquitectura. En una segunda instancia podría incluirse personal docente en dicha muestra a fin de capacitar a profesionales con una orientación en tecnologías que respondan a tiempos pasados, los cuales podrán estar a la altura de la situación en la formación de los nuevos profesionales que ejercerán su labor en el siglo XXI.

La segunda limitación consiste en el desarrollo aislado del taller en relación al quehacer del resto de las facultades que componen la Universidad Nacional de San Juan. En una próxima instancia, podría establecerse puntos de acercamiento y/o actividades en conjunto con el equipo BIM de la Facultad de Ingeniería, la cual está llevando adelante la formación de profesionales con dicho perfil.

En tercer lugar, debido a la piedra angular horario del curso y disponibilidad de estudiantes participantes, la investigación incluyó un programa acotado en relación al trabajo colaborativo implicado en el desarrollo de la metodología BIM para el desarrollo de proyectos. La cuarta limitación es la conectividad por parte de la muestra de alumnos, donde los equipos conformados por cuatro a cinco alumnos, contaban con diferentes condiciones, ya sea por el número de ordenadores, funcionamiento de micrófono y/o cámara, acceso a internet y lugar de acceso.

5.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Sistema de Implementación BIM. (13 de julio de 2021). SIBIM. Recuperado de: <https://ppo.obraspublicas.gob.ar/SIBIM/Library/Index>
- ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores . Versión 1.1. Plan BIM. Chile. Junio, 2019
- Zigurat Global Institute of Technology. Conceptos de Trabajo Colaborativo. España. Año 2019
- Zhang, J., Xie, H., Schmidt, K., Xia, B., Li, H., & Skitmore, M. (2019). Integrated Experiential Learning-Based Framework to Facilitate Project Planning in Civil Engineering and Construction Management Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 145(4), [05019005]. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000421](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000421).

“PROCESOS COLABORATIVOS BIM. UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA CURRICULAR PARA LA CARRERA DE ARQUITECTURA, UNSJ”.

AUTORES: Arq. Verónica Sirerol; Arq. Gema Peluc

COLABORADORES: Arq. Fernanda Herrera; Ing. Lucas Garino; Arq. José Pintos

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHA). Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan.

RESUMEN

El Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat dependiente de la FAUD UNSJ está desarrollando un proyecto de investigación denominado “PROCESOS COLABORATIVOS BIM. UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA CURRICULAR DEL ÁREA TECNOLÓGICA- FAUD” el cual propone generar una metodología pedagógica que permita integrar contenidos de las Asignaturas Construcciones I, Instalaciones I, Estructuras I y ProGEO pertenecientes al Área Tecnológica de la carrera de arquitectura, a través de un ejercicio desarrollado por

estudiantes para que puedan interpretar la articulación e integración de contenidos mediante procesos colaborativos BIM (Building Information Modeling).

De esta manera, se busca hacer entendible el modo de pensar propio y altamente complejo de las disciplinas proyectuales y habilitar nuevos procesos o flujos de trabajo, con simultaneidad y multiplicidad, con entornos informatizados y colaborativos, explorando la idea de un diseño disciplinario y esbozando una nueva teoría operacional y sistémica del proyecto.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
2. LA METODOLOGIA COLABORATIVA BIM EN EL PROCESO EDUCATIVO UNIVERSITARIO
3. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y ÁREA DEL CONOCIMIENTO DENTRO DEL PLANEAMIENTO CURRICULAR DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA. UNSJ.
4. EXPLORAR UN MODELO BIM PARA CONSTRUIR UN SABER. PROPUESTA PEDAGÓGICA
5. REFLEXIONES FINALES
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se debe superar la idea de que el uso de herramientas tecnológicas en la carrera de arquitectura es sólo el uso de representaciones y prefiguraciones digitales de la obra arquitectónica; e incorporar a la misma el automatismo y las capacidades de gestión del conocimiento a las herramientas de representación.

La articulación de contenidos en la enseñanza de la arquitectura siempre ha sido un desafío. Desde los comienzos de la formación de los arquitectos hasta el día de hoy se ha visto atravesada por un marcado individualismo, y sobre todo por un trabajo escasamente articulado a las demás disciplinas que componen el hecho arquitectónico.

La Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño ha desarrollado un Plan de Desarrollo Académico en el cual uno de sus principales objetivos es promover el uso de la tecnología digital y tradicional en la currícula de estudios de la carrera de arquitectura y urbanismo.

Pero en parte se encuentra limitado por el uso mayoritario de herramientas de diseño tradicionales que determinan y condicionan, a su vez, la forma de desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Desde el dibujo a mano alzada, hasta los diseños asistidos por computadora (CAD) propician un hacer proyectual de manera fragmentada, en representaciones 2D disociadas unas de otras, cada disciplina por separado y con una maqueta virtual o analógica que muchas veces llega al final de este proceso.

Ante esta realidad planteada entendemos que, dentro de las estrategias de educación el fortalecimiento con las TIC en el proceso pedagógico universitario juega un papel relevante por ser un espacio de actualización, de educación continua, comprometida con la actualidad y sobre todo por ofrecer un proceso de enseñanza y aprendizaje interactivo focalizado en el interés del estudiante; y por ello se hace necesario trabajar y abordar la arquitectura desde un enfoque sistémico, que se ve favorecida por la oportunidad que ofrecen las llamadas “nuevas tecnologías” y los cambios de paradigma en otros campos (Morin, 1999).

Se entiende que la construcción desde un enfoque sistémico e integral para el abordaje de la tecnología computacional en la carrera de Arquitectura y Urbanismo, constituye un camino que es necesario transitar para ofrecer a los estudiantes un lugar de autonomía intelectual que favorezca la reflexión y contribuya a una comprensión de la realidad desde una perspectiva crítica propia, a la vez que les facilite su inserción en el medio laboral. La metodología

BIM y su forma de trabajo colaborativo, la normalización de procesos, la interacción de actores propicia un nuevo escenario en el hacer proyectual y en la enseñanza de la arquitectura, en la cual no hay retorno.

Por ello, dentro del Área Tecnológica del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat dependiente de la FAUD UNSJ se está desarrollando un proyecto de investigación denominado “PROCESOS COLABORATIVOS BIM. UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA CURRICULAR DEL ÁREA TECNOLÓGICA- FAUD” el cual propone generar una metodología pedagógica que permita integrar contenidos de las Asignaturas Construcciones I, Instalaciones I, Estructuras I y ProGEO pertenecientes al Área Tecnológica de la carrera de arquitectura, a través de un ejercicio desarrollado por estudiantes para que puedan interpretar la articulación e integración de contenidos mediante procesos colaborativos BIM (Building Information Modeling).

2. LA METODOLOGIA COLABORATIVA BIM EN EL PROCESO EDUCATIVO UNIVERSITARIO.

La tecnología educativa desde el plano educativo es el resultado de las aplicaciones de diferentes concepciones y teorías educativas para la resolución de un amplio espectro de problemas y situaciones referidos a la enseñanza y el aprendizaje, apoyadas en las tecnologías de la información y comunicación. (Olguín, 2012).

Se concibe como la aplicación de conocimientos científicos del aprendizaje a las tareas prácticas de enseñar y aprender apoyadas en la Tecnología, es decir, es un campo dedicado al mejoramiento del proceso enseñanza y aprendizaje mediante el uso de diversas herramientas tecnológicas que puede ser aplicada tanto a la educación presencial como a la virtual.

La actividad profesional de los profesores tiene lugar en un contexto caracterizado por un elevado grado de complejidad y por un gran dinamismo, que les obliga a integrar conocimientos diversos que tienen que ver con el contenido curricular que enseñan, con la naturaleza de los procesos cognitivos y volitivos de sus estudiantes y, en la actualidad, cada vez con mayor relevancia, con el conocimiento sobre el uso de tecnologías para el aprendizaje. La Pedagogía y la Didáctica son ejemplos paradigmáticos de disciplinas poco estructuradas, puesto que su objeto de conocimiento opera con un alto nivel de variabilidad y con una densa interconexión de conocimientos teórico-prácticos. Los procesos actuales de integración de las TIC en las aulas hacen aún más complejo este campo al introducirse nuevos ámbitos de conocimientos que el profesor debe dominar para desarrollar buenas prácticas educativas con tecnologías.

(Berrococo, 2010). Gibson (1977) introdujo el término *affordance*, que aquí traducimos por posibilidad, para referirse a las propiedades psicológicas percibidas y reales de cualquier objeto, como medio de explicar cómo los individuos interactúan con los objetos del mundo. Pero es preciso diferenciar entre posibilidades y limitaciones inherentes a la tecnología de aquellas que son impuestas desde fuera por el usuario. Por lo general, interpretamos las TIC con nuestros propios prejuicios y predicciones que tienen que ver con las formas de uso y aplicación que consideramos apropiadas o inapropiadas. Las TIC tienen posibilidades y limitaciones como medios didácticos. No son, en ningún caso, herramientas neutrales. Precisamente los científicos cognitivos utilizan la expresión fijación funcional (*functional fixedness*) para describir la forma en que las ideas que sostenemos sobre la función de un objeto pueden inhibir nuestra capacidad para usar el objeto para una función diferente. Los usos creativos de las TIC exigen ir más allá de esta «fijación funcional» de modo que podamos, de modo innovador, definir nuevos propósitos para las herramientas existentes y orientarlas hacia una finalidad educativa. (Berrococo, 2010).

Para alcanzar buenas prácticas educativas con TIC, es necesario superar la falsa dicotomía entre pedagogía y tecnología. Por lo común, se considera que ambos dominios están reglados por diferentes expertos que tienen muy poco que compartir. Según Koehler & Mishra (2008), profesores y técnicos viven en mundos diferentes y, a menudo, poseen imágenes distorsionadas de cada uno de ellos. Por un lado, los técnicos ven a los profesores como luditas, conservadores, resistentes al cambio e inconscientes al poder transformador de las tecnologías. Y, por otro lado, los profesores tienden a ver a los técnicos como entusiastas superficiales, desconocedores de la educación y de las teorías del aprendizaje e inconscientes de las realidades del aula y las escuelas.

En cualquier caso, todas las visiones existentes se basan en el principio común: que la efectiva integración de la tecnología presupone una conceptualización que debería ser necesariamente formulada a través de la interacción entre tecnología, contenido curricular y pedagogía.

2.1 ENFOQUE SISTÉMICO DE LA TÉCNICA

Podemos definir el concepto de sistema técnico (unidad compleja) formada por componentes físicos (artefactos, materiales), agentes intencionales (operarios o usuarios), que interpretan y realizan las acciones de transformación, objetivos y resultados. Es decir, también se incluyen aspectos sociales, organizativos, culturales, etc. Esta nueva mirada de la técnica, tiene como base un nuevo paradigma tecnológico, desde una concepción sistémica, ya no solo hablamos

de técnica o tecnología haciendo referencia a objetos tecnológicos o conocimientos tecnológico-científicos, sino que hablamos de un sistema más complejo que conforma un todo, constituido por la relación de elementos entre sí y a su vez con el entorno. Estos sistemas a su vez están conformados por dos subsistemas: subsistema material y subsistema intencional. El subsistema material está formado por componentes de un sistema técnico en los que se dan acciones no intencionales. En cambio, el subsistema intencional está formado por componentes y agentes intencionales entre los que se producen acciones intencionales. En síntesis, los sistemas técnicos son sistemas intencionalmente organizados de acciones (intencionales o no) en el que además del subconjunto de agentes intencionales del sistema que conciben los objetos y actúan para conseguirlos, existe un subconjunto de componentes materiales que son concretos y cuya manipulación o transformación forma parte de los objetivos intencionales del sistema. (Quintanilla, 2005).

2.2 PROCESOS COLABORATIVOS

Los procesos colaborativos son aquellos procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos, que se valen de herramientas que dan soporte y facilitan este tipo de procesos.

El trabajo colaborativo es aquel en el cual un grupo de personas intervienen aportando sus ideas y conocimientos con el objetivo de lograr una meta común. Se diferencia, sin embargo, del trabajo en equipo en que lo que se persigue en el trabajo colaborativo es la producción de conocimientos, y no tanto la optimización de resultados. En sus dinámicas de trabajo no hay jerarquías verticales, sino que se define por un trabajo transversal, horizontal, donde cada integrante tiene una responsabilidad y tarea específica que lo hace importante.

A su vez podríamos clasificar al trabajo colaborativo en dos grandes grupos con múltiples superposiciones: Los llamados *groupware*, que se refieren a procesos grupales intencionales y los *softwares* que les hacen de soporte (Johnson-Lenz, 1990), que en general se encuentran directamente relacionados con el uso de computadoras (actualmente sobre todo en conexión con Internet) y que involucran a profesionales o usuarios de determinadas plataformas. Y la participación, también denominada *participacionismo* como corriente, que agrupa aquellos modos de trabajo colaborativo centrados en la participación de la gente en la toma de decisiones sobre procesos que los involucran directa o indirectamente, estos no implican necesariamente el uso de software y tienen una larga historia en la arquitectura y el urbanismo. De todos modos, habitualmente se hace demasiado hincapié sobre los métodos o las tecnologías involucradas y casi no se enfrenta el problema de la interdisciplina y la participación desde el punto de vista comunicacional y sistémico. (Iglesias, 2011)

2.3 BUILDING INFORMATION MODELING COMO METODOLOGÍA QUE ARTICULA E INTEGRA CONOCIMIENTOS

La articulación entre asignaturas para promover la construcción integrada de conocimientos es una preocupación que si bien es común a la enseñanza de distintos campos disciplinares, cobra especial relevancia en la enseñanza de las carreras proyectuales y de diseño. Por ello primero debemos diferenciar entre articulación curricular e integración del conocimiento. La articulación curricular horizontal y vertical entre las áreas y niveles expresa una estructura tramada compuesta por Ciclos y Áreas de conocimientos específicos, configurando un sistema que coordina horizontal y verticalmente los objetivos y contenidos de las asignaturas. Las relaciones en sentido horizontal se promueven con el sistema de Ciclos y niveles, mientras que en el otro sentido se apoyan en los talleres verticales y en las Áreas, donde los conocimientos se amplían y profundizan a medida que se desarrollan los Ciclos.[1]. Es decir que, un diseño curricular con sus momentos evaluativos, no asegura por sí mismo la articulación, de no mediar instancias y mecanismos que favorezcan estos procesos y que, necesariamente, deben instalarse en las propias prácticas docentes. La articulación curricular es condición necesaria pero no suficiente para la construcción integrada de conocimientos; para que esta suceda es imprescindible desnaturalizar la integración de conocimientos como un proceso de aprendizaje obvio y espontáneo, explorar las particularidades y diversidad de los conocimientos y trayectorias previas de los estudiantes para establecer un punto de partida común para relacionar lo que ya se sabe con los nuevos saberes, ofrecer la posibilidad de vivenciar experiencias de aprendizaje que a través de la problematización y resolución de situaciones auténticas se promueva la resignificación de lo aprendido y la interrelación de saberes. En otras palabras, integrar conocimientos requiere no sólo una actitud y un esfuerzo por parte del estudiante sino también, de un trabajo explícito e intencional de quien enseña para mostrar las interrelaciones entre saberes, y fundamentalmente para facilitar experiencias de aprendizaje que contribuyan a que el estudiante se apropie progresivamente de herramientas que le permitan hacer esta integración.

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativo que, gracias al uso de softwares y entornos digitales, hace posible la integración de contenidos en relación al hecho arquitectónico. La B de BIM afecta directamente a la industria a la que se entiende que está aplicado este proceso tecnológico. El proceso afecta a todo aquello que puede ser “construido”. Es decir, que nuestra definición afecta fundamentalmente a las siguientes industrias: arquitectura, ingeniería, construcción y diseño. La I de BIM hace referencia a la información del modelo, como un proceso

de modelado inteligente, esto no significa que el proceso se vaya a hacer por nosotros automáticamente. Se entiende por inteligente que se trata de un proceso que contiene información incorporada por los especialistas. La M de BIM, viene de Modeling, es decir, modelado. Éste se refiere al modelado tridimensional y virtual de los objetos constructivos que posteriormente se traducirá en una construcción. El diseño en 3D constituye un entorno amigable para los agentes de la construcción, más si tenemos en cuenta que la mayoría de los programas BIM permiten la visualización tradicional en planos 2D de los mismos y 3D. (Santamaría, 2017). Esta metodología está constituida por procesos, herramientas, estándares y personas, en las cuales se organiza el proceso de la construcción. Esto significa que a través de un MODELO ÚNICO Digital 3D, contendrá la información parametrizada, que será transferida durante todo el ciclo de vida del proyecto arquitectónico integrando las diferentes disciplinas, ya sea la arquitectura, estructura e instalaciones.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y ÁREA DEL CONOCIMIENTO DENTRO DEL PLANEAMIENTO CURRICULAR DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA. UNSJ.

El proyecto de Plan de Estudio vigente y aprobado por Ordenanza N° 005/91 para la carrera de arquitectura se programa según un Planeamiento Curricular constituido por una Organización Curricular y por una Estructura Curricular con el fin de, organizar el conocimiento y de construir las estrategias para transmitirlos. (Ver Imagen 1)

Las asignaturas de Construcciones I, Estructuras I, Instalaciones I son espacios curriculares del segundo año de la carrera, mientras que la asignatura de Progeo es de cuarto año, que según el Artículo 4.8 pertenecen y describe: “Estructura Curricular empírica: Ejercicios instrumentales. Un cuerpo de contenidos teóricos – prácticos relevantes, presentados a través de requerimientos o formulaciones temáticas o por condicionantes. Un proceso de formación que posibilite la intervención en problemáticas particularizadas de la realidad, contemplando ámbitos curriculares de articulación con aporte específico de diferentes disciplinas” (Ordenanza N° 5/2008-CD-FAUD, 2008, pag.19).

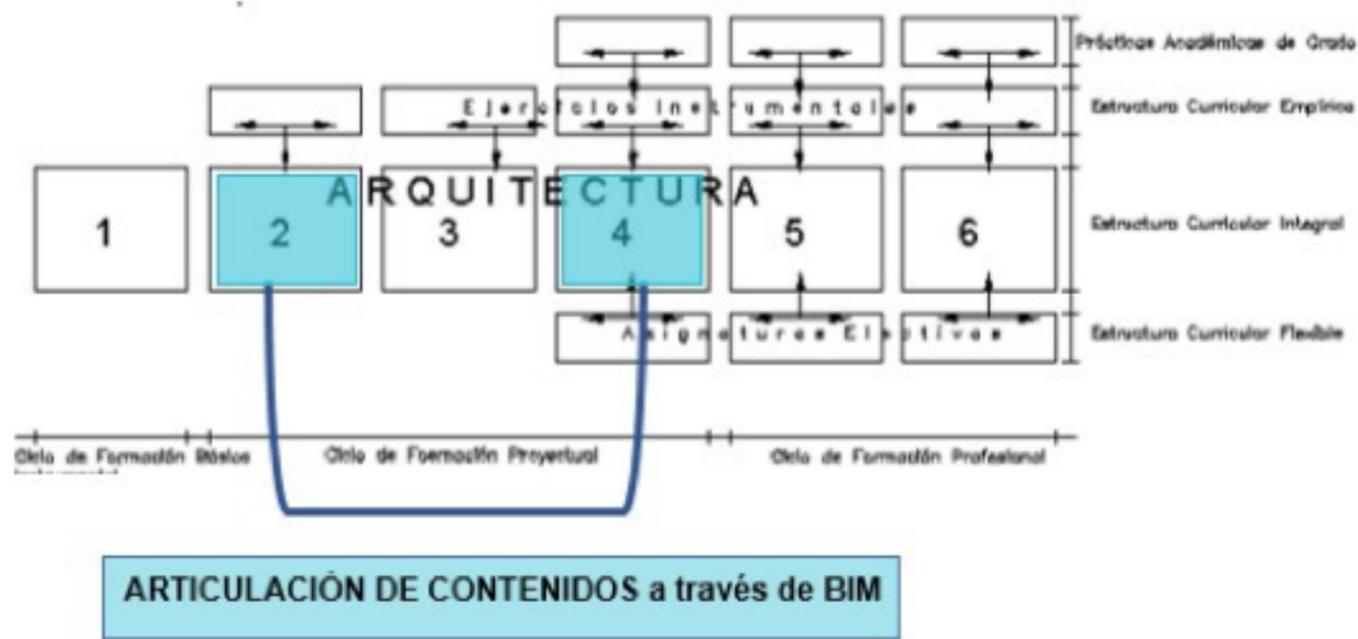


Imagen 1: Esquema Organizacional curricular FAUD-UNSJ

Considerando esto, más la componente cognitiva sustancial del proceso de aprendizaje propuesto en el plan de estudio, que se apoya en las disciplinas proyectuales, como estructura principal, se propone articular los contenidos a través de la asignatura de taller, dentro de un contexto determinado donde el estudiante deberá participar en forma activa y colaborativa en ese proceso.

Para lograr esa actitud es necesario ponerlo en contacto con los distintos espacios curriculares del nivel, e inducirlo al hábito de la investigación, y a la formación del pensamiento crítico en la búsqueda y análisis de la información haciendo uso de la creatividad al enfrentarse a nuevas situaciones problemáticas.

Las asignaturas tienen una estrecha y necesaria relación con el resto de los espacios curriculares por lo que, con esta red de relaciones se intenta integrar los conocimientos por medio del ejercicio proyectual, que necesita respuestas técnicas y conceptos teóricos específicos. (Ver Imagen 2)



Imagen 2: Esquema de Relación de Actores

4. EXPLORAR UN MODELO BIM PARA CONSTRUIR UN SABER.

La propuesta pedagógica de dicho proyecto propone un workshop online destinado a estudiantes de grado de la carrera de arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Esta actividad académica está pensada para desarrollarse al inicio del segundo semestre del corriente año y estará a cargo del equipo de docentes/investigadores que integran el proyecto.

Se planifica un desarrollo de la propuesta en una jornada teórico introductoria de la temática en cuestión y dos jornadas de aplicación práctica de los contenidos estudiados en las diferentes asignaturas que participan de dicho proyecto de investigación, haciendo un total de tres jornadas, con un cierre de debate de intercambio y reflexión colectiva.

Se realiza una invitación abierta a los estudiantes a través de una propuesta de diseño comunicacional que se comparte en los diferentes espacios virtuales de cada asignatura. Por medio de un formulario se acredita su inscripción a la experiencia. (Ver imagen 3)

1 Planificación del Aprendizaje – EQUIPO DE TRABAJO

DOCENTES	ASIGNATURA
Arq. Verónica Sinerol	Construcciones I
Arq. Gema Peluc	PROGEO
Arq. Fernanda Herrera	PROGEO
Ing. Lucas Garino	Estructuras I
Arq. José Pinto	Instalaciones I

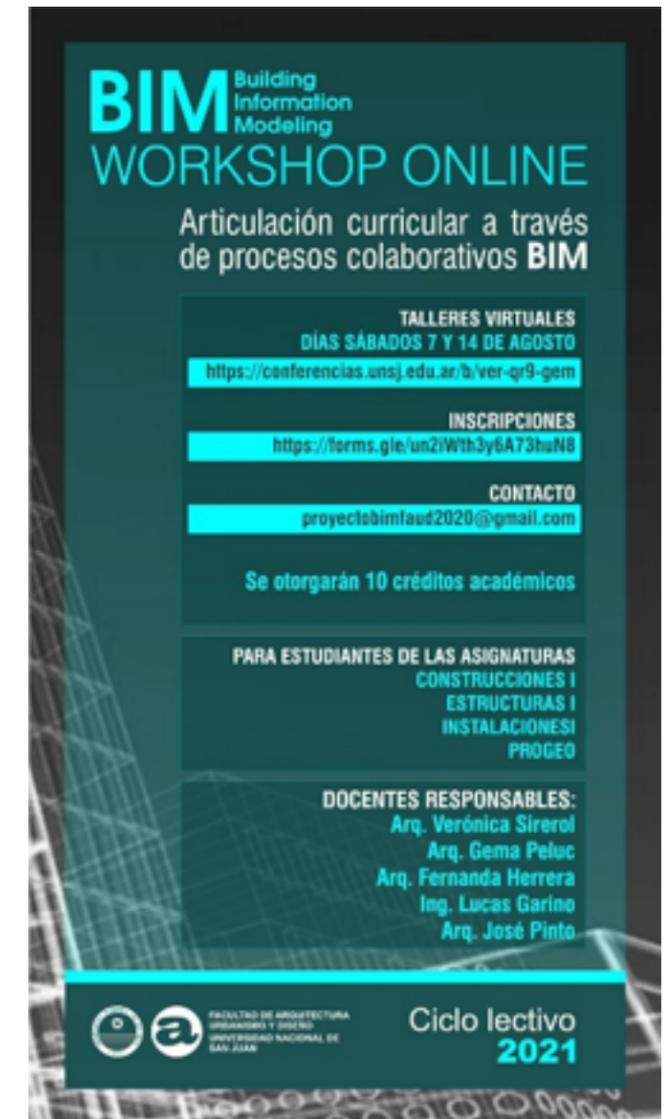


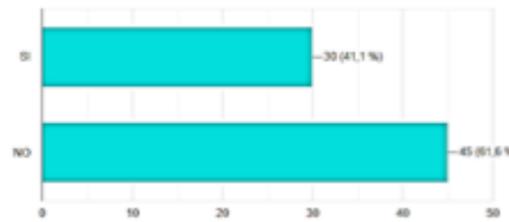
Imagen 3: Diseño de Comunicación del Evento, banner de promoción del Workshop

4.2 DESTINATARIOS:

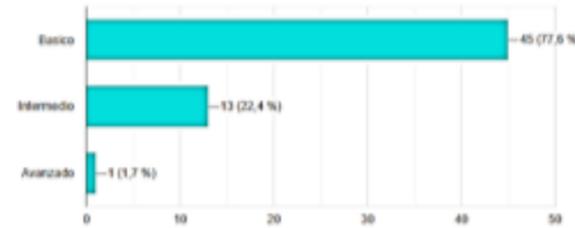
Estudiantes de las asignaturas Construcciones I, Instalaciones I, Estructuras I y Progeo.

Se realiza una encuesta para identificar los saberes previos en relación a la temática lo que nos permite no solo identificar el perfil del grupo de estudiantes sino para planificar todas las actividades. (Ver Imagen 4)

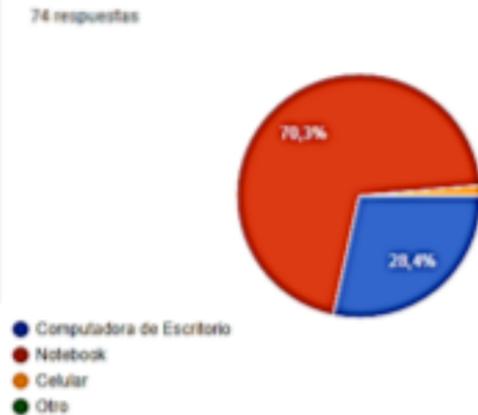
¿Tienes conocimientos sobre la Metodología BIM?
73 respuestas



Si seleccionaste alguna de las opciones, ¿Qué nivel de manejo consideras que tienes?
58 respuestas



Con que dispositivo realizaras las actividades virtuales:
74 respuestas



¿Manejas algunos de estos softwares?
74 respuestas

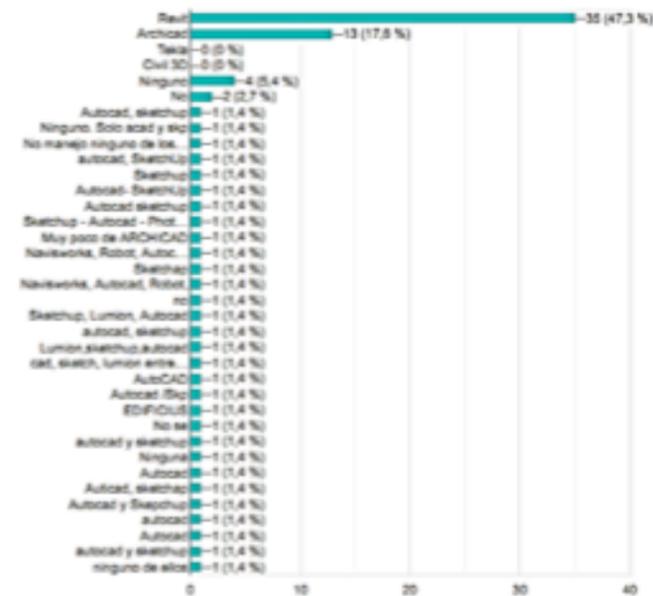


Imagen 4: Gráficos estadísticos sobre el perfil de los estudiantes

4.3. PROPÓSITOS:

Brindar una actividad de aprendizaje que articule e integre los contenidos a través del proceso colaborativo BIM (Building Information Modeling) buscando incorporar las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

4.4 METODOLOGIA DE TRABAJO

La idea es tener activo a los estudiantes, por lo tanto, se piensa en un aprendizaje y líneas didácticas basadas en una problemática constructiva, de diseño y estructural.

Se requiere para esta primer experiencia 24 estudiantes en total que cursen las asignaturas de Construcciones I, Estructuras I, Instalaciones I y Progeo. Se abordará la metodología de integración curricular desde entornos colaborativos BIM desde un enfoque sistémico general de organización no lineal, tal que se proponen cuatro (4) grupos de 6 estudiantes para indagar la problemática dada en diferentes jornadas sincrónicas a través del aula virtual y plataformas de colaboración y reunión.

4.5 CONTENIDO DEL WORKSHOP:

El workshop consistirá en un:

a) UN MÓDULO TEÓRICO INTRODUCTORIO: Esta secuencia didáctica está pensada para desarrollarse en una jornada sincrónica. Un encuentro para introducir a los estudiantes en los conceptos y la metodología de un trabajo colaborativo.

b) DOS MÓDULOS PRÁCTICOS: Esta secuencia didáctica está pensada para dos jornadas sincrónicas y de mucho intercambio entre los integrantes de cada grupo aplicando la modalidad de taller virtual. En el primer encuentro práctico se organizarán los equipos de trabajos, designación de roles y planteo e inicio de la actividad académica. Se propone una instancia de exploración de un fragmento de una obra edilicia con información parametrizada, para concluir con una pequeña memoria técnica descriptiva del modelo BIM (donde aparezca la integración de las asignaturas).

En la segunda jornada se desarrollarán las actividades de aplicación de los conocimientos de cada asignatura a situaciones adaptadas a los propios contextos de la carrera de arquitectura. Se propone por grupo de trabajo realizar una modificación bajo criterios/pautas de diseño que deberá repercutir en las otras asignaturas o disciplinas. Por último, deberán identificarlas y registrarlas.

4.6 PLANIFICACION DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE:

Se proponen actividades diseñadas bajo el modelo TPACK. La incorporación de la tecnología como un asistente en la enseñanza y el aprendizaje de un contenido disciplinar requiere comprender la relación dinámica que se debe producir entre los tres componentes (pedagógico, curricular y tecnológico). En palabras de los autores del modelo metodológico "saber cómo utilizar tecnología no es lo mismo que saber cómo enseñar con tecnología" (Koehler y Mishra, 2006).

4.6.1 OBJETIVO:

Fomentar el aprendizaje activo y colaborativo, además de incluir actividades que integren los conocimientos adquiridos y la valoración de la consecución de sus propios aprendizajes.

4.6.2 MATERIAL DIDÁCTICO:

El equipo docente responsable del workshop preparará los recursos didácticos correspondientes como videos, escritos, interrogantes, etc. Los/as estudiantes tendrán acceso a los materiales didácticos (básicos y complementarios) desde el aula virtual. Se utilizará un modelo BIM para explorarlo y analizarlo a modo de identificar características. (Ver Imagen 5 y 6)

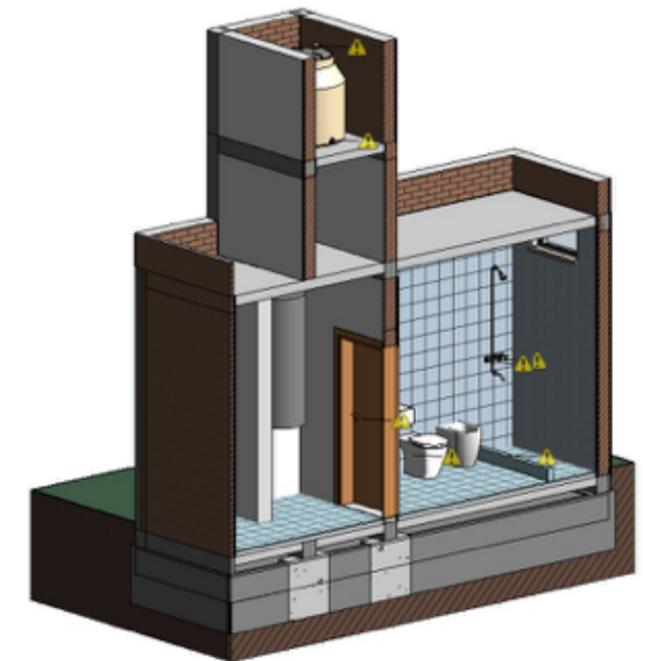


Imagen 5: Modelo BIM que se utilizará como recurso didáctico

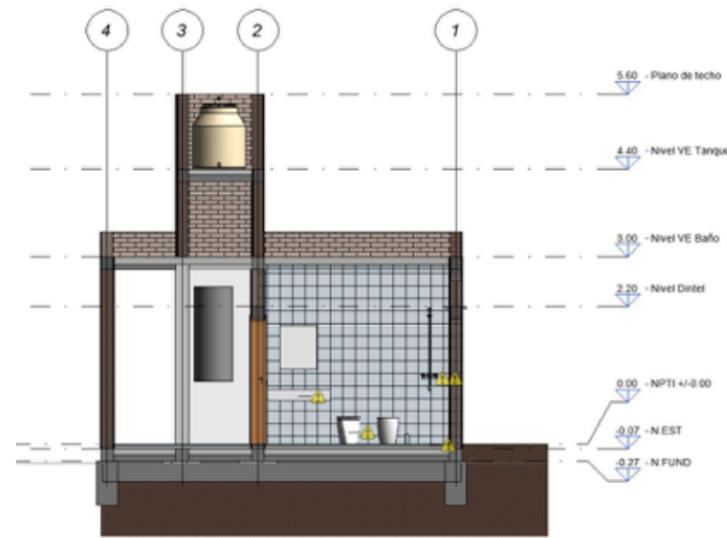


Imagen 6: Modelo BIM que se utilizará como recurso didáctico

4.7 COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

Se ha elaborado la identidad visual del workshop, con sus flyers de difusión, plantillas de trabajo para exponer los contenidos del proyecto. (Ver Imagen 7)

4.8 EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE:

Los equipos de trabajo presentarán el trabajo realizado en relación a la problemática designada considerando las dimensiones intervenidas en el modelo BIM.

En todas las jornadas se valorará:

- La adecuación a las pautas y orientaciones fijadas para cada consigna.
- La entrega en tiempo y forma según lo acordado.
- La integración de los conceptos y materiales planteados en cada módulo.
- La calidad de las presentaciones (claridad en la redacción, ortografía y puntuación cuidada, inclusión de fuentes y referencias bibliográficas completas).



Imagen 7: Diseño Comunicacional

5. REFLEXIONES FINALES

Hasta el momento y considerando el trabajo desarrollado en la planificación y articulación de contenidos de las asignaturas con la metodología BIM podemos decir que, esta noción de ubicuidad que nos envuelve comienza a mostrar un rasgo particularmente interesante, el protagonismo del estudiante como centro del proceso de aprendizaje.

Si es cierto, el constructivismo hace muchos años definió esto, pero el "aprendizaje sin costura" escapa a la abstracción teórica del paradigma, ¿En qué sentido? Pues en el sentido en que las tecnologías han permitido el desarrollo del entorno de aprendizaje a medida del estudiante, pero no definida por el profesor, sino por el mismo estudiante, hasta casi de manera emancipadora, podríamos decir.

Dentro de este contexto, de nuevas puertas que se abren, es donde debemos comenzar a explorar y sentar bases firmes para aventurarnos en este nuevo terreno educativo, siendo consciente de que los tiempos apremian y que el éxito de nuestra profesión sea poder adaptarnos a las exigencias que nos plantea esta nueva sociedad de la información, aun en franca gestación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MORIN, E. Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Unesco, Santillana.1999
- ANA GARCÍA-VALCÁRCEL MUÑOZ-REPISO, AZUCENA HERNÁNDEZ MARTÍN Y ADRIANA RECAMÁN PAYO. La metodología a metodología del aprendizaje colaborativo a través de las TIC: una aproximación a las opiniones de profesores y alumnos. Salamanca. España. 2012
- OSCAR REVELO-SÁNCHEZ, CÉSAR A. COLLAZOS-ORDÓÑEZ Y JAVIER A. JIMÉNEZ-TOLEDO. El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación. Colombia. 2017
- ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores. Versión 1.1. Plan BIM. Chile. Junio, 2019
- SISTEMA DE IMPLEMENTACIÓN BIM. (13 de julio de 2021). SIBIM. Recuperado de: <https://ppo.obraspublicas.gob.ar/SIBIM/Library/Index>

GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA UNA MAYOR PRODUCTIVIDAD Y OPTIMIZACIÓN DE LAS ESPECIALIDADES MECÁNICO- ELÉCTRICAS (MEP) EN PROYECTOS BIM.

AUTOR: Javier Riveros Ramirez, BIM Project Manager
Institución/Empresa: Hilti Chile Ltda.

RESUMEN EJECUTIVO

La metodología BIM ha permitido una aceleración en la transformación de la industria de la construcción hacia una industria más productiva y con mejor gestión de la información (GI) en los proyectos.

Actualmente, los proyectos públicos de infraestructura crítica están regidos por normativas que establecen los criterios de diseño de componentes no estructurales (CNE) para construir proyectos resilientes a los eventos (sismos) que frecuentemente ocurren en Chile. Además, estos CNE deben pasar por otros elementos constructivos (Muros, Losas, Tabiques) manteniendo

la compartimentación establecida en los proyectos de protección contra incendios (PCI).

Una parte importante de la GI está destinada a mejorar la coordinación y optimización de soluciones de soportes para CNE y PCI de estos proyectos.

Nuestro estudio muestra como una correcta GI de los proyectos permite una optimización sustancial de los soportes de CNE y PCI significando una disminución de costos y aumento de la productividad.

CONTENIDO

- Antecedentes
- Desarrollo
- Soportes de Componentes No Estructurales
- Sellos Cortafuegos en pasadas de CNE – Compartimentación
- Conclusiones

Antecedentes

Con BIM (Building Information Modelling) la construcción ha empezado a acelerar sus pasos hacia la digitalización de la industria con una mejor gestión de la información. En la actualidad, cada vez existen más proyectos que van adoptando esta metodología, sin embargo, aun hoy, frecuentemente se excluyen del modelo de coordinación la optimización de las distintas especialidades con los involucrados dentro del desarrollo de estas.

En el caso de las especialidades MEP el potencial de optimización muchas veces no es maximizado y la obra se ve enfrentada a diversos retos que deben ser resueltos "in situ" impactando negativamente el desarrollo del plazo que a su vez es traducido en costo directo en los proyectos. Además, se excluyen soluciones que aporten una mayor productividad como prefabricados, elementos embebidos y soportes universales, ya que requieren de un mayor "esfuerzo" en etapas tempranas del proyecto. Asimismo, suele no considerarse en la coordinación de MEP la optimización asociada a las pasadas que se generan en otros elementos constructivos (Muros, Losas, tabiques) que deben sellarse para respetar la compartimentación de proyecto de acuerdo con la protección pasiva contra incendios (parte de PCI) del edificio.

En este escenario, se nos presenta una oportunidad de desarrollar a través de la gestión de la información que nos permite la metodología BIM, soluciones que optimicen los soportes gravitacionales y sísmicos de los componentes no estructurales y sus sellos cortafuegos al pasar por otros elementos.

Desarrollo

En el esquema tradicional para el desarrollo de un proyecto, las diferentes disciplinas trabajan separadamente, lo cual impacta la ejecución y la coordinación del proyecto pues las interferencias no son subsanadas durante la etapa de diseño, sino en el momento de la instalación física pudiendo ocasionar aumentos de plazos y las respectivas multas asociadas a estos retrasos.

Gestionar y potencializar de manera temprana la información de los modelos BIM en un nivel de detalle adecuado, así como la correcta inclusión de los participantes clave, permite involucrar y administrar a todas las disciplinas de manera colaborativa y en etapas tempranas del proyecto ayudando a evitar la improvisación y el retrabajo. Lo anterior, impacta directamente en la velocidad de instalación, la cual puede ser incluso triplicada, y, por lo tanto, ser llevada también a un ahorro en mano de obra haciendo referencia a indicadores de productividad en tareas que puedan impactar el cronograma del proyecto.

Nuestro estudio se enmarcará en este contexto, específicamente en las soluciones de soportes gravitacionales y sísmicos de los componentes no estructurales MEP (CNE) y sus respectivos sellos cortafuegos al pasar por otros elementos constructivos que deben respetar la compartimentación de los proyectos de protección contra incendios.

Soportes de Componentes No Estructurales

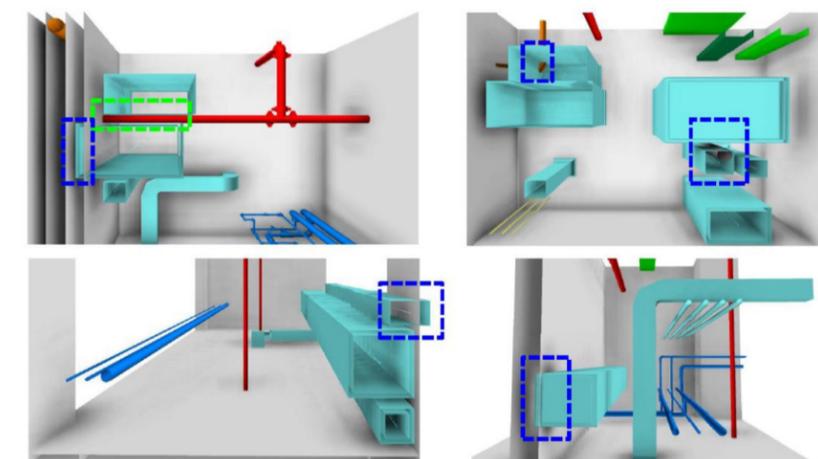


Figura 1: "Ejemplos de problemas de coordinación de proyectos MEP en BIM"

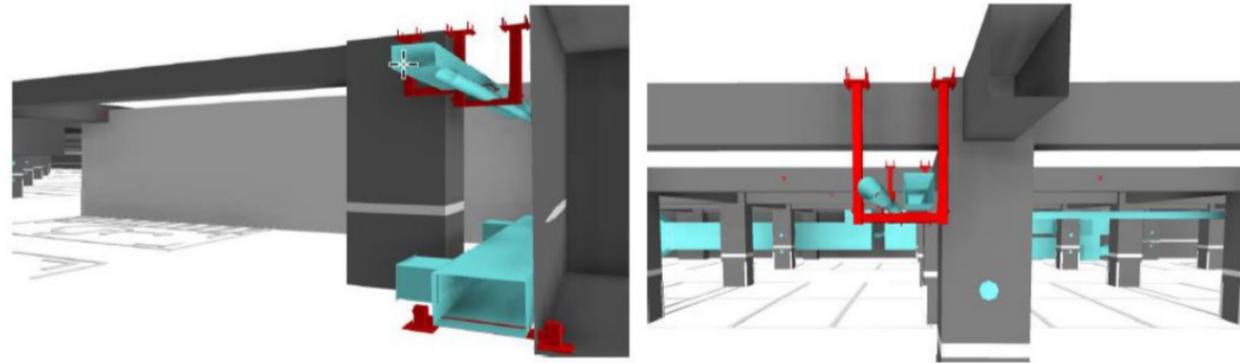


Figura 2: "Ejemplos de soportes sísmicos para instalaciones de HVAC en BIM"

Generalmente el alcance y el nivel de detalle para las soluciones de los soportes de los CNE no se encuentran desarrolladas de manera óptima. Los proyectos de Vulnerabilidad Sísmica (proyectos donde se establecen los criterios de diseño para los CNE) presentan soluciones generales para las distintas especialidades sin considerar sus exigencias propias de especialidad ni tampoco una posible

optimización en la coordinación para aprovechar el uso de soportes universales (soportes compartidos por las especialidades). Además, tampoco se consideran nuevas tecnologías para la conformación de los soportes, como soportes modulares y elementos embebidos en el hormigón que evitan retrabajos en terreno, pero significan un mayor esfuerzo en la etapa de diseño.

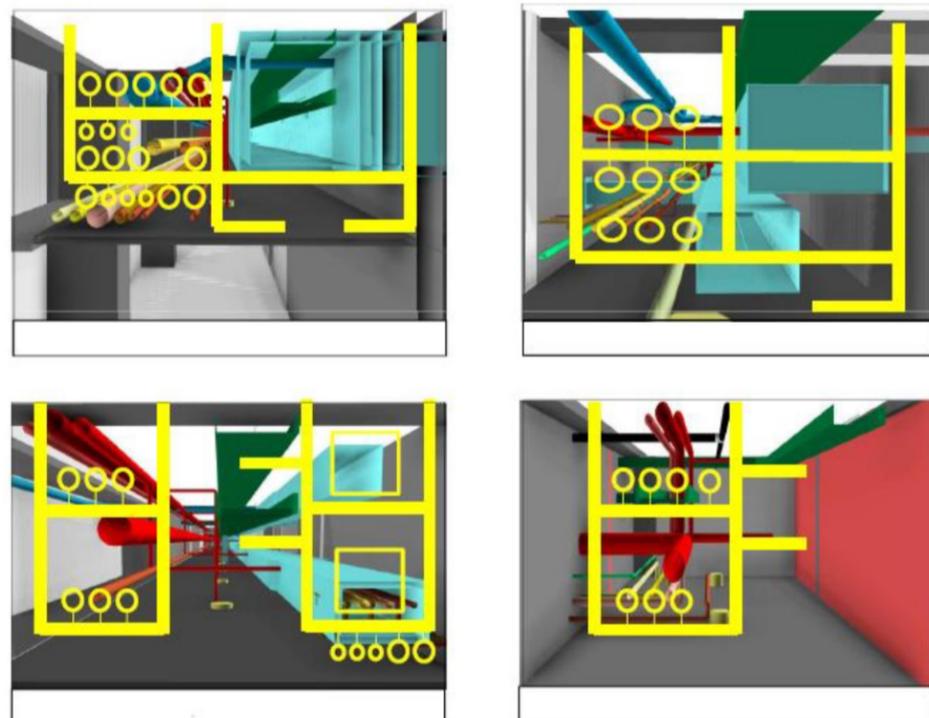


Figura 3: "Soluciones Conceptuales de Soportes Universales para CNE MEP"

Si el diseño considerara soportes universales, modulares y con un estudio de ingeniería detrás del proceso, sería posible generar eficiencias que impactan los costos de material y productividad en terreno. Sin embargo, para llegar a potencializar estos parámetros,

deberá existir una correcta comunión entre el desarrollo de modelos, la información que se contiene en ellos y la correcta administración de datos.

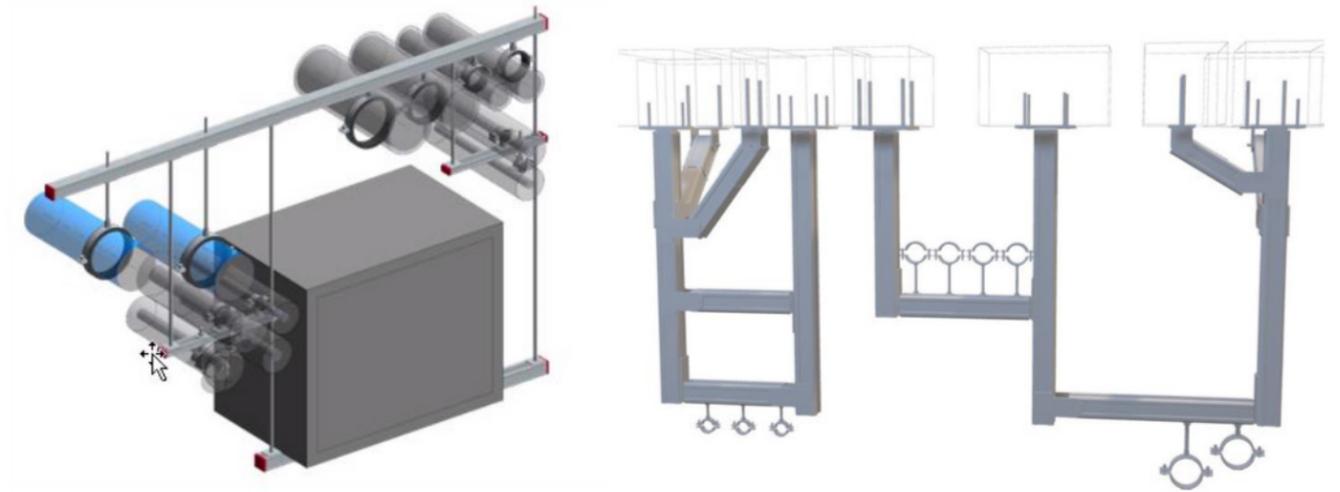


Figura 4: "Ejemplos de soportes universales y modulares para CNE MEP"

En este estudio se desarrolla una comparación conceptual del método tradicional versus la integración de soportes universales y modulares para estimar los posibles ahorros que podrían obtenerse en los proyectos.

Para esto es necesario identificar 3 casos posibles para el soporte de los CNE MEP

1) Soportes Individuales: Cada una de las especialidades tiene un soporte individual para cada una de sus soluciones que debe cumplir con los requerimientos del proyecto

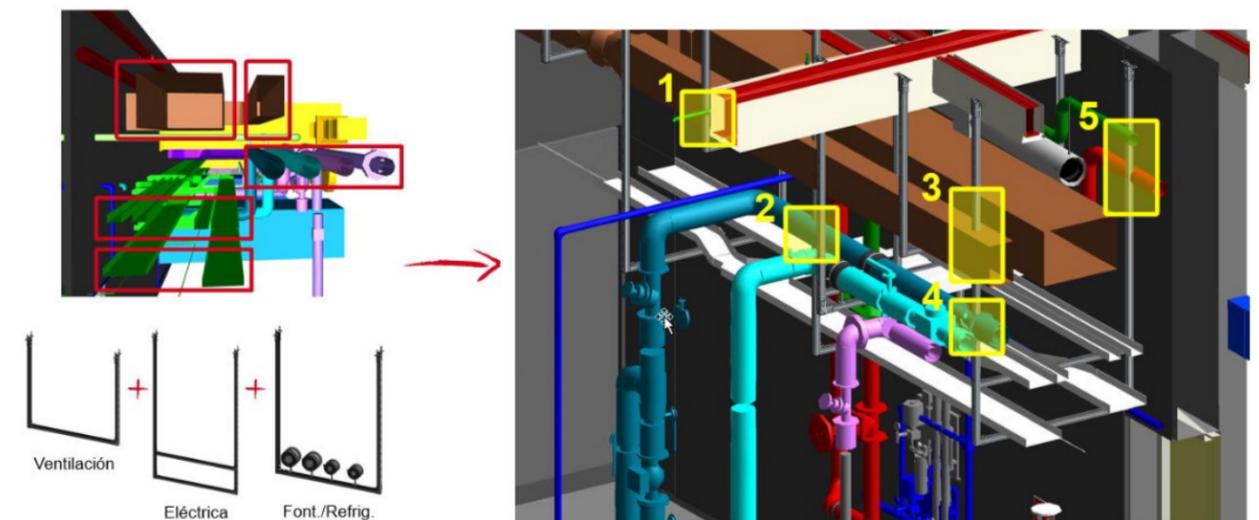


Figura 5: "Ejemplo de soportes individuales por especialidad MEP"

2) Soporte Universal: Las especialidades se integran en un soporte único que se ajusta a la geometría de la coordinación original del proyecto.

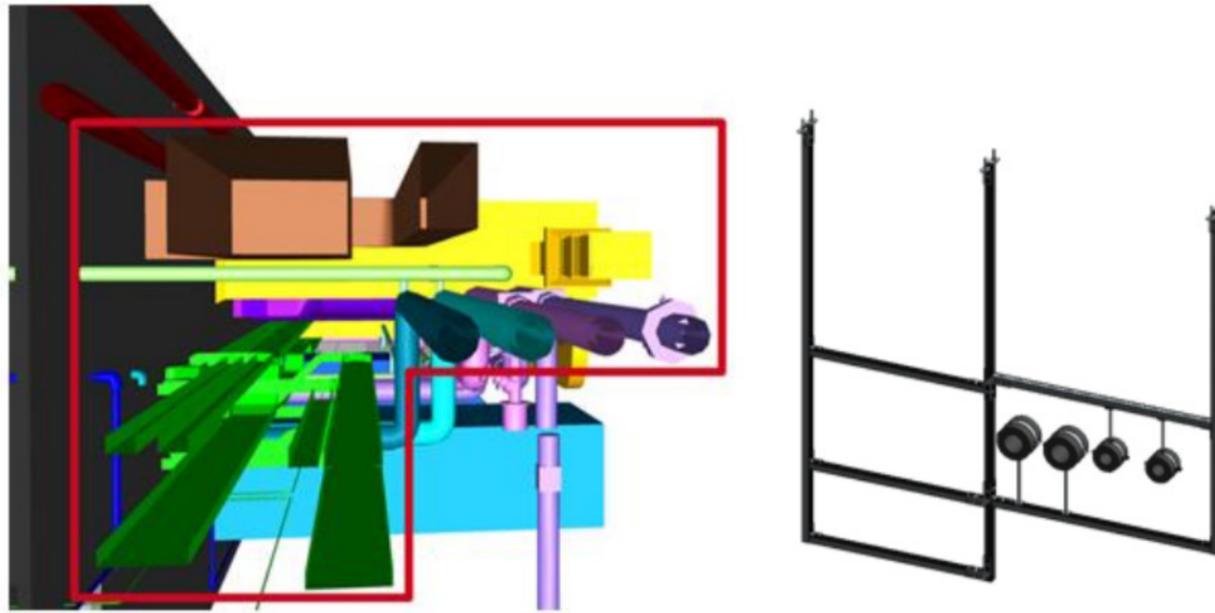


Figura 6: "Ejemplo de soporte universal ajustado a la geometría original del proyecto"

Soporte Universal Optimizado: Las especialidades se integran en un soporte único que se ajusta a una optimización de la coordinación original del proyecto.

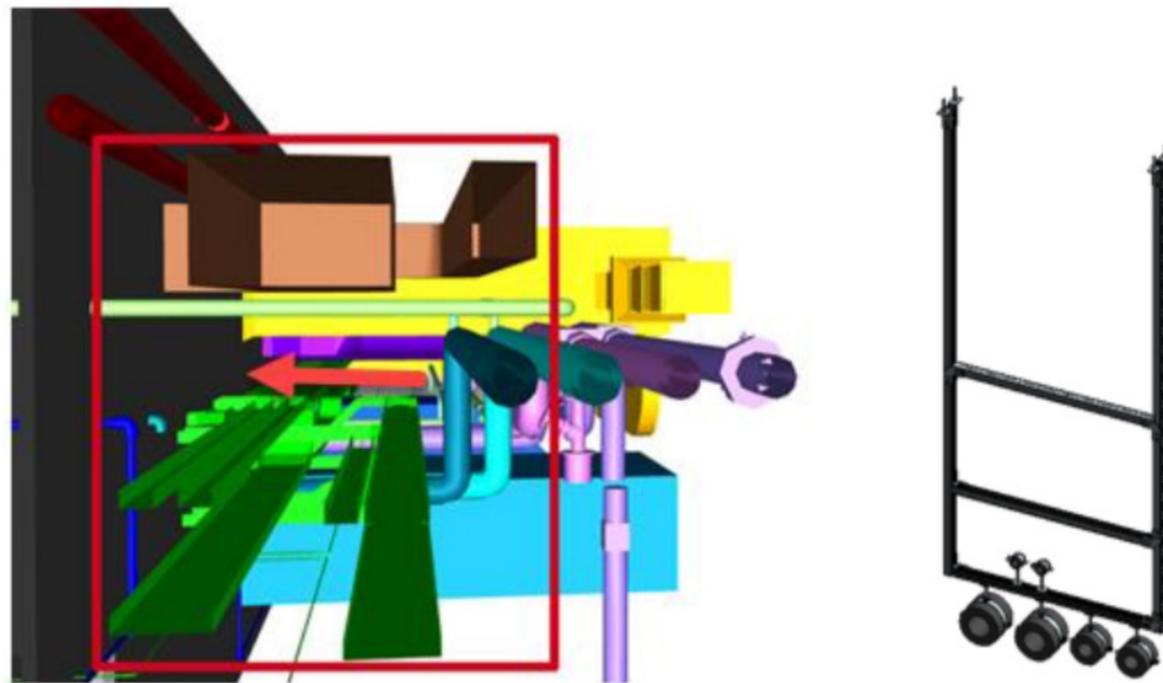
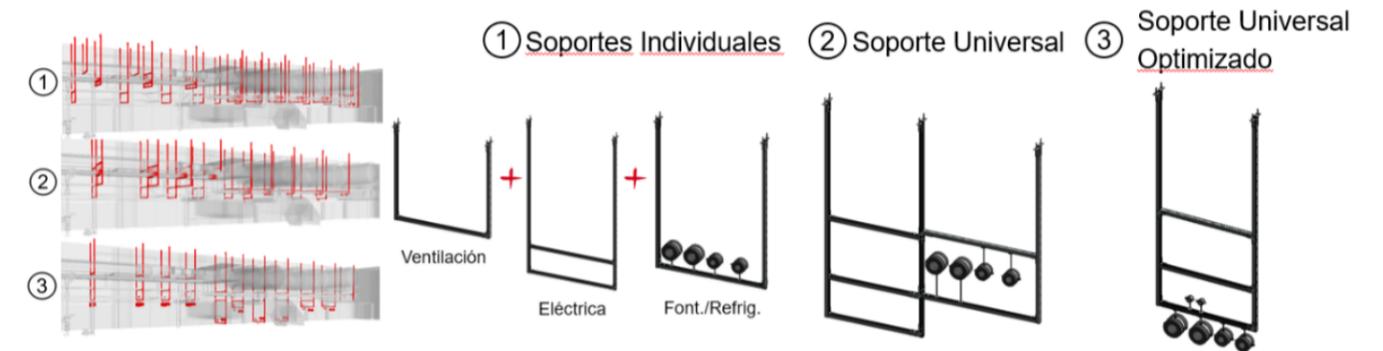


Figura 7: "Ejemplo de soporte universal optimizado"

De acuerdo a estos casos, se realizó un estudio conceptual con un proyecto tipo donde existe estas 3 posibilidades de soportes para los CNE MEP. Los resultados se indican en la Figura 8 donde se da cuenta de los potenciales ahorros en las variables de número de soportes,

cantidad de anclajes, costo de soportes, tiempo de instalación y reserva de espacio. Esto fue realizado en un corredor/pasillo de un proyecto con un largo de 816 mts con soportes distanciados cada 2 metros.



✓ N° soportes:	1,223 uds.	408 uds. - 77%	408 uds. - 77%
✓ N° anclajes:	4,892 uds.	2,448 uds. - 50%	1,632 uds. - 67%
✓ Costo soportes:	81,984.50	72,371.00 - 12%	50,979.60 - 40%
✓ Tiempo instalación:	244.60 h.	102 h. - 59%	65 h. - 74%
✓ Reserva de espacio:	1,541 m3	1,528 m3	777 m3 - 50%

Figura 8: "Comparativa de tipos de soportes para CNE MEP"

Se pueden observar ahorros significativos en las variables indicadas, sobretudo en el caso donde contamos con un soporte universal optimizado. La gran diferencia entre ambos soportes universales reside en la posibilidad de gestionar la información en etapas tempranas del proyecto para poder influenciar en la coordinación de las especialidades y así lograr diseñar un soporte multidisciplinar que permita una optimización al máximo de la cantidad de material

a utilizar por soporte. Esto es especialmente sensible para el presupuesto de las especialidades ya que los trayectos de estas, en proyectos como hospitales, aeropuertos, data centers y otros, pueden llegar a ser de kilómetros, por lo que un pequeño ajuste en el soporte original conlleva a grandes ahorros en el presupuesto global de las instalaciones.

Sellos Cortafuegos en pasadas de CNE – Compartimentación

Por otro lado, la correcta gestión de la información en la coordinación MEP en etapas tempranas de proyecto también puede conllevar a una mejor gestión de las pasadas cortafuegos.

Considerando el contexto en donde la infraestructura crítica debe ser resiliente a los distintos eventos, es importante considerar la

compartimentación de los distintos recintos de un proyecto para no permitir una transmisión del fuego y humo generados durante un incendio. Esto es especialmente relevante ya que la correcta compartimentación nos permite crear vías de evacuación seguras para las personas y evitar pérdidas sustanciales del mobiliario y equipamiento de un edificio.



Figura 9: “Incendio en Hospital San Borja 2021, pérdidas entre 35 y 50 mil millones de pesos”

Cuando un CNE atraviesa otros elementos constructivos como muros, losas o tabiques, se genera una pasada a través de ese elemento que, por supuesto, tiene una holgura con respecto al elemento original. Por ejemplo, una tubería de PVC de diámetro 110 mm que pasa por un tabique tendría que pasar por un agujero del mismo o mayor tamaño. En la práctica se ve en los proyectos que se trata de optimizar al máximo esta holgura entre pasante (tubería) y pasada (abertura en el elemento), sin embargo, siempre queda una vulnerabilidad que debe ser sellada a través de productos especializados que desarrollen comportamientos especiales frente al calor y humos generados por un incendio.

Algunas de las propiedades de estos productos, pueden ser la intumescencia, ser ablativos y por supuesto, no generar humos tóxicos que sean contraproducentes a la idea original de proteger la vida de las personas.

Es por esto que existen varias normativas a nivel nacional (NCh 935) e internacional (UL/ASTM) que dan indicaciones de cómo sellar estos puntos vulnerables entre el elemento pasante y la pasada a través de una certificación que de las indicaciones necesarias para que se cumpla la compartimentación requerida (Como F60, F120, F180 según el F-Rating).

Estas certificaciones no son simples de obtener y cada elemento y tipo de CNE tendrá una solución particular que deberá ser respaldada y luego ejecutada correctamente en terreno. Es por esto que es interesante poder influenciar desde la etapa de diseño la correcta coordinación MEP que considere estas pasantes y pasadas. A través de los soportes universales existe la posibilidad de generar, por medio de un juicio de ingeniería, una solución única para las especialidades integradas en el soporte y así, disminuir la cantidad de certificaciones individuales del proyecto, aminorando así, la carga para los que estén ejecutando el trabajo y disminuir los costos de los materiales de sellos de cortafuegos de una manera eficiente y productiva. Es por esto que dicho estudio involucra este punto, ya que considera al soporte universal como una solución que no sólo disminuye los costos de los soportes sino que también de las soluciones cortafuegos.

Conclusiones

Considerando el contexto actual donde la infraestructura crítica debe ser resiliente a los distintos eventos sísmicos que frecuentan nuestro país, tener una correcta gestión de la información de los CNE MEP en etapas tempranas de los proyectos es de vital importancia, ya que son estos elementos los que permiten la correcta operación de los edificios.

Hoy en día no es suficiente que la estructura sismo-resistente no colapse, sino que los CNE del edificio sigan estando operativos frente a un evento, ya que son los que nos permitirán tener una evacuación segura y posterior operación frente a una catástrofe como en el caso de los Hospitales, Aeropuertos, Centros de Distribución, Edificio Gubernamentales, Cárceles, entre otros.

En el caso de los soportes gravitacionales y sísmicos de los CNE, tenemos una oportunidad única de lograr a través de la temprana gestión de la información entre todos los involucrados, una optimización en la configuración de los soportes a través de soportes universales y soportes universales optimizados. Los potenciales ahorros en el caso de un soporte universal optimizado versus un soporte individual por cada especialidad pueden llegar a ser los siguientes:

- 77% menos en cantidad de soportes
- 67% menos en cantidad de fijaciones
- 40% menos en el costo de los soportes (considerando que serán modulares)
- 74% menos en el tiempo de instalación (considerando que serán modulares)
- 50% menos en reserva del espacio

Esto es especialmente relevante por la magnitud de los recorridos de estas instalaciones en proyectos de infraestructura crítica como los mencionados en los párrafos anteriores.

Los sistemas modulares por su parte aportan en su flexibilidad frente a posibles cambios de proyectos derivados de la coordinación, seguridad frente a los sistemas tradicionales de perfiles soldados y productividad gracias a su rapidez en la instalación. Además, permiten mayor comodidad para las tareas de mantenimiento futuras en la operación de los edificios.

La oportunidad también se visibiliza en la optimización de los sellos cortafuegos de los proyectos de acuerdo a los proyectos de compartimentación. Teniendo un soporte universal que integre varias

especialidades nos permite tener una menor cantidad de soluciones distintas de pasadas y por lo tanto, tener mayor productividad en obra y menores cantidades de sellos cortafuegos en el proyecto. Además, permite tener un mejor control en el mantenimiento de estas pasadas en la vida útil del edificio.

La gestión de la información en etapas tempranas de CNE en los proyectos es fundamental para lograr soluciones innovadoras e integrales que nos permitan una mayor productividad en la industria y, por lo tanto, un menor costo total de los proyectos originales. Además, nos asegura un mejor control de las posteriores etapas de mantenimiento y operación del edificio y nos permite tener una mejor visibilidad de estos costos.

La metodología BIM está abriendo nuevas posibilidades de productividad en la industria y no debemos desperdiciar la oportunidad para crear conciencia de que un mejor manejo de la información en etapas tempranas de los proyectos es una de las principales formas para tener una correcta ejecución de los trabajos en terreno y un mejor resultado final del proyecto en calidad y costos.

ADOPTANDO LA METODOLOGÍA BIM EN LA GESTIÓN DE LA INVERSIÓN PÚBLICA: LA EXPERIENCIA DEL PLAN BIM PERÚ

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) / Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (DGPMI)

Autores:

Edgar F. Pebe Díaz (autor corresponsal)¹
Christian J. Cabrera Coronado²
Daniel Leiva Calderón³

RESUMEN DE EJECUTIVO

El presente estudio documenta los dos primeros años de la experiencia de la DGPMI del MEF en la adopción progresiva de la metodología BIM en la gestión de la inversión pública en el Perú. El Plan Nacional de Competitividad y Productividad impulsado por el MEF marca el inicio de la adopción del BIM a través del denominado Plan BIM Perú (2019-

2030) cuyos objetivos y acciones apuntan a la adopción progresiva de la metodología BIM hacia el año 2030 en todas las entidades públicas. En el centro de la atención de esta política se encuentra la estrategia de formación de capital humano a nivel del gobierno nacional, regional y local. A manera de conclusión, se presenta la agenda del Plan BIM Perú en el corto, mediano y largo plazo.

CONTENIDO

Introducción

1. Contexto actual del Invierte.pe y del BIM
2. Beneficios atribuibles a la adopción del BIM
3. Logros y limitaciones del Plan BIM Perú
4. Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM

A manera de conclusión

Referencias bibliográficas

¹ Ph.D. y M.S. en economía agrícola, consultor en temas BIM de la DGPMI. E-mail: edgarpebediaz@gmail.com.

² Magister en gestión y políticas públicas, director de la Dirección de Política y Estrategias de la Inversión Pública de la DGPMI del MEF. E-mail: ccabrera@mef.gob.pe.

³ Magister en administración y dirección de proyectos, director general de la DGPMI del MEF. E-mail: dleiva@mef.gob.pe.

Introducción

Hace dos años se publicó el Decreto Supremo N° 237-2019-EF⁴ que aprobaba el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, marcando el inicio formal de la adopción de la metodología colaborativa BIM en el Perú. Una de las medidas de política planteada en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad estaba relacionada con la adopción progresiva de la metodología BIM en la inversión pública del Perú. Así nace el denominado Plan BIM Perú impulsado por la DGPMI del MEF, que define la estrategia nacional para la implementación progresiva de la adopción del BIM en la gestión de la inversión pública hacia el año 2030 en todas las entidades públicas. Esta implementación progresiva se da a nivel de los procesos de las fases del ciclo de inversión desarrollados por las entidades y empresas públicas sujetas al Invierte.pe⁵, de manera articulada y concertada con el sector privado y la academia⁶. Así, el Estado peruano busca garantizar la ejecución adecuada de las inversiones públicas, mejorando su calidad y eficiencia durante el ciclo de inversión del Invierte.pe.

Para la implementación del Plan BIM Perú, la DGPMI cuenta con un equipo de expertos especializados que desarrolla diversos materiales de carácter técnico-legal y académico con recursos de un contrato de préstamo celebrado con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Asimismo, la DGPMI, a través de su Dirección de Política y Estrategias de la Inversión Pública (DPEIP), lidera la implementación del Plan BIM Perú, sentando las bases del marco técnico normativo requerido para la adopción del BIM en el sector público. Además, la DPEIP cuenta con la asistencia técnica del Gobierno del Reino Unido a través de un memorando de entendimiento.

Sin embargo, es importante señalar que en el Perú se perdieron alrededor de 6 mil millones de dólares por corrupción e inconducta funcional en el año fiscal 2019; es decir, el 15% del presupuesto público ejecutado en dicho año, principalmente el presupuesto destinado a inversión pública (Shack, Perez y Portugal, 2020). Además, la limitada conectividad e interoperabilidad de los sistemas administrativos y funcionales del Estado peruano ha quedado demostrada con la deficiente gestión de la emergencia sanitaria por la Covid-19. De allí que sea necesario generar mecanismos de seguimiento y control a la inversión pública y mejorar de manera significativa la calidad de la prestación de servicios públicos a los ciudadanos, con especial énfasis en la transparencia y la rendición de cuentas.

Es en este contexto que el estado peruano ha optado por la adopción de la metodología BIM (por sus siglas en inglés, Building Information Modeling) para la mejora de la gestión de la inversión pública. Esto con el fin de producir información valiosa para la toma de mejores decisiones que conduzcan al logro de proyectos de inversión exitosos en términos de alcance, tiempo, calidad y costos.

⁴ El D.S. N° 237-2019-EF que aprueba el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, de fecha 28 de julio de 2019, tiene nueve objetivos prioritarios (OP). Sólo con fines del alcance del presente estudio, se señala que el OP1 hace referencia a la dotación de infraestructura. Al respecto "... se definieron seis medidas de política orientadas a la generación de infraestructura para la provisión de servicios públicos, y a una mejor gestión. La primera medida se vincula a una mejor planificación y priorización de los proyectos de inversión con una Visión articulada de competitividad y productividad, la cual se ve plasmada en el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad. La segunda medida del OP1 tiene como objetivo la mejora de la gestión y reducción de costos a lo largo del ciclo de proyectos de inversión pública a través de la implementación de la metodología de Modelamiento de la Información para Construcción (Building Information Modeling BIM). Adicionalmente, el OP1 incluye un conjunto de medidas orientadas a la mejora de la contratación de obras públicas: PMO, Contratos Estándar para APP y Contratos NEC que rescatan las buenas prácticas y lecciones aprendidas de la implementación de proyectos de los Juegos Panamericanos 2019, así como medidas relacionadas al seguimiento y facilitación de la inversión".

⁵ Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe) cuyo ente rector es la DGPMI del MEF. Es uno de los doce sistemas administrativos del Estado peruano, que tiene como objetivo orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión para la efectiva prestación de servicios y la provisión de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país.

⁶ Asimismo, el detalle para la incorporación progresiva del BIM en la inversión pública se encuentra contenido en el Decreto Supremo N° 289-2019-EF (Disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública) y en el Decreto Supremo N° 108-2021-EF (Actualización e inclusión de conceptos de BIM y el Plan BIM Perú alineado con estándares internacionales).

1. Contexto actual del Invierte.pe y el BIM

En primer lugar, es importante contar con una visión panorámica del estado actual del avance del Invierte.pe en sus primeros cinco años a fin de contextualizar la adopción del BIM en la gestión de la inversión pública. La pregunta es ¿si el actual Invierte.pe estaría en condiciones de soportar la adopción del BIM en el corto, mediano y largo plazo? Es más, ¿la actual administración pública estaría en condiciones de adoptar y adaptar nuevas herramientas que faciliten la prestación de servicios a favor de los ciudadanos? Las respuestas a estas y otras interrogantes son materia de un estudio (Diagnóstico y Plan de Acción para la Implementación de la metodología BIM) que está en sus inicios y cuenta con financiamiento de la Corporación Andina de Fomento (CAF).

Sin embargo, se alcanzan algunas consideraciones preliminares:

- Los resultados de las elecciones generales 2021 obligan a repensar y poner en la agenda otra vez más la modernización del Estado y, por consiguiente, la de sus doce sistemas administrativos. No obstante que esta será tarea del nuevo gobierno, el actual gobierno puede sentar las bases, a través del MEF, para iniciar la actualización, la interoperabilidad, la mejora y la reingeniería de los sistemas administrativos a su cargo, en especial del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), bajo el marco de una nueva arquitectura digital del Estado peruano. Estaríamos hablando de un Invierte.pe reforzado, que incluye herramientas de gestión colaborativas como el BIM, VDC, entre otras.

- El Invierte.pe reforzado (o ideal) debe ser la herramienta de gestión de la inversión pública que pueda incluir las herramientas de gestión colaborativas, que en términos de su diseño y funcionalidad:

- Sea mejorado con la participación de sus propios clientes o usuarios (tomadores de decisiones, ejecutores, en especial por sus propios operadores).
- Apunte hacia la simplicidad de sus procesos y procedimientos.
- Sea bastante amigable.
- Tenga un formato que sea compatible con la nueva arquitectura digital del Estado peruano que le permita conectarse e interactuar en tiempo real, principalmente, con las nuevas versiones de los otros sistemas administrativos.
- Presente información completa de un proyecto o programa de inversión diseñado y ejecutado bajo la metodología BIM sobre la base del trabajo colaborativo multisectorial.
- En la fase de Programación Multianual, sincroniza la concepción y el nacimiento del proyecto con los sistemas administrativos del Estado peruano.

- En la fase de formulación y evaluación, presente información resumida del proyecto de inversión interconectada en tiempo real con el Aplicativo SIAF-SP (Sistema Integrado de Administración Financiera del Sector Público), así como intercambiar archivos con los diversos involucrados en la ejecución de proyectos piloto BIM.
- En la fase de ejecución, en especial comparta información sobre el expediente técnico o estudio equivalente relativa a las contrataciones y adquisiciones, al análisis de costos unitarios durante la ejecución presupuestaria, y al seguimiento y control por parte del Sistema Nacional de Control a cargo de la Contraloría General de la República del Perú (CGR).
- Defina indicadores de medición de la calidad del proyecto BIM en términos de tiempo, costos y riesgos bajo el enfoque, por ejemplo, del Project Management Institute (PMI®) u otro estándar similar. Asimismo, determine umbrales sobre la base de los montos de inversión de cada proyecto para determinar la aplicación de la metodología BIM.
- En la fase de funcionamiento, o mejor dicho en la operación y mantenimiento, constate si el proyecto BIM brinda el servicio para el cual fue ejecutado y determine la calidad de la prestación del servicio. donde el proyecto o programa de inversión sirvió de insumo o producto intermedio. Esta tarea puede ser hecha a través de una unidad de cumplimiento (delivery unit) que contaría con un conjunto de indicadores de medición de resultados, así como con algunos estándares de medición de calidad (tipo NTP-ISO u otros).
- Sea de acceso desde cualquier dispositivo que tenga acceso a Internet. Toda la información del proyecto BIM debe estar acompañada de fotos y/o videos de actualización periódica, así como debe permitir interactuar con los técnicos del Invierte.pe en los tres niveles de gobierno, y con la población beneficiaria ya sea por chat o whatsapp, correo electrónico o llamada telefónica (a través de los call centers de las oficinas desconcentradas del MEF denominadas CONECTAMEF).
- Esté diseñado para que sus bases de datos estén en la nube.

- En conclusión, la adopción del BIM debe ir de la mano con una actualización, mejora y reingeniería de la administración pública, en especial, del Invierte.pe. Este proceso al ser gradual y progresivo, tomará tiempo, incluso más allá de los próximos cinco años de mandato del nuevo gobierno.

2. Beneficios atribuibles a la adopción del BIM

El BIM es “una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de información, creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, la formulación y evaluación, el diseño, la construcción y la operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable de información para la toma de decisiones.”⁸

Asimismo, los beneficios atribuibles a la adopción del BIM que han sido identificados son los siguientes:

- **Eficiencia**
 - Reduce costos y plazos durante el desarrollo de las inversiones, así como en una utilización racional de recursos públicos destinados a su operación y mantenimiento.
 - Genera ahorros en el uso de los recursos públicos a lo largo del Ciclo de Inversión del Invierte.pe, dado que mejora la gestión de la información.
- **Transparencia**
 - Permite adoptar procesos consistentes para crear, compartir y gestionar la información de la inversión.
- **Rendimiento de los activos**
 - Permite incorporar en el diseño la información del fabricante para optimizar el uso de materiales o simular diferentes condiciones para mejorar el rendimiento de los activos durante la fase de funcionamiento de la inversión.

Otros beneficios atribuibles al BIM, pueden ser la transformación digital de la administración pública, la integración de procesos de los sistemas administrativos del Estado peruano, la mejora en la comunicación con la ciudadanía en términos de transparencia y rendición de cuentas, la mejora en el diseño para fabricación y ensamblaje, la eficiencia en la supervisión del avance físico-financiero de obra y las externalidades positivas sobre el medio ambiente.

3. Logros y limitaciones del Plan BIM Perú

Los principales logros y avances en el desarrollo del Plan BIM Perú durante el periodo 2019-2021 han sido los siguientes, de acuerdo al Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM⁹:

2019-2020

- Aprobación de las disposiciones para la adopción progresiva de BIM en la Inversión Pública (Decreto Supremo N° 289-2019-EF).
- Publicación de la primera versión del Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú

2021

- Publicación de los estándares y requerimientos BIM elaborados por el Plan BIM Perú (Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM, Nota Técnica de Introducción al BIM y la Guía Nacional BIM, así como de las directivas con los lineamientos para la adopción del BIM a nivel organizacional y para la selección, desarrollo y acompañamiento de proyectos piloto utilizando BIM).
- Inicio del desarrollo de proyectos piloto aplicando BIM.
- Inicio de la estrategia de formación de capital humano para el uso de BIM.

Para el periodo 2022-2030, la DGPMI espera alcanzar los siguientes logros:

2022-2025

- Aplicación de BIM en las inversiones públicas en tipologías seleccionadas del gobierno nacional y gobiernos regionales.
- Aprobación de un marco regulatorio para la aplicación de BIM y su articulación con los sistemas administrativos del Estado peruano.
- Publicación de la primera versión de la plataforma tecnológica habilitante BIM en sectores priorizados.

2030

- Uso de la plataforma tecnológica habilitante BIM por todo el sector público.
- Uso obligatorio y normado de BIM en las inversiones del sector público.

Asimismo, es necesario señalar que la adopción del BIM debe ir de la mano con la eventual adopción de Normas Técnicas Peruanas (NTP) provenientes de la ISO¹⁰, además de estándares o buenas prácticas tipo PMBOK®, PRINCE II, métodos ágiles, PMO, así como mejoras en los procesos de contrataciones y adquisiciones con contratos NEC, fast track, entre otros.

⁹ Resolución Directoral N° 002-2021-EF/63.01.

¹⁰ NTP-ISO 19650-1:2021. 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 1: Conceptos y principios. 1° Edición. NTP-ISO 19650-2:2021. 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 2: Fase de ejecución de los activos. 1° Edición. NTP-ISO 21500:2014. Directrices para la dirección y gestión de proyectos. Revisada en 2019. NTP-ISO 37001:2017. Sistemas de gestión antisoborno. Requisitos con orientación para su uso. 1° Edición. NTP-ISO 37301:2021 Sistemas de gestión del compliance. Requisitos con orientación para su uso. 1° Edición. Reemplaza a la NTP-ISO 19600:2017.

4. Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM

La adopción progresiva del Plan BIM implica un nuevo desafío para la gestión pública peruana; al respecto, la DGPMI considera que es vital el inicio de la estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM en el sector público. En tal sentido, es preciso señalar que la DGPMI está desarrollando el Proyecto “Mejoramiento de la Gestión de la Inversión Pública” con recursos del BID que tiene un componente relacionado con la elaboración de la Malla Curricular BIM a cargo de la Universidad de Lima.

A la fecha la Universidad de Lima, ha cumplido con hacer entrega de los productos del servicio de diseño y evaluación de una malla curricular sobre la metodología BIM en instituciones de educación superior, entre ellos:

- Diseño de la malla curricular.
- Estrategia de implementación de la malla curricular que incluya la estrategia de difusión a las instituciones educativas.
- Monitoreo de los resultados de la implementación de la malla curricular.

Considerando que existe una estrecha relación entre el Plan de estudios, la Malla Curricular y el Perfil del egresado, estos tres elementos configurarían una propuesta denominada “Franquicia BIM” para el desarrollo de capacidades en el uso de la metodología BIM en la inversión pública a nivel nacional. La “Franquicia BIM” se traduciría en un convenio o contrato que el franquiciador o franquiciante celebrada con el franquiciado o franquiciatario (la entidad de educación superior técnica, de educación superior universitaria a nivel de pre-grado y de educación superior universitaria a nivel de posgrado, en virtud del cual el franquiciador autoriza al franquiciado el desarrollo de un programa de especialización, diplomado o curso, siguiendo los contenidos mínimos estándar de la “Franquicia BIM” durante el periodo de vigencia del convenio o contrato. Durante dicho periodo el franquiciado recibe apoyo, asesoría y acompañamiento del franquiciador que realiza seguimiento y evaluación constantes del desempeño y de los resultados obtenidos por el franquiciado, con fines de renovación de la “Franquicia BIM” o acreditación como entidad proveedora de servicios educativos de capacitación BIM.

Ante la eventual resistencia de los funcionarios y servidores públicos para la adopción del BIM debido a problemas principalmente intergeneracionales y técnicos (conocimiento nuevo y muy especializado en ingenieros civiles o informáticos o arquitectos), la DGPMI considera desarrollar una estrategia de capacitación en el corto plazo basada en incentivos monetarios y no monetarios por niveles (básico, intermedio y avanzado) y por los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local). De allí que, el concepto “Franquicia BIM” debe ir de la mano con una estrategia de incentivos monetarios, en especial a través de becas parciales e integrales. Asimismo, dicha estrategia debe contemplar becas para estudios en el país y/o en el extranjero para aquellos docentes (capacitando a los capacitadores) y estudiantes que califiquen para tal fin.

A manera de conclusión

Aquí señalamos los principales temas de agenda 2021-2022 de la DGPMI en relación con el desarrollo del Plan BIM Perú.

- Evaluación de desempeño del Invierte.pe en sus primeros cinco años con el fin de reforzar sus logros y hacer los correctivos del caso, con participación de los principales involucrados en la inversión pública.
- Liderazgo en la propuesta de una nueva arquitectura digital para el Estado peruano.
- Adopción de estándares o buenas prácticas de dirección de proyectos tales como el PMBOK® del PMI®, así como de Normas Técnicas Peruanas (NTP) provenientes de la ISO.
- Inclusión de nuevas herramientas en la estrategia de formación de capital humano en BIM en el sector público. Es de especial interés el uso de la gamificación, BIM Game del Proyecto Erasmus de la Unión Europea, entre otros.

Sólo así la metodología BIM contribuirá a obtener valor de la información en la gestión de la inversión pública.

Referencias bibliográficas

Shack, N., Pérez, J., & Portugal, L., (2020). Cálculo del tamaño de la corrupción y la inconducta funcional en el Perú: Una aproximación exploratoria. Documento de Política en Control Gubernamental. Contraloría General de la República. Lima, Perú. Disponible en: https://doc.contraloria.gob.pe/estudios-especiales/documento_trabajo/2020/Calculo_de_la_Corrupcion_en_el_Peru.pdf

“PPM GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN UTILIZANDO METODOLOGÍA BIM Y VDC VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION (CONSTRUCCIÓN VIRTUALIZADA)”

Planificación, gestión de la producción y gestión de proyectos mediante BIM y Virtual Design and Construction

Autor: Daniel Molina
 Empresa: Fourdplan
 Institución: Universidad de la Americas

RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de este documento denominado “Planificación, gestión de la producción y gestión de proyectos mediante BIM y Virtual Design and Construction” es mostrar, aclarar e introducir a temas sobre BIM Building Information Modeling, PPM Product Production

Management y VDC Virtual Design & Construction BIM y su alcance en lo concerniente a la planificación, gestión de la producción y gestión de proyectos mediante sus usos teóricos y prácticos.

La siguiente presentación está dirigida para ser presentada en el congreso internacional BIM Forum Chile 2021.

CONTENIDO

2. Resumen ejecutivo
3. Objetivo
4. Alcances y aplicación
5. Definiciones
6. Metodología BIM
7. Desarrollo de VDC (virtual design and construction)
8. Gestion de la produccion
9. sesiones ice (Integrated Concurrent Engeniering)
10. Desarrollo de CWP (Zonificacion)
11. Desarrollo de simulación y planificación 4D
12. Análisis de constructibilidad
13. Metrics

3. OBJETIVO

El objetivo de este documento es mostrar e indicar casos de usos relacionado e la gestión de la producción utilizando la metodología de gestión de la producción y BIM como base para ser utilizado en el framework de trabajo de Construcción virtualizada VDC (Virtual Design and Construction), con esto se pretende obtener:

Potenciar el uso de la metodología PPM Product Production Management (Gestion de la producción) para obras de construcción. la coordinación y comunicación entre todas las disciplinas que participan en el proyecto mediante la metodología y herramientas BIM (Building Information Modeling) y VDC (Virtual Design Construction) en conjunto con entornos tecnológicos con el propósito de establecer relaciones colaborativas.

Integrar los procesos y a los actores claves de la organización en cada etapa del proyecto de diseño, asegurando una toma de decisiones efectivas y oportuna, para alcanzar los objetivos del proyecto.

Promover e incentivar un ambiente que permita el desarrollo óptimo del diseño del proyecto. Capturar de forma temprana las desviaciones e interferencias que puedan impactar en la construcción.

Determinar las pasadas entre disciplinas con el objetivo de solucionarlas de forma temprana mediante la correcta coordinación entre disciplinas.

4. ALCANCES Y APLICACIÓN

Este documento presenta todos los aspectos relacionado a los alcances que serán presentados en el congreso internacional BIM Forum Chile 2021 tocando temas relevantes relacionados a VDC, PPM y BIM en sus casos de teóricos y prácticos.

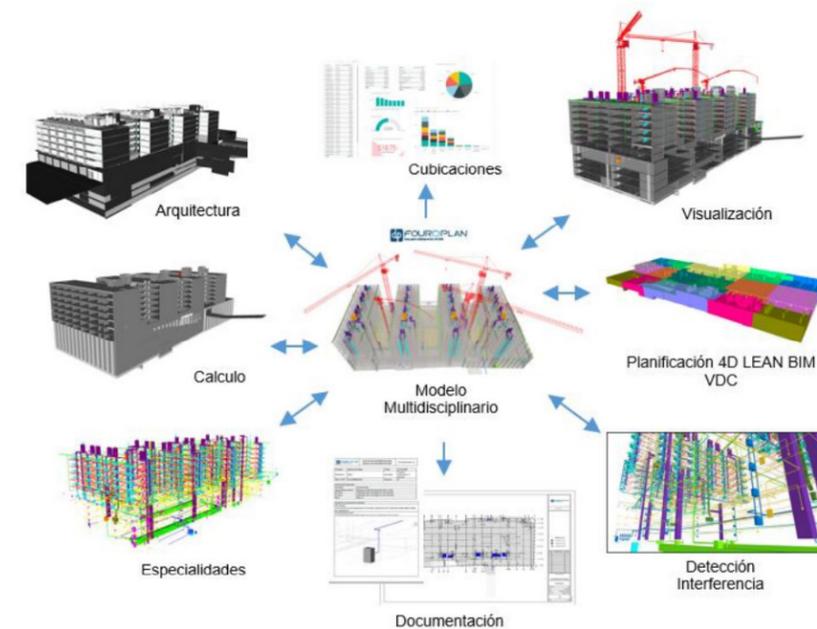
5. DEFINICIONES

Nomenclatura	Nombre	Descripción
PEB	Plan de Ejecución BIM	Es un documento acordado que resume los usos de BIM acordados en un proyecto, a través de todo su ciclo de vida.
BIM	Building Information Modelling	El proceso de acciones colaborativas conjuntas del equipo del proyecto sustentadas en tecnologías cuya base son los modelos 3D inteligentes.
LOD	Nivel de Desarrollo	Es la combinación del Nivel de Detalle y el Nivel de Información, se trata entonces de aspectos gráficos como de datos.
Uso BIM		Un Uso BIM es definido como un método de aplicar BIM durante el ciclo de vida de un activo para cumplir con uno o más objetivos específicos (Uses of BIM – Penn State 2013). Ej.: Monitoreo, Simulación y Prescribir.
IPD	Integrate Project Deliberly	Es el trabajo colaborativo que integra, personas, sistemas y mejores prácticas, que durante en el proceso de colaboración reducen los desperdicios y optimizan la eficiencia durante todas las fases del diseño, fabricación y construcción.
VDC	Virtual Design and Construction	Propicia una plataforma de colaboración con vistas a la mejora continua del proyecto con los aportes inclusive de los mismos usuarios finales, que sin ser especialistas pueden con la ayuda del modelo hacer grandes aportes al producto final.
Modelo		Ej.: Modelo 3D, modelo 4D, modelo de ingeniería de sistemas, modelo de información, modelo funcional, etc. Usados de múltiples maneras: 1) Una representación digital orientada a objetos de una parte de las características físicas y/o funcionales del proyecto. 2) Una representación simplificada de un sistema o fenómeno, para describir el sistema o explicar el fenómeno.
Modelador BIM		Es el responsable de desarrollar los modelos BIM de las diferentes especialidades, bajo los lineamientos establecidos en el plan de ejecución BIM.
Coordinador BIM		Es el responsable de desarrollar, dar seguimiento y controlar el plan de ejecución BIM, asegurando la calidad y el cumplimiento de los objetivos propuestos.
BIM Manager		Es el responsable de gestionar adecuadamente la implementación VDC/BIM en el proyecto, liderando el desarrollo de los planos de ejecución BIM, alineados a los colaboradores con la metodología de trabajo y coordinando los requerimientos del cliente y del proyecto.
AWP	Advance Work Package	Permite ajustar la ingeniería, las compras y la construcción, y mejora el rendimiento general del proyecto al llenar el vacío entre lo que crea el diseño y lo que necesita la ejecución de la obra. Consiga mayor visibilidad sobre los detalles del proyecto al complementar los modelos de

6. METODOLOGIA BIM

En el acápite “Metodología BIM” se refiere al proceso de acciones colaborativas conjuntas del equipo del proyecto sustentadas en tecnologías cuya base son los modelos 3D inteligentes.

A continuación, se presenta el desarrollo BIM que será presentado en el congreso:

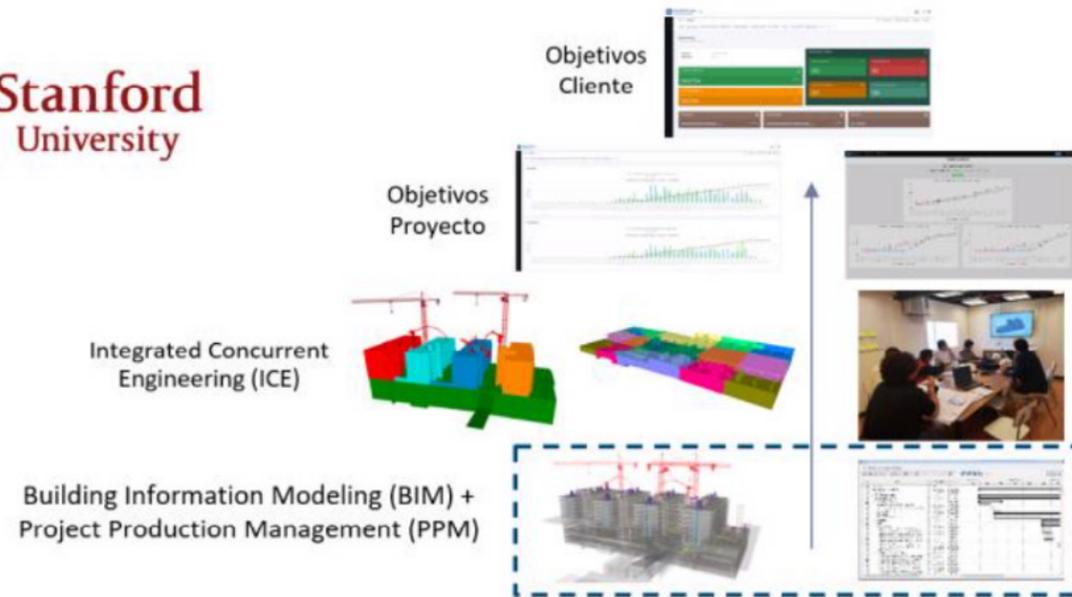


7. DESARROLLO DE VDC (VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION)

En el acápite “Desarrollo de VDC” se refiere a establecer y definir los objetivos correspondiente a las actividades de coordinación donde se definen los objetivos del proyecto mediante reuniones multidisciplinarias periódicas concurrentes (ICE Integrated Concurrent Engineering) donde se integra la planificación, procesos y métricas mediante la utilización del modelo BIM gestionado como eje central,

lo que permite visualizar la gestión de los recursos humanos, control y seguimiento durante el desarrollo de la obra con el propósito de mantener la comunicación, revisión y control del avance y estado de la obra (Last planer) permitiendo tomar mejores decisiones y mantener una estrategia en la ejecución del proyecto (IPD Integrated Project Delivery) todo esto enmarcado en la filosofía Lean Construction.

A continuación, se presenta el framework de trabajo de VDC que será presentado en el congreso:



8. GESTION DE LA PRODUCCION

En el acápite "gestión de la producción PPM" se refiere al desarrollo del Production production Management que están asociando a los requisitos de construcción, como un proceso estandarizado

para anticipar y mitigar problemas de coordinación en la etapa de abastecimiento, logística y construcción.

A continuación, se presenta el caso de uso práctico que será presentado en el congreso:



9. SESIONES ICE (INTEGRATED CONCURRENT ENGENIERING)

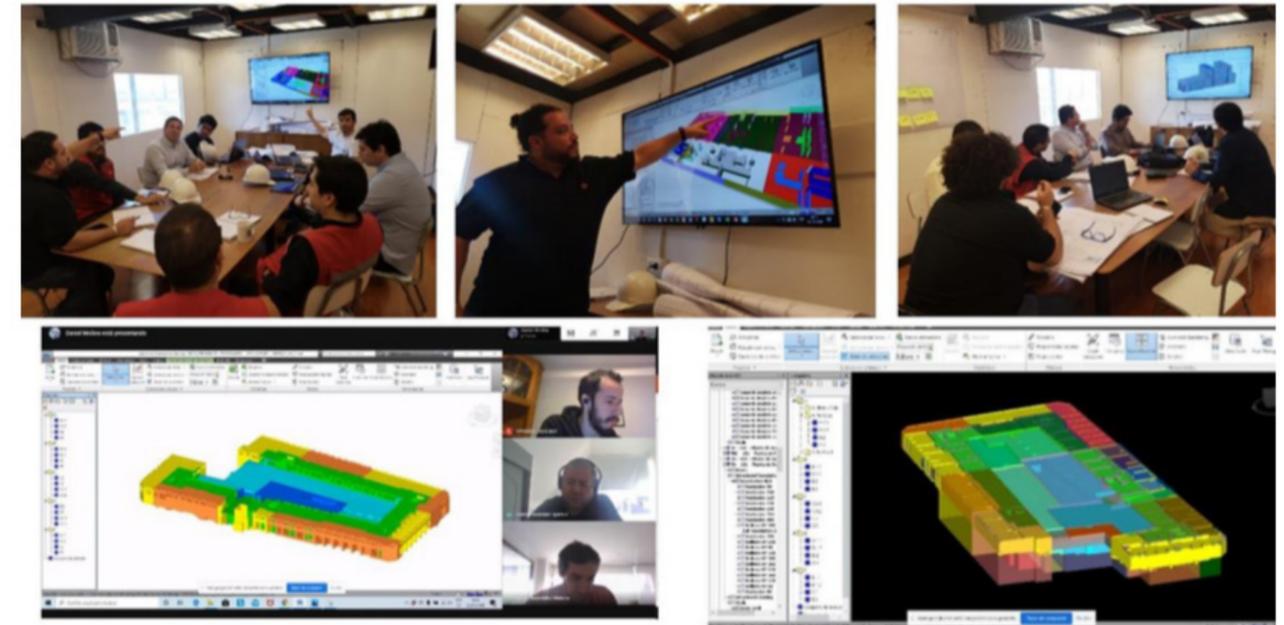
En el acápite "Sesiones ICE del Plan" se refiere a establecer y definir como se realizarán las reuniones de revisión del modelo BIM.

A continuación, se define algunos puntos que se deben considerar en estos puntos:

- Las sesiones ICE de revisión de Diseño 3D, son reuniones multidisciplinarias la que se reúnen diseñadores claves, Jefes de Disciplinas, Responsables de la Constructibilidad, Gerente de

Ingeniería y Cliente. Existen tres modalidades de sesiones de revisiones de diseño 3D, las Informales, Formales Internas y Formales con Cliente interno o externo. Las sesiones de revisión Informales pueden ser celebradas para revisar o resolver un tema particular que involucre directamente una disciplina o algunas de ellas. El objetivo es resolver materias comprometidas en sesiones anteriores, chequear progreso, resolver interferencias, preparar o discutir una solución de diseño.

A continuación, se presenta el caso de uso práctico donde se realizaron las reuniones de ingeniería concurrente que será presentado en el congreso:

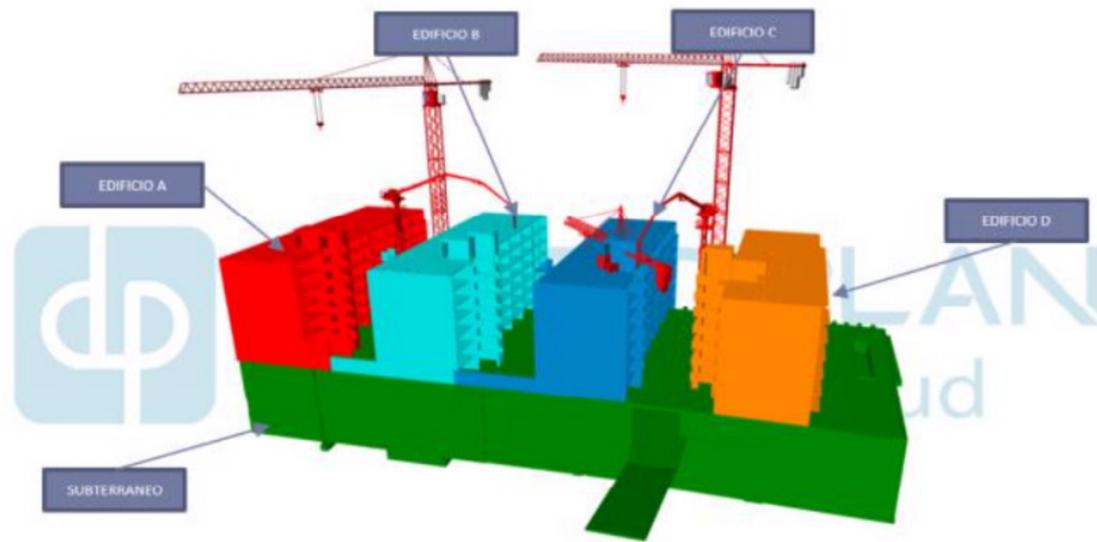


10. DESARROLLO DE CWP (ZONIFICACION)

En el acápite “Desarrollo CWP del Plan de Ejecución PEB” se refiere al desarrollo de CWP Construcción work Package mediante el modelo BIM está asociando a los requisitos de construcción, como un proceso estandarizado para anticipar y mitigar problemas de coordinación en la etapa de abastecimiento, logística y construcción.

Para esto es necesario integrar datos desde abastecimiento (gestión de materiales), procesos logísticos, planificación de la construcción unidos a los modelos BIM.

A continuación, se presenta el caso de uso práctico que será presentado en el congreso:

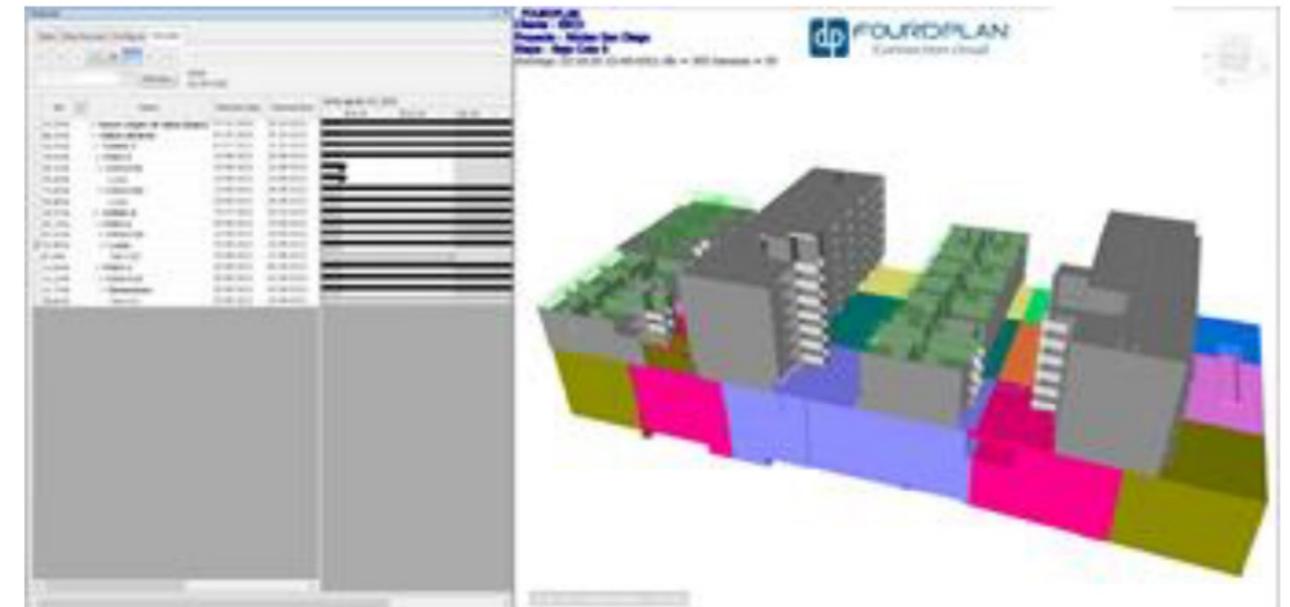


11. DESARROLLO DE SIMULACIÓN Y PLANIFICACIÓN 4D

En el acápite “Desarrollo de simulación y planificación 4D” se refiere a la simulación corresponde a la validación de la planificación de las

actividades determinadas en la construcción asociado al programa de construcción con el propósito de simular la secuencia constructiva.

A continuación, se presenta el caso de uso práctico que será presentado en el congreso:



12. ANÁLISIS DE CONSTRUCTIBILIDAD (UNIÓN DE PROGRAMAS DE FABRICACIÓN, PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y MODELOS 3D BIM)

En el acápite “Análisis de constructibilidad” se refiere a la integración de la simulación 4D donde se debe realizar un análisis de la constructibilidad propuesta a través del programa de construcción con el propósito de optimizar la ruta crítica mediante la eliminación de las actividades que no agregan valor (Lean Construction)

13. METRICAS

En el acápite “Métricas” se refiere a la explicación de cómo se obtendrán las métricas que sirven para la gestión de proyectos. A continuación, se presenta el caso de uso práctico que será presentado en el congreso:



LAS 3 CLAVES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE PROYECTOS BIM

Autor: Rafael González del castillo Sancho

RESUMEN EJECUTIVO

Las 3 claves para mejorar la gestión de proyectos BIM son:

- 1 – ORGANIZACIÓN: Qué puntos son los más conflictivos a la hora de gestionar proyectos BIM
- 2 – NUEVAS TECNOLOGÍAS: Saber cuáles existen y cuales son rentables para los proyectos.
- 3 – OPINIÓN DE EXPERTOS: Conocer el resultado de la opinión de más de 50 expertos BIM

Toda persona que trabaje en BIM, debería aprender a gestionar proyectos BIM optimizadamente, llegando a realizar proyectos eficientes desde el principio con una buena base sólida para evitar errores y cambios innecesarios. Si tenemos en cuenta las 3 claves estaremos respaldados para realizar proyectos BIM con gran éxito.

En estas 3 claves trataremos estos puntos:

- Tener el proyecto más organizado
- Conocer las nuevas tecnologías aplicadas a BIM
- Saber qué es lo importante en un BEP
- Conocer qué softwares BIM son idóneos
- Establecer estándares y protocolos
- Tener una base sólida para empezar un nuevo proyecto
- Criterios de calidad de las mejores empresas del sector de la construcción de habla hispana.

CONTENIDO

- Introducción
- Mi caso real
- Gestión optimizada
- Clave 1
- Clave 2
- Clave 3

3 CLAVES PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE TUS PROYECTOS BIM

Cómo mejorar mejora tus proyectos BIM para terminarlos antes y mejor

Presentación:

Rafael González del Castillo Sancho
DIRECTOR DE EDITECA
DIRECTOR DE LA NEOTECA – Estudio de Arquitectura
Arquitecto. M.Arch Universidad Politécnica de Madrid
Máster BIM por Autodesk
Máster MBA por Cerem Business School

“Llevo muchos años en BIM, he formado a más de 8.000 personas con mis cursos online de REVIT y BIM. También he trabajado mano a mano con muchas empresas del sector, entendiendo lo que necesitan y ofreciéndoles formación, consultoría o directamente perfiles para sus empresas.”

TODOS EMPEZAMOS IGUAL:

Empecé con REVIT como muchos y luego poco a poco empezamos a meter en el modelo los costos, el tiempo, la planificación y también a aplicar otras disciplinas a REVIT. Después tuvimos que superar el llevar REVIT a una dimensión mayor que la tercera.

Antes sólo hacíamos REVIT en modelado 3D, ahora ya realizamos Presupuestos, Programación, Planificación, Estándares, BEP, Libros de Estilo, Plantillas, Nomenclaturas...

Esto es un camino que muchas empresas han seguido y es normal. Por tanto, tenemos una preocupación latente.

Realmente empecé con proyectos en CAD. Era un mercado más difícil. ¿Fue un FRACASO? No, pero existía mayor competencia. Luego ya empecé a ofrecer los proyectos hechos en BIM y encontré mi nicho de mercado. Lo que me dio una gran proyección.

¿Cómo hice el cambio de CAD a BIM?

- 1 Formación en Máster BIM
- 2 Formación posterior en temas puntuales: Programación BIM Gestión BIM Realidad Virtual (un poco)

“La transición completa a BIM, me ha llevado a saber qué es lo más importante gracias a trabajar junto a profesionales expertos y docentes en BIM.”

La misión que empieza en esta charla del BIM Forum Chile es que toda persona que trabaje en BIM, aprenda a gestionar proyectos BIM optimizadamente como los mejores expertos en BIM de habla hispana.

“Creo que toda persona que trabaje en BIM debería hacer proyectos optimizados y eficientes, por eso me he reunido a los mejores profesionales que nos han contado cómo hacerlo.”

¿A dónde vas a llegar si decides mejorar tus proyectos desde hoy? Llegarás a poder hacer proyectos optimizados desde el principio con una buena base sólida para evitar errores y cambios innecesarios (tan habituales en el sector).

Hoy vas a aprender a saber en qué aspectos puedes mejorar tus proyectos BIM y 3 puntos para empezar desde ya:

- 1 – Qué puntos son los más conflictivos a la hora de gestionar proyectos BIM
- 2 – Qué nuevas tecnologías aplicables a BIM hay.
- 3 – Conoce lo que opinan los mejores expertos BIM. También vas a conocer tu nivel de BIM y a dónde puedes llegar.

MI CASO REAL

Con un PROYECTO BIM tuvimos un problema: El cliente no sabía bien qué uso le iba a dar a su proyecto BIM. Quería su modelo para construir Arquitectura / Estructuras / Instalaciones y eso se llevó a buen término, sin embargo, quería una aplicación para dicho modelo. Fracaso: No entender las necesidades del cliente al no tener a nadie del equipo que supiera programar o hacer APSS

Problema interno: No tener unas plantillas adecuadas a este tipo de proyectos de Facility Management y así poder aplicarlas a esa aplicación.

¿Qué me hubiera gustado tener? La guía de usos BIM para propietarios para explicar al cliente qué querría hacer con su modelo BIM

Internamente: Haber pensado primero, antes de ponernos a modelar y saber el LOD de cada elemento que se iba a utilizar

VICTORIA COMPLETA POSTERIOR PROYECTO DEL LABORATORIO

El cliente sabía lo que quería, sobre todo porque la empresa ya sabía BIM. Trabajamos bajo un LOD predefinido. Creamos un Libro de Estilo. Usamos parámetros fijos desde el principio y por último cumplimos el uso designado.

LA GESTIÓN OPTIMIZADA

Las 3 Claves:

ORGANIZACIÓN

NUEVAS TECNOLOGÍAS

OPINIÓN DE EXPERTOS

¿Qué podemos mejorar en la gestión BIM para evitar errores?

Definir muy bien los USOS BIM de mi modelo

Asignar roles BIM a los profesionales del proyecto

Ajustar al LOD definido en mi BEP

Tener un documento resumen del BEP (no vinculante)

Crear unos estándares para cada tipo del proyecto

“Estos aspectos los puedes poner en práctica desde ya mismo antes de empezar otro proyecto”

CLAVE 1:

¿Cómo conseguir organizar mis proyectos consiguiendo además una organización eficiente?

Tipologías

Arquitectura / Estructuras / Instalaciones

Vínculos /Subproyectos /Archivos Centrales

Pensar antes de trabajar

Niveles Asignarlos a un archivo o a una disciplina

CDE. Elegirlo bien y volcar. Digitalización

Bibliotecas: Persona encargada, ubicación, idiomas

La clave de la organización es definir cómo vamos a trabajar y cómo vamos a entregar el proyecto, teniendo en cuenta que debemos dividir los archivos, saber dónde debemos guardar la documentación y quién tiene acceso a ella con qué permisos. También debemos elegir la forma de comunicación, tanto interna como externa. Todo esto es factible si hacemos un mapa de procesos.

CLAVE 2:

¿Cómo conseguir aplicar Nuevas Tecnologías sin ser un experto digital?

La respuesta es sencilla: Viendo qué están haciendo el resto, investigando, innovando. ¿Y si no dispongo de tiempo? Pues atendiendo a las nuevas tecnologías que ya están más avanzadas y tienen soluciones estándares. Estas serían:

RENDERS / REALIDAD VIRTUAL (AUMENTADA, EXTENDIDA Y MIXTA)

PROGRAMACIÓN BIM

Estas nuevas tecnologías están muy asentadas en el mercado de la construcción y son muy rentables en los proyectos.

Sin embargo, si queremos ir un paso más allá podríamos hablar de: Blockchain – Internet of Things – Inteligencia Artificial – Big Data – Machine Learning – Smart Cities/ Buildings – Digital Twins – Industrialización

Un EXPERTO en BIM debe conocer mínimamente todas las disciplinas y posibilidades de BIM, también debe conocer las tecnologías existentes, pero no debe ser un experto en ellas, aunque debe conocer la rentabilidad de cada una de ellas.

La clave de las nuevas tecnologías es conocer qué son dichas tecnologías y saber cómo las puedo aplicar a nuestros proyectos. Actualmente las más rentables porque están más difundidas serían los renders, la realidad virtual y la programación BIM. No hace falta aprender a realizarlas, pero sí conocer de qué tratan para formar a un trabajador o externalizarlas.

CLAVE 3

¿Cómo conseguir ser un experto sin moverte de tu oficina?

Conociendo lo que opinan el resto de los profesionales. Asistiendo a este evento de BIM Forum Chile o a otros similares. Creando uniones de empresas para compartir conocimientos, porque juntos, crecemos. Sin embargo, vamos a resumir lo que opinan muchos expertos que he entrevistado:

Durante el 2020 me he dedicado a reunirme con los mejores profesionales de habla hispana con los que tenía contacto y les hice muchas preguntas, a continuación, les presento el resultado:

1 Saber qué uso BIM quiere el cliente y cómo llegar a él.

2 Elegir un software BIM que sea afín a mi tipología del proyecto.

3 Dedicar tiempo a pensar y a organizar, antes de enfrentarte a un proyecto.

4 Un proyecto optimizado será el que tenga unos requisitos bien definidos.

5 Los modelos son bases de datos. La información debe ser encontrada fácilmente.

6 Interactúa con todos los agentes del proyecto desde el principio.

7 El Manual BIM, la Codificación y Nomenclaturas son documentos vivos en constante actualización.

8 Digitalízate. Pásate a la nube.

LA PROVINCIA DE SAN JUAN ARGENTINA PIONERA EN LA INCORPORACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN LA OBRA PÚBLICA.

Autor: Lic. Adriana Gómez; Mg. Arq. Ana Licia Sánchez; Esp. Arq. María Gema Peluc

RESUMEN EJECUTIVO

Desde el año 2019 el Ministerio de Obras y Servicios Públicos, bajo la supervisión de la Secretaría de Coordinación de la Obra Pública le dio entidad al Área BIM San Juan, conformado por asesores especializados en la metodología BIM. En este marco y luego de un proceso de relevamiento y diagnóstico, se generó un Plan de Acción para la Implementación BIM en el MOSP teniendo en cuenta 4 Pilares-estrategias-personas-procesos y tecnología-, a través de la gestión

de un cambio cultural progresivo, con lo cual se pudo avanzar y lograr diferentes hitos en la evolución de la madurez BIM. Hasta el momento se han capacitado más de 70 personas, se han desarrollado proyectos pilotos en tres direcciones y actualmente se llevó a cabo la primera Licitación Pública con documentación BIM. Esto posicionó al MOSP como un Ministerio pionero en la implementación BIM en el ámbito público y en el desarrollo de Proyectos Pilotos bajo Metodología BIM en Argentina.

CONTENIDO

1. CONTEXTO OBRA PÚBLICA DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN
2. INICIOS-DECISIÓN DE IMPLEMENTAR BIM EN EL MOSP
 - 2.1. HITO 1: enero de 2019 se decide implementar BIM
 - 2.2. HITO 2: marzo 2019 – Se pensó en un Plan de Acción.
 - 2.3. HITO 3: enero 2020, Desarrollo de 3 Proyectos Pilotos con Tutorías de SIBIM
 - 2.4. HITO 4: noviembre 2020 - Inició Implementación BIM en infraestructura de redes – Talleres BID
 - 2.5. HITO 5: abril 2021- Pliego Licitatorio BIM – ENI 59 - DIE
3. PRINCIPALES ESFUERZOS REALIZADOS - PASOS A SEGUIR

1. CONTEXTO OBRA PÚBLICA DE LA PROVINCIA DE SAN JUAN

San Juan es una provincia ubicada al noroeste de la Argentina, agroindustrial y minera. Luego del terremoto de 1944 que destruyó prácticamente toda la ciudad, comenzó un proceso de reconstrucción en donde la obra pública sanjuanina fue tomando una importancia sostenida a lo largo de estos años.

En los últimos 4 años de gestión 2015/2019, en la Obra pública sanjuanina se crearon 10.000 obras en diferentes ámbitos, salud, educación, saneamiento, seguridad, producción, energía, ambiente, turismo, deporte, minería y ciencia. En esa gestión ha sido la provincia que mayor porcentaje de presupuesto destinó a la obra pública.

Cómo Ministerio de Obras y Servicios Públicos de San Juan tenemos en ejecución aproximadamente 4000 viviendas por año, construimos 60 escuelas, remodelamos 500 edificios, entre ellos centros de salud, escuelas y estamos trabajando en 5 grandes hospitales y dotando a la provincia de Infraestructura deportiva, de carácter internacional.

OBSERVATORIO DE OBRAS



CONOCE LAS OBRAS DESTACADAS

Buscador



2925. AMPLIACIÓN, REFUNCIONALIZACIÓN Y REFACCIÓN DE LA ENI N° 35 ESTRELLA DE LOS ANDES



2855. CONSTRUCCION DE VELODROMO CUBIERTO DE SAN JUAN



2933. INTERVENCIÓN DEL TEMPLO ARQUIDIOCESANO SAN JOSÉ DE JÁCHAL



2899. TERMINACIÓN MUSEO DE CIENCIAS NATURALES



2849. NUEVO HOSPITAL SANTA ROSA



2953. OBRAS BÁSICAS Y PAVIMENTACIÓN RUTA PROVINCIAL N°54 (CAMINO A MATAGUSANOS)



2952. PAVIMENTACIÓN CIRCUITO FIORITO (PRIMERA ETAPA)



2959. CONSTRUCCION PUENTE SOBRE EL RIO BLANCO



2893. BARRIO STOTAC - 385 VIVIENDAS - DPTO. RAWSON



2614. BARRIO CRUCE DE LOS ANDES - SECTOR 3 - 130 VIVIENDAS



3043. AMPLIACIÓN, REFACCIÓN Y REFUNCIONALIZACIÓN DE LA ESCUELA 12 DE OCTUBRE



2962. Ramal de Alta Presión y PRF. en Villa Don Bosco

Imagen 1: Fotos de algunas de las obras realizadas por el MOSP en su última gestión.
Fuente: <http://sii.sanjuan.gov.ar/SIGOP/DESA/OBRAS/demo-home.html>

La Obra Pública sanjuanina es un motor para el área de la construcción, por ende se decidió IMPLEMENTAR esta metodología y sacar provecho de los BENEFICIOS de BIM, entre ellos podemos nombrar:

- Contar con un MODELO 3D INFORMACIÓN en todo el proceso de vida del proyecto
- Mejorar la COORDINACIÓN
- Mejorar la COMUNICACIÓN entre todos los actores
- La REDUCCIÓN DE TIEMPOS Y COSTOS
- La REDUCCIÓN DE IMPREVISTOS EN OBRA
- La DISMINUCIÓN DE ADICIONALES

2. INICIOS-DECISIÓN DE IMPLEMENTAR BIM EN EL MOSP

Desde el año 2019 el Ministerio bajo la supervisión de la Secretaría de Coordinación de la Obra Pública le dio entidad al Área BIM San Juan, conformado por asesores especializados en la metodología BIM: BIM Manager Esp. Arq. Ana Licia Sánchez, Esp. Arq. Gema Peluc y BIM Manager Ing. Franco Tello.

En el proceso de implementación BIM, se tuvieron en cuenta 4 ejes o pilares: ESTRATEGIAS, PERSONAS, PROCESOS Y TECNOLOGÍAS, entendiendo que la implementación BIM no es solo manejar un SOFTWARE de modelado, sino que es más complejo aún.

El avance de la Implementación BIM en el Ministerio comprendió diferentes hitos de relevancia como:

- HITO 1 - ENERO 2019 - DECISIÓN DE IMPLEMENTAR BIM en MINISTERIO
- HITO 2 - MARZO 2019 - PENSAR EN UN PLAN DE ACCIÓN
- HITO 3 - ENERO 2020 - 3 PROYECTO PILOTOS CON TUTORÍAS DE SIBIM
- HITO 4 - NOVIEMBRE 2020 - TALLERES BID - INFRAESTRUCTURA DE REDES
- HITO 5- ABRIL 2021- PRESENTACIÓN PLIEGO LICITATORIO EN BIM - ENI 59 -DIE

HITO 1- Enero de 2019 - SE DECIDE IMPLEMENTAR BIM

Cuando se decidió implementar BIM, nos encontramos con muchos desafíos, como por ejemplo:

- Existían Diferentes tipologías constructivas: Obras Civiles, Infraestructuras Viales, Hidráulicas, Agua y Saneamiento, Red de Gas
- Áreas de Proyectos - interna o externa
- Áreas de Inspección
- Áreas de Aprobación de Obras Públicas como Privadas - DPDU
- Áreas de financiamiento de Obras de carácter social. IPV
- Muchos Actores
- Escasos Recursos Humanos capacitados en BIM
- Poco conocimiento de los tiempos y recursos necesarios
- Tiempos políticos difieren de lo tiempos de implementar esta Metodología

HITO 2 - Marzo 2019 – SE PENSÓ EN UN PLAN DE ACCIÓN

Al momento de pensar en un plan de acción, se definió el mismo en etapas o fases: relevamiento-planificación-gestión del cambio y desarrollos de proyectos pilotos. Esto nos permitiría:

- Comprender la Situación Actual de la Organización
- Determinar el nivel de cambio
- Saber qué tipo de Capacitaciones, tecnologías, cambios de procesos, etc
- El tiempo requerido
- Crear un equipo de prueba para un PROYECTO PILOTO

Se planificaron 2 fases: FASE 1 "INICIAL" Y UNA FASE 2 "IMPLEMENTACIÓN".

La FASE 1 " INICIAL"

Consistía en realizar un relevamiento de la organización para hacer un diagnóstico de la "Situación Actual", osea una foto del momento. Esto nos permitió DEFINIR ALCANCES Y OBJETIVOS BIM, como:

- DEFINIR TIPOS DE MODELO BIM para PLIEGO LICITATORIO
- DEFINIR USOS BIM Y ROLES BIM
- OPTIMIZAR REVISIONES
- OPTIMIZAR PROCESOS DE COMUNICACIÓN
- DISMINUIR TIEMPO Y COSTO EN LA OBRA PÚBLICA
- RESOLVER DE INTERFERENCIAS EN ETAPA DE PROYECTO
- DEFINIR ESTÁNDARES Y PROTOCOLOS DE TRABAJO en el MOSP adaptados a SIBIM
- A FUTURO CREAR UN MARCO LEGAL BIM PARA LA OBRA PÚBLICA DE SAN JUAN

LA FASE 2 "IMPLEMENTACIÓN"

Comenzamos a actualizar la infraestructura tecnológica, tanto de hardware como de software. Se compraron licencias, y se comenzó con un proceso de ordenamiento interno comprendiendo la gestión de posibles nuevos servidores o nubes.

Se comenzaron a realizar reuniones semanales con un grupo de profesionales de las Direcciones de Infraestructura Escolar, Dirección de Arquitectura, IPV y Espacios Verdes, conformando lo que se llamó el "Equipo BIM". En estas reuniones semanales se comenzaron procesos de normalización de las áreas y de capacitación en Metodología BIM a los integrantes. En este punto hay que hacer especial hincapié en entender que un proceso de implementación, que comienza cualquier organización, está generando irremediamente un cambio cultural, por lo tanto gestionar ese cambio, gestionar el miedo al cambio, es clave y hay que tener claro que el recurso humano es parte del

mismo cambio y factor fundamental. En este sentido, se realizaron actividades que generaron identidad a este proceso, como Jornadas internas, presentaciones en encuentros BIM en otras provincias, demostraciones de nuestros avances al resto de las direcciones, entre otros. En estas imágenes podemos ver ejemplos de las reuniones semanales que venimos realizando desde el año pasado, como así de los talleres de SIBIM que hemos asistido en dos ocasiones realizados en 2019. Se logró afianzar en un mismo camino a este grupo y con la pandemia, vimos reflejado este esfuerzo, seguimos en contacto, trabajando de manera online, pero sin parar.



Imagen 2, 3 y 4: Fotos de la participación del personal del MOSP en diferentes jornadas, reuniones y exposiciones

HITO 3, Enero 2020 – Desarrollo de 3 Proyectos Pilotos con Tutorías de SIBIM

Para la realización de los 3 Proyectos Pilotos se conformó un grupo BIM, de 12 profesionales de 3 Direcciones, Dirección de Arquitectura, Dirección de Infraestructura Escolar e Instituto Provincial de la Vivienda, algunos de ellos ya venían reuniéndose semanalmente con el Equipo BIM. En el desarrollo de los proyectos todos trabajaron de manera sinérgica, colaborando y sumando a los otros proyectos, con la misión de transferir este desarrollo, al resto de las áreas.

Los proyectos pilotos desarrollados fueron los siguientes:

- **PP-01-04-1**
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA ESCOLAR
Escuela ENI 59 – Desarrollo de Obra Nueva
Documentación Licitatoria con Requerimientos BIM

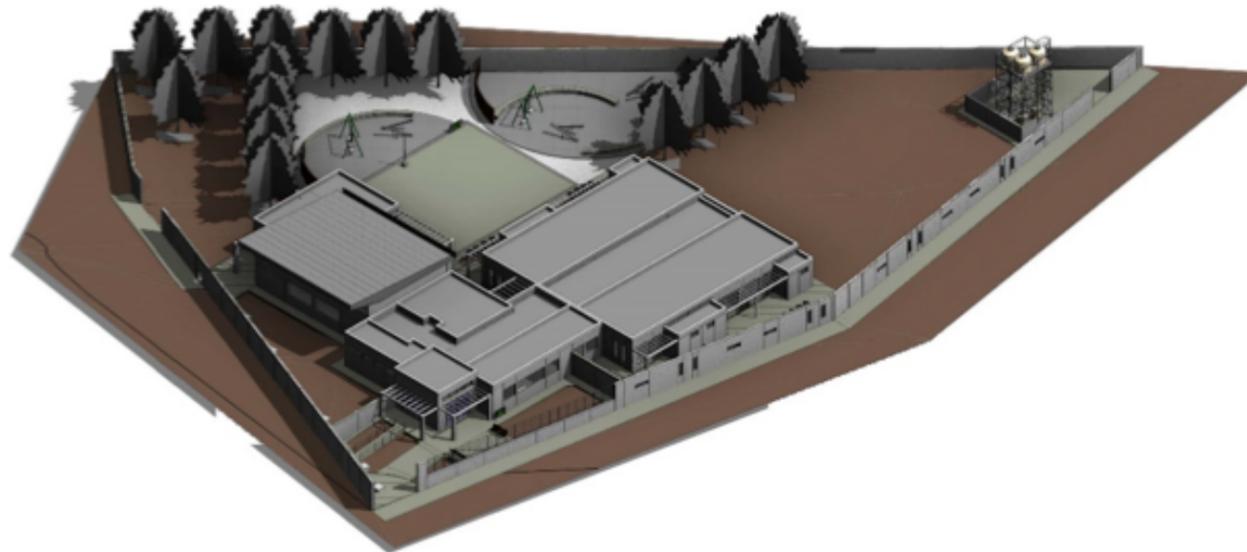


Imagen 5: Modelo BIM de la Escuela ENI 59

- **PP-01-04-2**
DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA
Comisaría N°35 y Registro Civil
Relevamiento de Obra existente

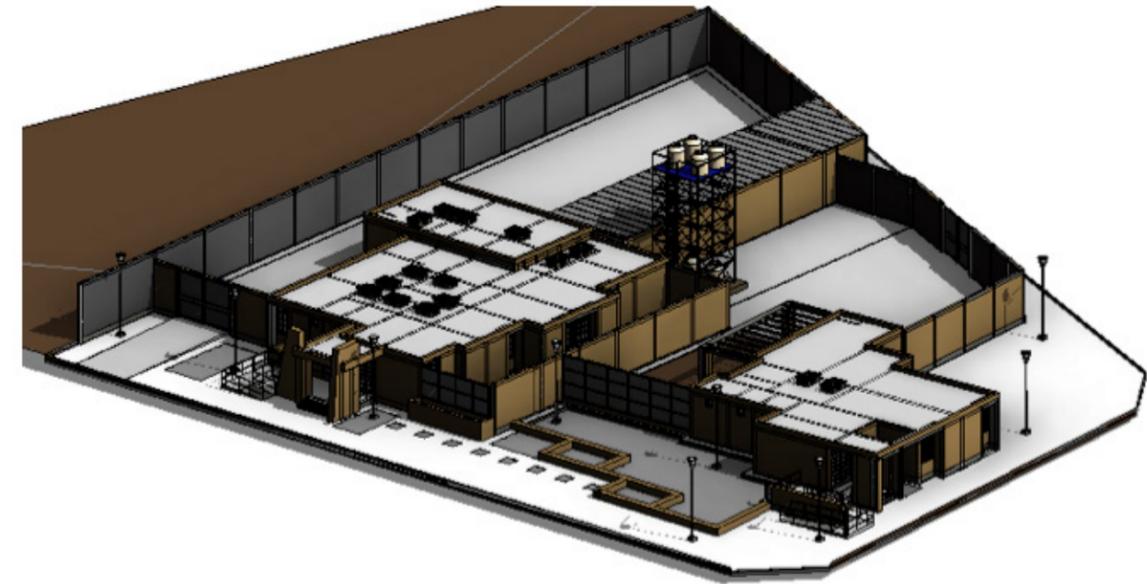


Imagen 6: Modelo BIM Comisaría N°35 y Registro Civil.

- **PP-01-04-3**
INSTITUTO PROVINCIAL DE LA VIVIENDA
Casa IPV Prototipo M17A – Desarrollo de Obra Nueva
Documentación Licitatoria con Requerimientos BIM

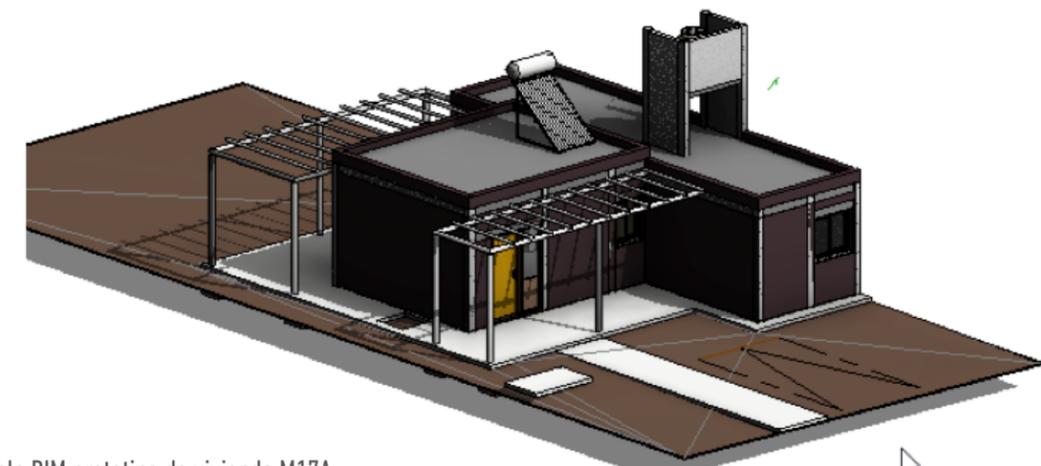


Imagen 7: Modelo BIM prototipo de vivienda M17A

El desarrollo de los Pilotos también nos permitió capacitar al personal en la conformación de documentos como el EIR y BEP, y entender la importancia de estos documentos necesarios para el desarrollo del proceso BIM para luego contar luego con plantillas de los documentos antes nombrados. También nos permitió generar una plantilla RTE para futuros proyectos y un documento de Criterios de Modelado que fue creado en conjunto con la experiencia de modelado ganada en el desarrollo de los pilotos.

HITO 4: Noviembre 2020 - INICIO IMPLEMENTACIÓN BIM EN INFRAESTRUCTURA DE REDES - TALLERES BID

Se realizaron 7 talleres dictados por un consultor del BID, para establecer una estrategia BIM en las áreas de infraestructura en redes. En estos talleres también participaron algunos de los integrantes del equipo BIM que desarrollaron los pilotos y parte del equipo de SIBIM.

Las Direcciones de Infraestructura en Redes que participaron fueron:

- Dirección Provincial de Vialidad
- Dirección Provincial de Redes de Gas
- OSSE Agua y Saneamiento
- Departamento de Hidráulica

Los talleres consistieron en el trabajo y profundización de dos líneas de acción:

- Acción a nivel de estrategia de implementación BIM
- Retroalimentación a la estrategia de implementación BIM
- Acción a nivel de acción en proyecto
- Identificación de oportunidades para áreas de gestión de proyectos

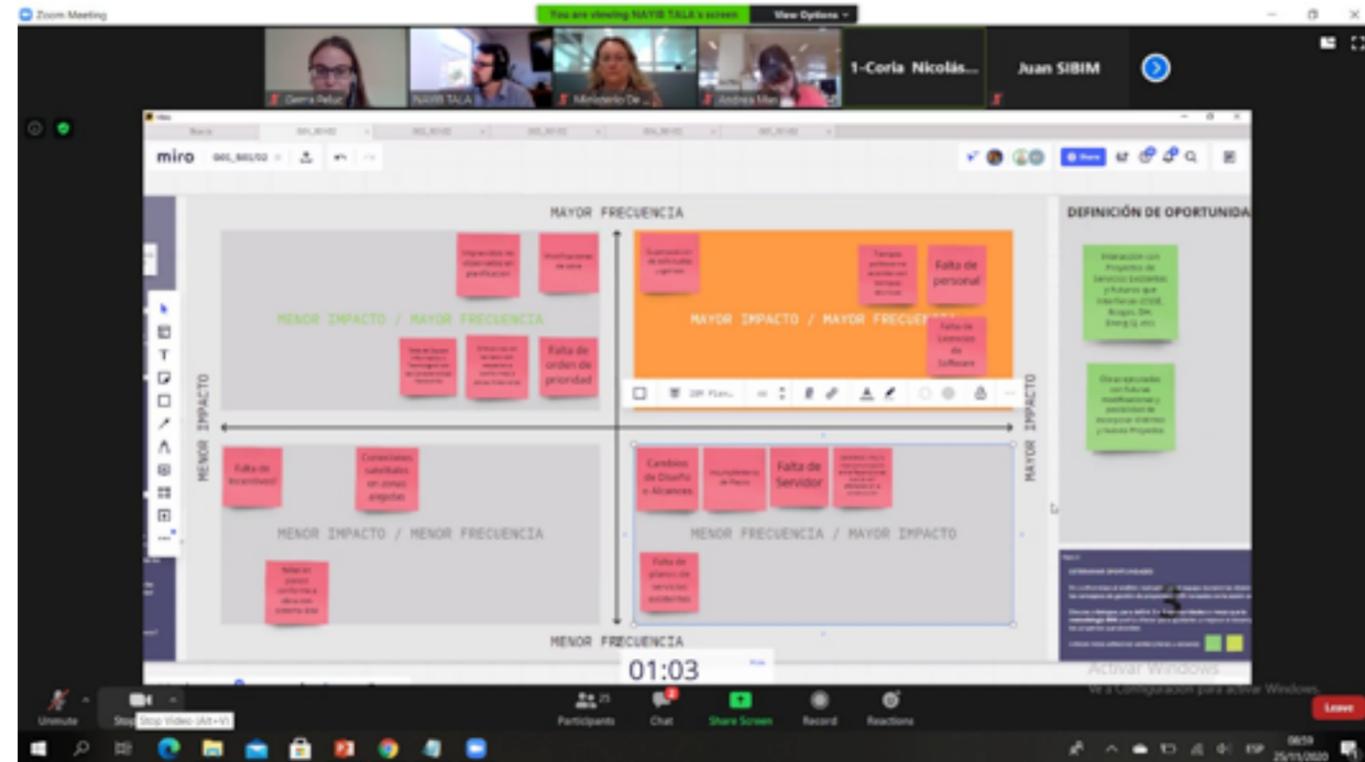


Imagen 8: Talleres de Implementación BIM realizados por el BID

HITO 5 – Abril 2021- PLIEGO LICITATORIO BIM – ENI 59 – DIE

El objetivo general del proyecto licitatorio ENI 59 fue “Desarrollar los Modelos de Arquitectura, Estructura e Instalaciones del Proyecto Ejecutivo del Edificio Escolar, para realizar la coordinación espacial de manera integral cuyo fin es prevenir errores y modificaciones críticas sobre el cronograma y presupuesto aprobado”. La generación de los modelos de anteproyecto licitatorio de arquitectura y estructura estuvieron a cargo de la proyectista de la escuela y el modelado de MEP (instalaciones agua fría y caliente, cloacal, gas y contraincendio), estuvo a cargo de la sujeta del área de proyectos de la DIE. El trabajo de modelado implicó la interacción con diferentes asesores, desde inspectores, ingenieros, y especialistas en instalaciones, lo cual fue un proceso muy rico y productivo de intercambio de conocimientos e información.

Se realizó la revisión de modelos, su coordinación y detección de interferencias. Esta tarea la hizo el Área BIM, a través de diferentes métodos, como por ejemplo usando check list y softwares free de revisión. Una vez que se tuvo el Proyecto BIM revisado y coordinado, se generaron los cómputos correspondientes. Los documentos y/o archivos BIM para el Pliego Licitatorio fueron los siguientes:

EIR –REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE O COMITENTE

El EIR es el documento que reúne las necesidades de quien solicita un modelo BIM, así como la información de base que necesita el equipo que llevará a cabo el modelado ejecutivo, para establecer una “hoja de ruta” de común acuerdo.

Los aspectos mínimos de los requerimientos BIM son:

- Objetivo General y Objetivos Específicos.
- Datos del Proyecto: Tipo de Proyecto; Tipo de Intervención; Función y Etapa vida útil del Proyecto.
- Requisitos del Proyecto.
- Requisitos de los Modelos: Usos; Tipos de Información y Niveles de Información BIM requeridos.
- Entregables.
- Estrategia de Colaboración.
- Organización de los Modelos.

Una vez definido el documento EIR, la empresa Contratista deberá desarrollar el Plan de Ejecución BIM (BEP) de Proyecto Ejecutivo, informando al Solicitante o Comitente, la forma en que desarrollará los Modelos BIM solicitados.

BEP – PLAN DE EJECUCIÓN BIM

En el pliego licitatorio los modelos BIM de referencia fueron acompañados por el BEP DL (Diseño Anteproyecto Licitatorio).

El BEP es un documento que acompaña los Modelos BIM, ya que en él se detalla la información general del proyecto y las estrategias y desarrollo del Modelado.

Se registra el intercambio de información y los recursos necesarios y disponibles para este Proyecto.

Se espera que el BEP optimice la Planificación, tanto en la etapa de anteproyecto (DIE – MOSP), como en la etapa de Proyecto Ejecutivo (empresa adjudicataria). Como así también, colabore en la buena comunicación entre los diferentes actores (equipo de la DIE - empresas oferentes; y luego; empresa adjudicataria – equipo de la DIE).

La información contenida en este documento resultará necesaria para las buenas prácticas en la Metodología BIM



Imagen 9 y 10: Carátulas del EIR y BEP DL elaborados para el Pliego Licitatorio.

PLANTILLA BEP DL (BEP PROYECTO EJECUTIVO)

Además de los archivos de referencia y de los documentos BEP DL y EIR se entregó una Plantilla BEP DE (Proyecto Ejecutivo) que el contratista (quien gane la licitación), deberá completar al momento de hacer los modelos de proyecto ejecutivo según lo requerido en el documento EIR.

CRITERIOS DE MODELADO

Es un documento que indica los procesos de modelado de cada elemento constructivo y organización del proyecto, basado en protocolos generados por el MOSP. Este documento se basa en el arte del buen construir, teniendo en cuenta criterios referidos a las condiciones constructivas propias de nuestra provincia, caracterizada por sistemas constructivos sismoresistentes .Este documento se generó en conjunto con el equipo BIM y luego se perfeccionó en la generación de los documentos BIM para el pliego licitatorio y actualmente se y completó para futuros proyectos BIM.

En el mismo se definen qué niveles de proyecto se tomarán, qué herramientas de modelado se usarán para la generación de cada entidad constructiva y con qué criterio se aplicarán, la nomenclatura de cada elemento, los parámetros que se utilizarán para incorporar información a las entidades, entre otros.

PLANTILLA RTE Y PARÁMETROS .TXT

Al finalizar este proceso de generación de archivos de referencia BIM para la Licitación, contamos con una plantilla RTE que se siguió completando, estandarizando, y configurando para automatizar y agilizar procesos de modelado. La misma cuenta con un navegador de proyectos personalizado según las vistas de trabajo o impresión, plantilla de vista y planos con rótulos y parámetros cargados. Además se cuenta con archivos de parámetros compartidos para la automatización de la información en el desarrollo de futuros modelos.

MODELOS BIM REFERENCIA : ARQ-EST-MEP

Los modelos de referencia BIM del anteproyecto Licitatorio se entregaron en formato nativo (Revit) y formato IFC.

PLANOS 2D EXTRAÍDOS DEL MODELO (PDF-DWG)

También se acompañaron los modelos con los planos extraídos de los mismos en formato PDF y DWG

ENTORNO COMÚN DE DATOS (CDE)

Para el intercambio de información del proceso licitatorio de la ENI 59 se organizó dentro de un Google Drive un CDE piloto (hasta tanto contar con un soporte tecnológico de un servidor o nube), estructurado bajo la Norma ISO 19650-1, procurando contar con un protocolo de guardado de la Información, denominación de cada carpeta y archivos, con una estructura de guardado, niveles de acceso y actualización, para que la información esté en un solo lugar y sea fácilmente identificable y utilizable.

La Norma ISO 19650-1 Organización y digitalización de la información en obras de edificación y de ingeniería civil que utilizan BIM- Gestión de la información al utilizar BIM -PARTE 1- establece etapas de fases: PROCESO: archivo editable de desarrollo, restringido al grupo específico. Este puede encontrarse cuando se inicia o reelabora en el trabajo interdisciplinario COMPARTIDO.

COMPARTIDO: el archivo se encuentra en instancia de reelaboración, revisión, verificación u observación por agentes externo al proceso de desarrollo.

PUBLICADO: archivo editable y no editable, versión emitida. En el caso que de este archivo amerite una revisión se hará copia de este, en la carpeta PROCESO.

ARCHIVADO: Archivos editables que finalizaron las etapas de proceso Como resultado de este piloto a continuación se muestra de manera simple el flujo de trabajo de la DIE, y cómo se incorporarán los diferentes documentos BIM:

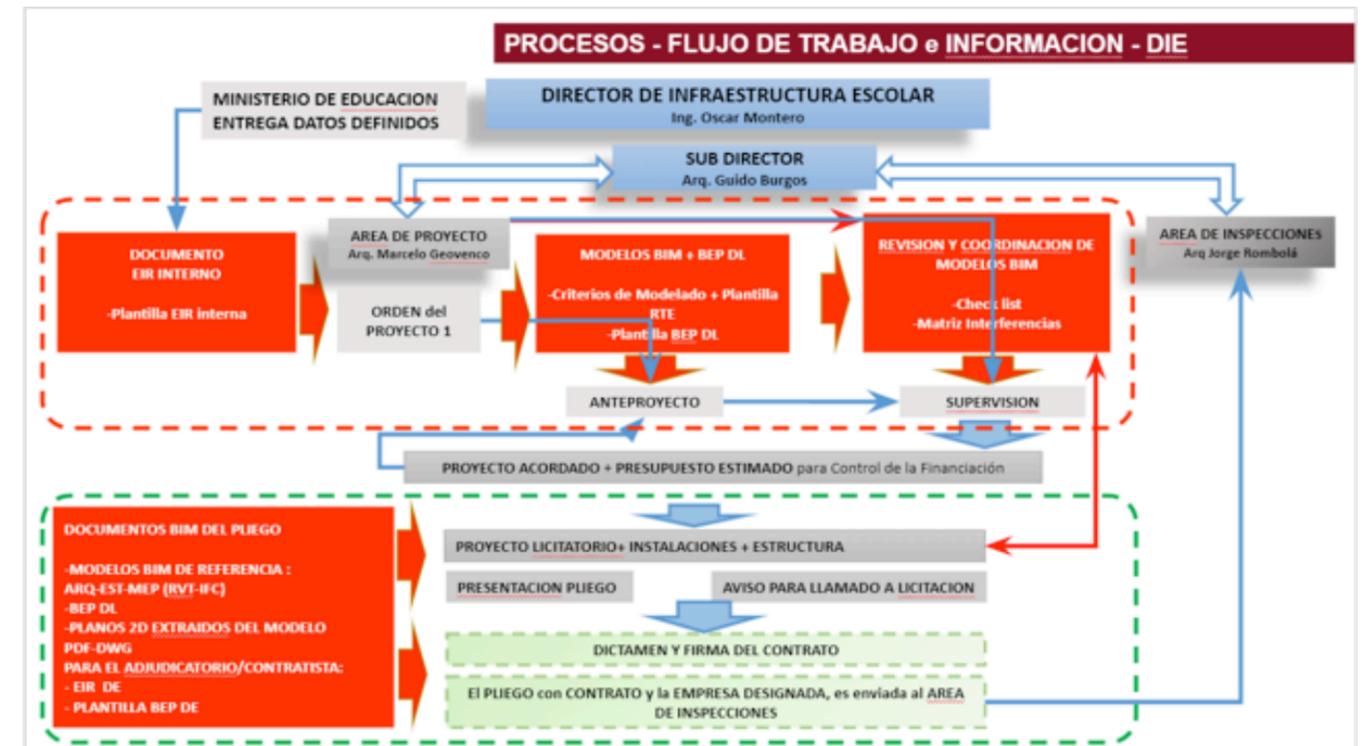


Imagen 11: Flujo de trabajo de la DIE con incorporación de documentos BIM

En este esquema es importante saber que durante un tiempo, estaremos en un proceso de transición en donde aún se seguirán haciendo algunos proyectos internos o externos en CAD. De aquí surge la necesidad de Implementar en las áreas un correcto uso del AutoCAD, porque muchas veces los planos 2D son usados como CALCO

para generar el modelo. Nos hemos encontrado que las reparticiones, dibujan sin un criterio común, por eso creemos importante la normalización de todos los procesos implicados, en las instancias iniciales de un proyecto.

3. PRINCIPALES ESFUERZOS REALIZADOS – PASOS A SEGUIR

LOS PRINCIPALES ESFUERZOS PARA ADOPTAR BIM EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, han sido muchos, entre ellos:

- INVERSIÓN EN CAPACITACIÓN BIM – METODOLOGÍA Y TECNOLOGÍA
- TENER COORDINADORES CAPACITADOS
- CREAR UN PLAN REAL, CON OBJETIVOS PEQUEÑOS PERO POSIBLES Y CON VISIÓN A FUTURO.
- CONFORMAR UN EQUIPO DE TRABAJO BIM, E IDENTIFICAR A LAS PERSONAS IDÓNEAS
- IDENTIFICAR EL LÍDER DE LA IMPLEMENTACIÓN
- EQUIPO BIM ENFOCADO E IDENTIFICADO EN LA IMPLEMENTACIÓN BIM
- EXISTENCIA DE UN ÁREA DE SOPORTE TECNOLÓGICO PARA ASISTIR A LAS ÁREAS BIM
- LOGRAR DIFUNDIR LA METODOLOGÍA Y AVANCES A LOS RESPONSABLES POLÍTICOS DE ÁREAS.

LOS PRÓXIMOS PASOS A REALIZAR SON:

HITO 6- CAPACITACIÓN EN INFRAESTRUCTURAS EN REDES - 8 DIRECCIONES.

HITO 8- PROYECTO LICITADO ENI 59 – ETAPA OBRA.

HITO 9- TRANSFERENCIA A LAS DIRECCIONES.

HITO 10- ACOMPAÑAMIENTO A NUEVOS PROYECTOS PILOTOS.

ANALÍTICA AVANZADA DE INFORMACIÓN PARA PROYECTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) / Dirección General de Programación Multianual de Inversiones (DGPMI)

Autores:

Félix Enzo Garófalo

Empresa: COMGRAP

RESUMEN DE EJECUTIVO

El sector de la construcción es un sector de la industria en el que se genera una inmensa cantidad de datos, especialmente en el desarrollo de proyectos. Para que las empresas de construcción sean más inteligentes, más ágiles, los datos recopilados deberían transformarse en información significativa haciendo uso de analítica avanzada de datos. La integración de machine learning en la construcción supone para los negocios una oportunidad de crecimiento y de adaptación a la competitividad de los mercados sin precedentes.

¿Por qué se habla tanto de inteligencia artificial? ¿Qué es machine learning y en qué se está usando? Si quieres conocer las respuestas a todas estas preguntas y entender cuáles son las aplicaciones de esta tecnología emergente en la industria de diseño y construcción estructuras, apúntate a este masterclass de BIM Forum,

Durante las últimas décadas hemos sido testigos de una explosión en la generación de información relacionada con todos los aspectos de la vida, incluyendo todas las disciplinas de diseño y construcción. Ha habido un aumento en la recopilación activa de información que se utilizará para resolver problemas críticos de ingeniería, como la gestión de la infraestructura, ejecución de proyectos y estimaciones de costos, por mencionar solo algunas. En la mayoría de los casos donde se recopila la información, esta se ha acumulado sin saber cómo se analizará o utilizará, y hasta la fecha, los datos indican que hay relativamente pocos beneficios prácticos de estos esfuerzos de recopilación. Si bien hay que hacer la salvedad de que empresas de gran tamaño con competencia internacional lo están logrando, gracias a la estandarización de sus procesos y la capacidad de inversión que tienen en áreas de investigación y desarrollo.

En este artículo hablaremos sobre la Inteligencia Artificial (AI por sus siglas en inglés) como tecnología disruptiva que está brindando a diversos sectores la capacidad, no solo de recopilar datos, sino de analizarlos de forma avanzada, obteniendo información de ellos que ofrece una base confiable en la toma de decisiones, con beneficios palpables. Y por supuesto que el sector de la construcción no escapa a esta realidad.

Las combinaciones de tecnología del Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés) e AI cambiarán la construcción a largo plazo con nuevas oportunidades comerciales y flujos de ingresos, así como nuevos modelos y estructuras comerciales que aprovechan las capacidades de IoT e AI. Se espera que la AI altere los modelos comerciales en la industria de la construcción en áreas que incluyen logística, gestión de relaciones con los clientes, soporte, flujo de trabajo, automatización y finanzas. Incluso AI puede ayudar en situaciones realistas de entrenamiento, reduciendo lesiones y errores costosos y haciendo que las operaciones sean más eficientes. Esto puede permitir a los operadores utilizar mejor los recursos laborales existentes, ayudando con la escasez de mano de obra calificada. Por lo tanto, la digitalización en la industria de la construcción brinda oportunidades para realizar grandes proyectos de construcción dentro de sus límites de tiempo y presupuesto.

La construcción es la mayor industria de importancia estratégica a nivel regional, nacional y mundial. También es una industria que ha estado sufriendo una serie de problemas durante muchas décadas, incluida la baja productividad, los bajos márgenes de beneficio y los problemas de desperdicio y seguridad. En los últimos años, con el auge del Modelado de Información de Construcción (BIM por sus siglas en inglés) muchas empresas de construcción están cambiando a un soporte digital para obtener ganancias significativas sobre la competencia. Las principales áreas afectadas por la digitalización

incluyen la empresa, el conocimiento, los sitios de construcción, la colaboración en proyectos y las redes de mano de obra calificada. Al estudiar la tecnología de transformación digital en relación con el negocio de la construcción, surgen algunas preguntas: ¿cómo la AI está cambiando la construcción?, ¿cómo puede el arquitecto, ingeniero o constructor adoptar la AI en la construcción? ¿Cómo la IA podría vincularse con la técnica de aprendizaje automático y la cadena de bloques? ¿Cuáles son los inconvenientes y beneficios de la IA en la construcción? Soluciones innovadoras de la industria de construcción se están aplicando en diversas herramientas, técnicas y tendencias en el negocio de la construcción.

El Aprendizaje Automático o Machine Learning

En los últimos años ha cobrado una gran popularidad un conjunto de técnicas para la extracción de conocimiento a partir de datos que utilizan como base el aprendizaje automático (ML por sus siglas en inglés), que es una rama de la inteligencia artificial (AI). El objetivo original de estas técnicas de ML fue la generación automatizada de conocimiento para su incorporación en sistemas expertos. Se esperaba que esta generación aliviara el cuello de botella de generación y adquisición de conocimiento asociado a menudo con la construcción de sistemas expertos.

Hay tres tipos principales de aprendizaje automático: (1) aprendizaje supervisado; (2) aprendizaje no supervisado; y (3) aprendizaje por refuerzo (RL por sus siglas en inglés). El aprendizaje supervisado puede aprender un patrón a partir de datos etiquetados y predecir el resultado de nuevos insumos basados en este patrón. El aprendizaje supervisado aplica una amplia selección de algoritmos en los que los primeros algoritmos principales son Regresión logística Perceptron y kNN. Los algoritmos en la industria de la construcción de aprendizaje supervisado más utilizados son SVM (por Support Vector Machine), AdaBoost y Bosques Aleatorios. En la mayoría de los casos, se utilizan para la clasificación de datos.

El aprendizaje no supervisado descubre el conocimiento a partir de datos sin etiquetar y se centra en la reducción de datos y los problemas de agrupación. El aprendizaje no supervisado no se usa ampliamente en la construcción debido a la información limitada que se puede extraer de los datos sin etiquetar en comparación con los etiquetados. Por lo tanto, los investigadores tienden a utilizar algoritmos de aprendizaje supervisado cuando resuelven problemas de construcción reales. Los principales algoritmos de reducción de datos en el aprendizaje no supervisado son el análisis de componentes principales (PCA), el PCA del núcleo y el t-SNE. K-medias, desplazamiento medio y la agrupación espectral son algoritmos típicos de agrupación.

En comparación con el aprendizaje supervisado y no supervisado, se han publicado pocos trabajos utilizando el algoritmo RL en el campo de la investigación de la construcción. La razón principal de esto puede ser que RL es un algoritmo basado en prueba y error, que es costoso en su construcción.

En la Tabla 1 – (Xu, 2021) se muestra una recopilación de algoritmos y su aplicación inicial en la industria de la construcción.

Tabla 1

Algoritmo	Aplicación inicial	Año de creación	Año de aplicación	Contenido de la investigación
Regresión logística	Wilson y col. (1987)	1958	1987	Examina los factores que influyen en el éxito del proceso de licitación.
Árbol de decisión	Birnie y Yates (1991)	1986	1991	Predicción de costos
Red Bayesiana	McCabe y col. (1998)	1985	1998	Diagnóstico del desempeño de la construcción
k-medias	Lee y Chang (2005)	1967	2005	Evaluación de defectos de óxido de pintura de puentes
SVM	Shu-quan y col. (2006)	1995	2006	Monitoreo dinámico de seguridad durante la construcción
KNN	Chen (2008)	1967	2008	Un modelo de intercambio de conocimientos para las disputas severas de órdenes de cambio en la construcción
AdaBoost	Shin y col. (2008)	1995	2008	Proponer un modelo de apoyo a la decisión para seleccionar sistemas de encofrado en la construcción de edificios de gran altura
Cambio medio	Teizer y Vela (2009)	1995	2009	Seguimiento de la mano de obra del sitio
Bosque aleatorio	Liu y col. (2010)	2001	2010	Explorando la relación entre las propiedades del suelo y el deterioro de las tuberías metálicas.
MMM	Leu y Adi (2011)	1960	2011	Predicción probabilística de la geología de túneles
Campo aleatorio condicional	Xiong y Huber (2010)	2001	2011	Creación automática de modelos de construcción 3D semánticamente ricos
Campo aleatorio de Markov	Wu y col. (2012)	1974	2012	Mejora de la resolución de la imagen láser para la medición de la corrosión por picaduras
Agrupación espectral	Zhang y col. (2015)	2000	2015	Extracción de parches planos a partir de datos ruidosos de nubes de puntos para BIM

A partir de 2000, la tecnología de aprendizaje automático ha recibido gradualmente más atención en la industria de la construcción y está desempeñando un papel cada vez más importante en el desarrollo de tecnologías automatizadas. A pesar de los avances en la investigación del aprendizaje automático en la construcción, muchos desafíos aún no se han resuelto por completo. Los principales desafíos son la adquisición de datos y la superación del impacto del entorno del sitio. En la actualidad, los investigadores en construcción han implementado principalmente el aprendizaje automático como una herramienta para la extracción o detección de características. La principal innovación radica en el uso de los resultados del aprendizaje automático para un juicio adicional, en lugar de mejorar los algoritmos en sí. Una dirección de investigación futura prometedora sería comprender completamente los algoritmos de aprendizaje automático y combinarlos con los dominios de conocimiento específicos en la construcción para desarrollar modelos de redes profundas dedicadas para la industria de la construcción.

El futuro de la IA en la construcción

La robótica, la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas pueden reducir los costos de construcción hasta en un 20 por ciento. Los ingenieros pueden ponerse gafas de realidad virtual y enviar mini-robots a edificios en construcción. Estos robots usan cámaras para rastrear el trabajo a medida que avanza. La inteligencia artificial se está utilizando para planificar el enrutamiento de los sistemas eléctricos y de plomería en edificios modernos. Las empresas están utilizando la inteligencia artificial para desarrollar sistemas de seguridad para los lugares de trabajo. La inteligencia artificial se utiliza para rastrear las interacciones en tiempo real de los trabajadores, la maquinaria y los objetos en el sitio y alertar a los supervisores sobre posibles problemas de seguridad, errores de construcción y problemas de productividad.

Los líderes de las empresas de construcción deben priorizar la inversión en función de las áreas en las que la IA puede tener el mayor impacto en las necesidades únicas de su empresa. Los pioneros marcarán la dirección de la industria y se beneficiarán a corto y largo plazo.

Conclusión

La tecnología es un gran facilitador en cualquier industria. En particular, la industria de la construcción está experimentando una era nueva y revitalizada con la ayuda de la tecnología a través de nuevas aplicaciones y herramientas. Estas empresas están aplicando las tecnologías emergentes al diseñar, planificar y ejecutando sus proyectos.

Las empresas de construcción están en una posición única para beneficiarse de la capacidad de las nubes para brindar mayor libertad y facilidad para acceder a la información en cualquier momento desde oficinas satélites, sitios de trabajo o ubicaciones de clientes que se extienden por todo el mundo. Dada la amplia adopción de los trabajadores para uso personal, las soluciones de software de construcción de hoy deben aprovechar el interés y el trabajo de este empleado para ofrecer la información y las capacidades del proyecto en este formato para impulsar la productividad de la construcción en el futuro.

De todas las tecnologías emergentes que llegan al mercado hoy en día, la AI es una nueva tecnología que está en camino de revolucionar la construcción en la industria. Uno de los objetivos generales de la Inteligencia Artificial es desarrollar algoritmos informáticos que puedan mejorar automáticamente a través de la experiencia en construcción.

EL CICLO COMPLETO DE LA ARMADURA.

Gabriel Jordan, Roberto Herreros. BIM Technology & Design. Departamento I+D.

RESUMEN EJECUTIVO

Las barras de acero de refuerzo son elementos complejos de manejar en el ambiente BIM. La mayoría de las veces, el software no tiene las herramientas necesarias para modelarlas de forma eficiente. En BTD hemos abordado este problema y logramos completar el ciclo de la armadura desde el diseño del ingeniero hasta la producción en fábrica de una forma eficiente y automatizada. Hemos recorrido un largo camino que inició con el desarrollo de nuestro propio software de diseño estructural que incluye todos los requerimientos de la normativa chilena y que normalmente no están presentes en los softwares comerciales. Con la información del diseño estructural

disponible, utilizamos la API de Revit para desarrollar herramientas complementarias que permiten al ingeniero incluir todas las barras de refuerzo en el modelo logrando nuestro primer hito importante. Una vez que el modelo tiene toda la información requerida en su interior se inicia una segunda etapa de extracción de información: Planos con armadura, vistas de detalle, cortes, vistas 3D y cubicaciones con la información necesaria para fabricar las barras en plantas de corte y doblado y posteriormente enviar a la construcción.

CONTENIDO

1. EXPOSITOR
2. LA PERSPECTIVA Y EXPERIENCIA CHILENA
3. FLUJO DE TRABAJO
4. EXTRACCION DE DATOS
5. FABRICACION
6. CONSTRUCCION
7. APRENDIZAJE

1. EXPOSITOR:

Gabriel Jordán es ingeniero estructural de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente es gerente de desarrollo en BTD, una compañía que ofrece servicios BIM y que se originó del departamento de Investigación y Desarrollo de Spoerer Ingenieros Asociados, una oficina de ingeniería estructural con más de 30 años de presencia en Chile. Su experiencia incluye diseño de edificaciones principalmente de hormigón armado y desarrollo de software orientado a la optimización de la ingeniería estructural. Durante los últimos 5 años el trabajo del departamento de desarrollo ha estado orientado a la optimización y automatización de Revit, Autocad e Etabs, la implementación de la metodología BIM, estandarización y renovación de procesos dentro de ambas compañías SPOERER y BTD.

2. LA PERSPECTIVA Y EXPERIENCIA CHILENA

Chile es un país de alto riesgo sísmico, ha experimentado importantes terremotos de gran magnitud a lo largo de su historia. Estos terremotos y el comportamiento de las edificaciones han moldeado los códigos de diseño sísmico y la cultura de la construcción en general.



Date	Mag [Mw]	Location
22-May-1960	9.5	Valdivia
27-Feb-2010	8.8	Maule
11-Nov-1922	8.5	Atacama
16-Sep-2015	8.3	Illapel
1-Apr-2014	8.2	Iquique
9-Dec-1950	8.2	Antofagasta
17-Aug-1906	8.2	Valparaiso
6-Apr-1943	8.1	Coquimbo
21-May-1960	8.1	Bio-Bio
30-Jul-1995	8	Antofagasta
3-Mar-1985	8	Llolleo

Registros de terremotos sobre Magnitud 8 en Chile (Fuente: USGS)

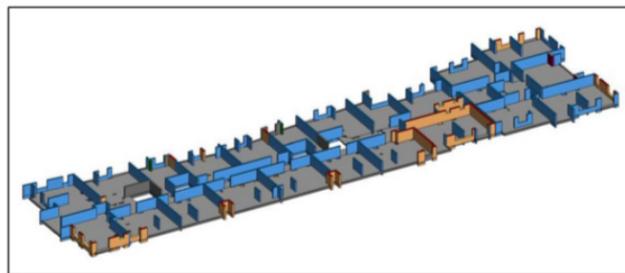
La imagen anterior muestra todos los eventos sísmicos con magnitud superior a 7.5 Mw desde el año 1900 y en la tabla se muestran los valores con magnitudes sobre 8 Mw.

En los primeros años de la historia de Chile, la mampostería de adobe fue el principal tipo de construcción, luego evolucionó a mampostería de ladrillo y luego a hormigón armado. Mientras que los dos primeros permanecen en zonas rurales y pequeñas edificaciones, el hormigón armado es el material de uso habitual para los edificios residenciales de gran altura que son el objetivo de esta presentación.

Debido a que los primeros materiales requerían gran cantidad de muros para generar una estructura rígida, los edificios que enfrentaron los terremotos de 1960 y 1985 estaban estructurados de la misma forma y se comportaron de manera aceptable, por lo que la construcción chilena siguió orientada a estructuraciones de muros y así se reflejó en la actualización de la norma posterior al terremoto de 1985.

Todos estos cambios fueron puestos a prueba nuevamente en 2010, donde la respuesta general al terremoto del Maule fue buena. El código se actualizó nuevamente, modificando los espectros de diseño y el refuerzo de cortante en los elementos de borde de muros, pero en general, la cultura chilena confía en la estructuración en base a muros de corte como resultado de su historia y experiencia.

Esta tendencia hacia la estructuración de muros de corte en edificios no es tan común en otros países, por lo que la mayoría de los softwares BIM no ofrecen las herramientas adecuadas para modelar barras de refuerzo dentro de muros. Revit, en particular, tiene muchas herramientas excelentes para modelar barras de refuerzo, pero si se desea dibujar cada barra, se convierte en un proceso lento e ineficiente y dependiendo del flujo de trabajo, puede ser muy propenso a errores.



Vista en planta de un edificio estructurado con muro de corte

Parte del paradigma BIM es tener un modelo completo con toda la información disponible para los actores relevantes. Esta información debe ser precisa y puntual. Además, es deseable que cada participante del proceso utilice su tiempo en su área de expertise y no lo desperdicie en tareas secundarias o irrelevantes.

Hoy en día, en la mayoría de las empresas de ingeniería estructural en Chile, el ingeniero estructural utiliza sus conocimientos para analizar y diseñar el edificio, luego dibuja las barras "a mano" y posteriormente se digitaliza el diseño por un dibujante o proyectista. Esto requiere al menos una iteración adicional para verificar que la información en el plano final sea la que definió el ingeniero en primera instancia.

Hay registro de algunas empresas que han desarrollado cierto nivel de automatización en AutoCAD. Aquí, el ingeniero dibuja directamente las barras finales, eliminando así la iteración y descartando una posible fuente de error. Sin embargo, en un entorno BIM esto no es óptimo, ya que esta información no es fácilmente accesible para todos y la mayoría de las rutinas computacionales son antiguas y no están orientadas a BIM, lo que impide un proceso completamente integrado.

3. FLUJO DE TRABAJO

En el diagrama se presenta nuestro flujo de trabajo habitual para un edificio de hormigón armado de gran altura. La arquitectura es un dato de entrada, luego se realiza el análisis estructural utilizando

un software comercial. Posteriormente, la información se procesa en SpecWPF para luego documentarse en Revit. Una vez que toda la información está en el modelo Revit, se puede entregar en diferentes formatos a las partes correspondientes.



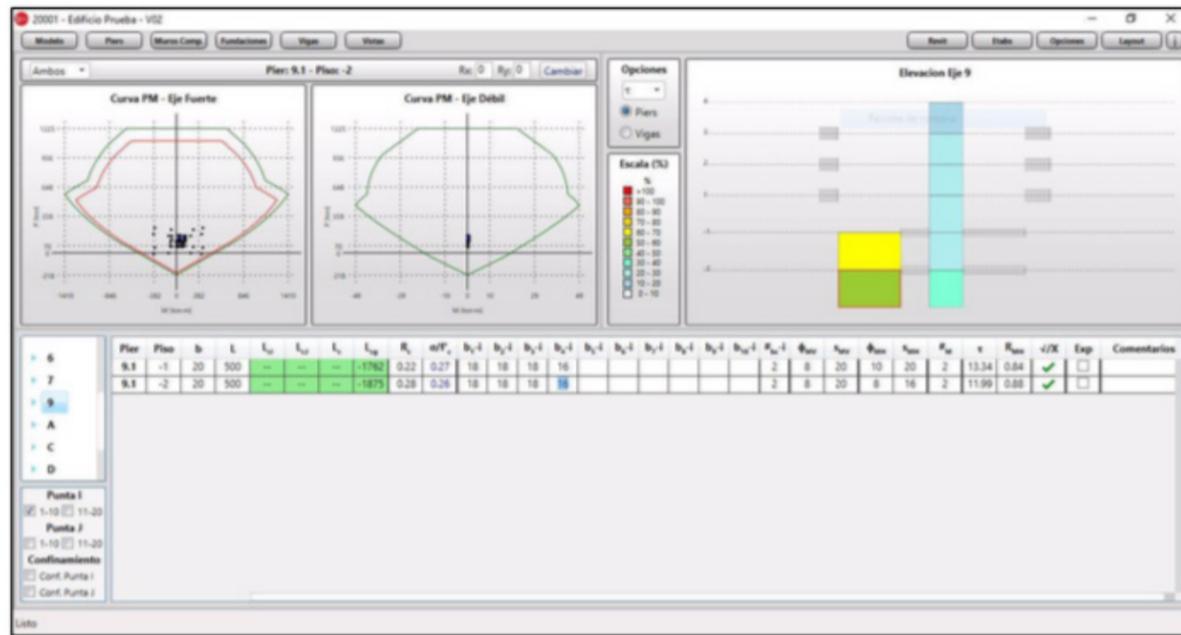
SpecWPF es un software de diseño estructural de desarrollo propio. Está fuertemente orientado al diseño de muros de acuerdo con nuestras necesidades, pero cuenta con herramientas para diseñar otros elementos, como vigas y fundaciones. Dado que es un software propio y poseemos un departamento de I + D, constantemente se están haciendo modificaciones y actualizaciones en base a las nuevas disposiciones normativas o requerimientos de la práctica de la ingeniería chilena.

Tener nuestro propio software de diseño estructural nos proporciona un control total sobre los edificios realizados en nuestra empresa. El primer paso antes de programar cada módulo es estudiar los procesos y estandarizarlos, para que todos los ingenieros en la empresa utilicen los mismos criterios. Aunque existe una norma de diseño, existen algunos criterios de diseño adicionales definidos por la empresa, para tener flexibilidad frente a cambios posteriores. El control total tiene una desventaja: debe ocuparse de todos los procesos y debe desarrollar herramientas para cada necesidad.

Esta herramienta de diseño recibe como entrada una base de datos de la estructura previamente modelada y analizada en Etabs. La base de datos contiene todas las cargas (estáticas y sísmicas) de los códigos chilenos, etiquetas para todos los elementos, geometría completa, niveles, grillas y resultados del análisis.

Después que esta base de datos es cargada en SpecWPF, se crean todos los elementos internos, lo que permite al usuario diseñar cada uno de los muros, modificando tanto los elementos de refuerzo de borde como el refuerzo de la malla para satisfacer las curvas P-M y M-phi. Los muros individuales se presentan en una vista similar a una tabla, por lo que se pueden asignar barras coherentes y continuas a los muros de cada piso.

Si un grupo de muros trabaja en conjunto se puede crear un muro compuesto para su diseño, considerando las curvas PMM y M-phi en los ejes principales. El diseño de muros tanto simples como compuestos está orientado a tener barras continuas de abajo hacia arriba, replicando así el método constructivo.



SpecWPF herramienta de diseño estructural.

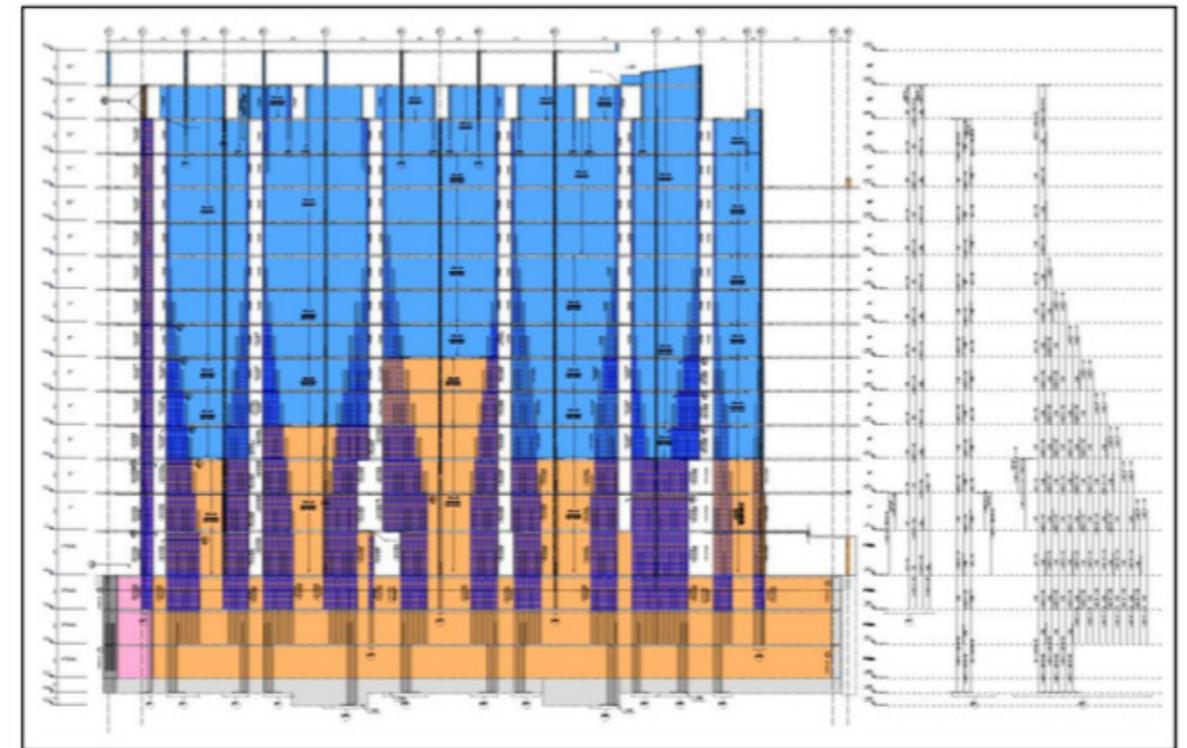
Una vez finalizado el diseño estructural en SpecWPF, se inicia el proceso de modelado de barras de refuerzo en Revit. Esto es extremadamente lento si solo trabaja con las herramientas nativas del software. Para enfrentar este problema, desarrollamos un plugin con un conjunto de herramientas que hacen que el proceso sea simple y automático.

La principal categoría de elementos a reforzar son los muros. Como se mencionó anteriormente, es el elemento más difícil, contiene más acero y las soluciones disponibles comercialmente no están completas.

Si bien las barras en la vida real son independientes, desde el punto de vista estructural son continuas de abajo hacia arriba (esta continuidad se logra mecánicamente con empalmes). Esta característica es uno de los mayores desafíos a la hora de modelar las barras porque generalmente para el software estas son completamente independientes y no existen elementos para modelar claramente los empalmes. Las barras de muros representan la mayor cantidad del acero en nuestras estructuras¹ y tienen pocas herramientas de modelación disponibles.

Para modelar las armaduras en un elemento de refuerzo de borde, se debe hacer clic en la parte inferior, superior y el borde que desea reforzar, y luego seleccionar el muro correspondiente del modelo Etabs. La función leerá la información previamente definida por el ingeniero y completará las barras en el modelo. Esto se hace para cada elemento de borde como un elemento continuo, no por separado en cada piso. Para simplificar los empalmes de barras continuas, el criterio cambió de usar la longitud comercial de las barras a establecer siempre la zona de empalme sobre el nivel de losa. Esto no aumenta la cuantía total del acero, pero permite la automatización del software y si las barras se envían al taller para fabricación (que es uno de los objetivos de implementar BIM para las barras de refuerzo), la pérdida en la construcción por despuntes cortados será nula.

Para el refuerzo de la malla, solo es necesario hacer clic en la parte inferior y superior del muro y luego seleccionar el muro de Etabs correspondiente, para que la aplicación pueda leer los datos de SpecWPF, definidos por el ingeniero estructural, y modelar las mallas del muro completo. Estos refuerzos se modelan de forma independiente para cada muro, con empalmes sobre el nivel de cada piso. Cuando el ancho del muro cambia de un piso al siguiente, la barra de refuerzo se dobla de acuerdo con ese cambio.

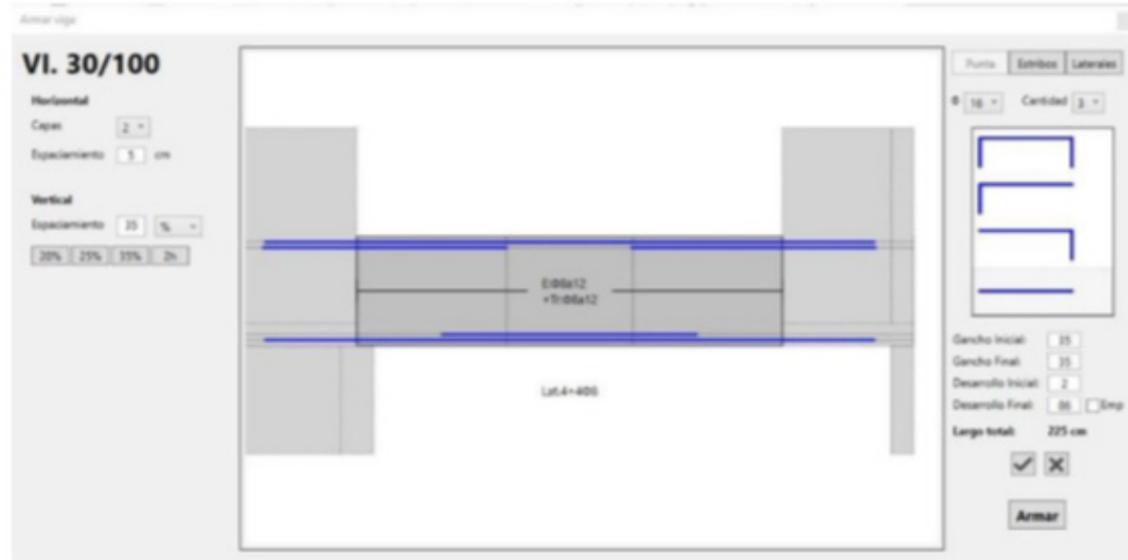


Elevación con gran cantidad de barras de refuerzo

Además de las dos herramientas presentadas anteriormente también hemos desarrollado otras con la finalidad de editar las barras ya modeladas y adaptarse a las complejidades y particularidades que están presentes en cada estructura.

Las herramientas desarrolladas para modelar barras de acero, forman parte de proceso extremadamente dinámico y constantemente se requieren nuevas actualizaciones, sin embargo mientras más proyectos sean modelados, la necesidad de nuevas funcionalidades disminuye.

Para las vigas, el diseño dimensional se realiza en SpecWPF de acuerdo con el esfuerzo cortante máximo y el diseño de las barras de refuerzo se realiza directamente en Etabs. Estas son ingresadas a Revit con herramientas de ingreso manual. El proceso es un poco diferente de los muros y permite modelar las barras en una viga maestra y replicar a las vigas que sean idénticas. Las modificaciones posteriores se aplican a todas las vigas idénticas. Por una cuestión visual, las trabas, estribos y barras laterales se esconden y se representan con un símbolo.

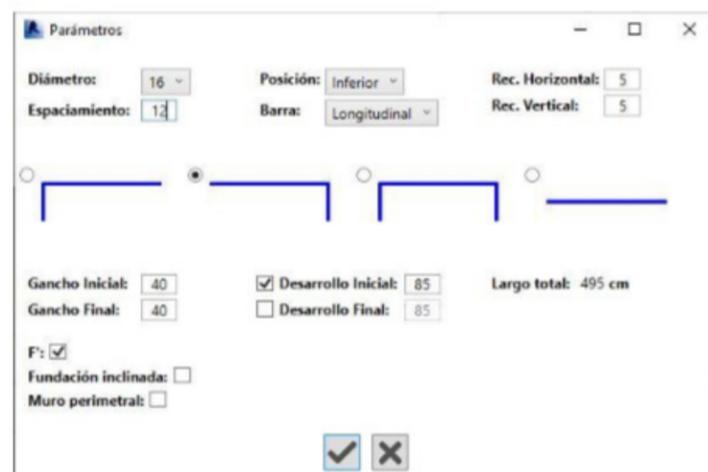


Herramienta de reforzamiento de vigas en Revit

El cuadro de diálogo permite al usuario diseñar la viga en un entorno aislado con muchas opciones y luego modelar las armaduras en Revit. También permite editar una viga previamente diseñada.

Para las fundaciones, tal como en las vigas, el diseño dimensional se realiza en SpecWPF y el diseño de barras de refuerzo se realiza directamente en Revit considerando la tensión máxima admisible del

suelo. Dado que es un elemento con barras más simples, no existe un cuadro de diálogo especial para la mayoría de las fundaciones que se diseñan automáticamente. Los elementos más complejos, como las fundaciones escalonadas o compuestas por múltiples muros, se modelan manualmente con un cuadro de diálogo más simple.

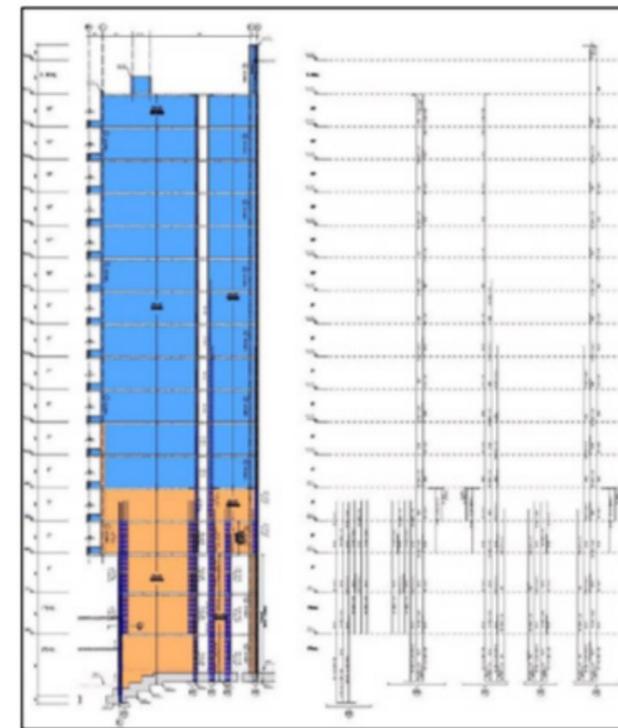


Herramienta de reforzamiento de fundaciones en Revit

4. EXTRACCIÓN DE DATOS

Una vez que el modelo de Revit está completo con todas las barras de refuerzo, es necesario extraer y presentar la información. El primer entregable son los planos estructurales. Cuando los planos

se extraen de un modelo de Revit con la armadura incorporada, toda la información que se requiere mostrar está ahí, además todas las vistas (elevaciones plantas y cortes) son consistentes y cada barra de refuerzo puede tener las anotaciones requeridas según el estándar de dibujo que se desea entregar.



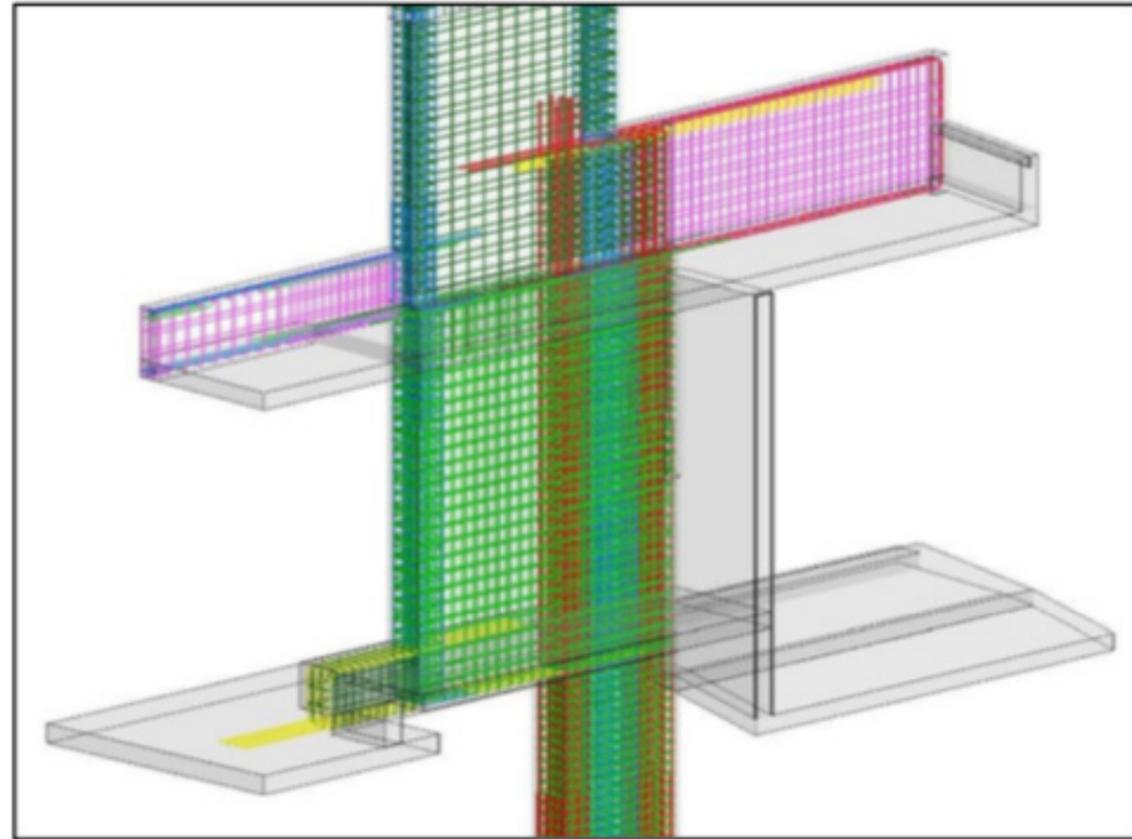
Izquierda: Elevación con detallamiento por fuera. Derecha: Sección con table de barras.

Para las secciones, todas las armaduras de los elementos de borde se etiquetan individualmente y esto se hace en el exterior del edificio para tener más espacio y no perder el tiempo ordenando textos de anotación sobre el plano en sí. Este es uno de los mayores cambios para la oficina y la obra, ya que no es una práctica generalizada en la actualidad, pero transmite toda la información con claridad.

Además de la consistencia entre las plantas secciones y elevaciones, las etiquetas de las barras en las vistas detalladas son fundamentales, es una gran cantidad de información y es difícil mantenerla sincronizada. En las secciones de detalle, las barras

de refuerzo de elementos de borde se etiquetan en una tabla y se representan con una letra para aclarar la información y reducir el tiempo de reposicionamiento de etiquetas.

Aunque todas las barras de refuerzo están en el modelo, la vista 3D de todo el edificio puede no ser muy útil y dependerá de la contraparte en la Obra. En nuestra experiencia, es más valioso presentar vistas en 3D de sectores complejos, donde el ingeniero considera que existe el riesgo de malentendidos de los planos.



VISTA 3D DE SECTOR COMPLEJO EN EL EDIFICIO

La cubicación se realiza mediante una herramienta que exporta la información de las barras a un archivo de Excel. Se hace de esta forma para tener la información en un formato entregable, el que puede ser enviado a la constructora o propietarios. Este archivo es

la base para la programación que se enviará a la planta de corte y doblado. Este archivo incluye un resumen en la primera hoja y luego una hoja para cada categoría de elementos: muros, vigas, losas, columnas y fundaciones.

5. FABRICACION

A partir de la cubicación extraída en Excel, se generan dos archivos para enviar a la planta. Ambos se crean automáticamente con una aplicación. El primer archivo está en formato BVBS que se puede colocar directamente en la máquina de corte dobladora en el taller.

```
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pSimple-Desarrollo ?16@l@n2@e@d16@g@s@v@G16200@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pSimple-Desarrollo ?16@l@n2@e@d16@g@s@v@G16200@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pSimple-Empalme ?16@l@n2@e@d16@g@s@v@G16200@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pE@l@n13@e@d8@g@s@v@G1120@w-135@l180@w270@1150@w270@1180@w270@1150@w-135@l120@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pE@l@n13@e@d8@g@s@v@G1120@w-135@l180@w270@1150@w270@1180@w270@1150@w-135@l120@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pMHe0@l@n13@e@d8@g@s@v@G1200@w270@1150@w270@14690@w270@1150@w270@1200@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pMHe1@l@n13@e@d8@g@s@v@G1200@w270@1150@w270@14690@w270@1150@w270@1200@w0@Pf@C
BF2D@Hj@r6.P5.M1@i@pMVe0@l@n21@e@d8@g@s@v@G13170@w0@Pf@C
```

El segundo archivo tiene la misma información en un formato legible por el usuario final. Este se utiliza para verificar la producción del proveedor de acero y asegurarse de que todas las barras de refuerzo

solicitadas se hayan entregado en el sitio de construcción. Ambos archivos se envían a Obra junto con una vista en planta que muestra los elementos incluidos en cada envío.

Eje:	6.P5.M1					
Item	Posición	Cantidad	Diámetro	Largo [cm]	Peso [kg]	
1	Simple-Desarrollo ?16	2	16	620	19.57	
2	Simple-Desarrollo ?16	2	16	620	19.57	
3	E	13	8	90	4.62	

Archivo PDF, para lectura por usuario

El envío de estos archivos a la planta reemplaza el proceso habitual, en que se leen y cubican los planos e ingresan manualmente los pedidos en la máquina. Este cambio hace que los pedidos se ingresen más rápido y sin errores, ya que la información proviene directamente del modelo donde el ingeniero la ingresa.

6. CONSTRUCCION

Nuestra presencia en la obra es constante y tenemos en cuenta todos los comentarios y sugerencias que nos realizan. Hemos incorporado varios criterios en las herramientas de modelado para acercar el proceso de diseño de barras de refuerzo a lo que realmente se construye en terreno y no solo a lo que el ingeniero está acostumbrado a documentar. Estas sugerencias no representan un cambio en la forma en que se construyen las estructuras, más bien reconocen que los planos son simplificaciones y que hay barras de refuerzo fabricadas con estos criterios simplificados, que en algunos casos no se pueden instalar correctamente.

Desde el punto de vista del ingeniero estructural, este proceso proporciona algunos beneficios claros. Primero, se generan menos requisitos de información (RDI), porque la documentación tiene una capa adicional de revisión, lo que reduce los errores y aclara la información. Además, los detalles 3D de zonas complejas complementan la información. Y por último producto de que las barras de refuerzo son dobladas por máquinas, se cumplen todos los estándares normativos y se genera un producto estandarizado, lo que mejora la calidad de la construcción.

7. APRENDIZAJE

Trabajar barras de refuerzo en un modelo 3D e implementarlas en un entorno BIM plantea varios desafíos que involucran a todos los actores del proceso. Desde el lado de la oficina, los ingenieros deben cambiar su forma de pensar, las barras de refuerzo deben modelarse lo más cerca posible a medida que se van a construir y muchas barras que solían estar detalladas de manera aproximada ahora se modelan con precisión para que los datos puedan ser utilizados por cualquier persona que los necesite. Estos cambios pueden exigir más tiempo del ingeniero al principio, pero en el largo plazo se compensará con menos RDIs (requerimientos de información) y una mejor construcción.

Desde la perspectiva del constructor, se deben realizar algunos cambios. Por lo general, en las obras, los trabajadores están acostumbrados a algunos procesos y son reacios a modificar la forma de trabajar, por lo que es difícil hacerles comprender que esos cambios mejorarán su trabajo.

Hoy los cambios son necesarios para mejorar los procesos en la industria de la construcción, aunque a veces éstos requieran un gran esfuerzo, en nuestro caso la experiencia fue positiva. BIM lleva la colaboración en la construcción a un nuevo nivel y la mayoría de las veces las barras de refuerzo se dejan fuera del camino. Cuando conseguimos incorporarlas, notamos que todo el trabajo realizado valió la pena.

INTEGRACIÓN BIM EN EDIFICIO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN CANADA

(Marco Polo 100 Digital Build Challenge)

Autores:

Rodrigo García-Alvarado; Eric Forcael; Claudia Muñoz-Sanguinetti; Alexander Opazo-Vega; Ginnia Moroni; Fernando Pedreros; Aracely Rocha; Javier Sepúlveda; Pablo Banda; Patricio Carrasco; Jaime Soto

RESUMEN DE EJECUTIVO

La presente propuesta consiste en el diseño colaborativo de un edificio tecnológicamente innovador, desde el modelo conceptual hasta su plan de construcción, concebido íntegramente utilizando metodología BIM (arquitectura, estructuras y MEP), y que hoy está concursando en un importante concurso internacional de diseño y construcción, organizado por una empresa canadiense.

Se trata del Concurso Internacional “Marco Polo 100 Digital Build Challenge”, el que fue convocado por el consorcio canadiense Horizon Legacy, con más de 7 décadas de experiencia en el desarrollo de grandes infraestructuras en Canadá y la gestión de la agencia de innovación Agorize, la que tiene como objetivo revolucionar la industria de la construcción. La competencia consiste en desarrollar una propuesta innovadora para construir un edificio de 12 pisos de altura, antecedido por una vivienda pequeña de prueba de 2 pisos, en donde el principal requisito es utilizar las últimas tecnologías disponibles en el mundo en materia de construcción. El concurso se ha venido desarrollando por etapas, desde octubre de 2020 hasta fines del 2023, e incluye propuestas iniciales, elaboración de proyectos, construcción de prototipos y ejecución de un gran edificio de viviendas. En particular, el desafío demanda, además de la aplicación de nuevas tecnologías, lograr una edificación de precio asequible (de costo inferior a los Can\$1.000 /m²), construida en plazos breves, sustentable e innovadora.

A partir de más de 400 propuestas recibidas en la primera fase, provenientes de 60 países, se seleccionaron primero 20 equipos y posteriormente 9 que hoy están en la ronda de selección para el prototipo. Dentro de estos 9 equipos, sólo un equipo latinoamericano fue seleccionado, y correspondió al conformado por académicos e investigadores de la Universidad del Bío-Bío, Chile, el que en particular está integrado por arquitectos, ingenieros civiles e ingenieros constructores. La propuesta que les ha permitido llegar hasta esta etapa, consiste en una modelación BIM de los dos edificios que contempla la competencia (2 y 12 pisos cada uno), la que combina el uso de moldajes monolíticos, impresión 3D de hormigones, y la implementación de un gemelo digital BIM para la gestión de proyecto, que permita alcanzar los objetivos de la competencia.

En concreto entonces, la presente ponencia consiste en el desarrollo colaborativo de un edificio de innovación tecnológica, desde su fase de propuesta inicial, desarrollo de prototipo y edificación en altura, el que desde el punto de vista del diseño logra integrar distintos modelos BIM (arquitectura, estructuras y MEP), cuya construcción considera el uso de tecnologías de vanguardia, en donde destaca el uso de hormigones impresos bajo el principio de manufactura aditiva, el que será desarrollado íntegramente utilizando brazos robóticos que se irán emplazando en distintos lugares del proyecto. Todo gestionado desde BIM, aportando valor al proyecto desde el punto de vista del apropiado manejo de la información, al integrar no sólo las especialidades (a través de Revit arquitectura, Revit Estructuras y Revit MEP), sino también a través de protocolos de comunicación “machine-to-machine” (BIM-Robot) para los procesos de manufactura aditiva considerados.

CONTENIDO

1. Introducción
2. Diseño Integrado del Proyecto
3. Proceso de Modelado
 - a. Selección de tecnologías
 - b. Estudio de contexto y sitio
 - c. Modelo volumétrico
 - d. Análisis y Diseño Estructural
 - e. Diseño Residencial
 - f. Cubicación y presupuesto
 - g. Planificación del proyecto
4. Conclusión
5. Bibliografía

1. Introducción

La industria de la construcción a nivel mundial es un sector dinámico cuya actividad, sólo durante el 2019, y a pesar de la pandemia SARS-CoV-2, alcanzó los US\$12.745 mil millones, y se espera que logre un estimado de US\$10,5 billones para 2023, con una tasa compuesta anual del 4,2% entre 2018 y 2023 (Lucintel, 2021), donde estos indicadores, para la industria de la construcción, permiten predecir el comportamiento futuro de la economía y el desarrollo de los países (OECD, 2020). Así, como motor de la economía, esta industria se enfoca en satisfacer necesidades en materia de infraestructura y vivienda, siendo la productividad, la innovación y la sostenibilidad, los drivers que buscan resolver la escasez de vivienda a nivel global, entre otras problemáticas.

Un ejemplo distintivo de este desafío para la industria, es el concurso internacional “Marco Polo 100 Digital Build Challenge” (Agorize, 2020), organizado por la empresa de innovación abierta Agorize y la constructora canadiense Horizon Legacy. El propósito de esta iniciativa, es encontrar soluciones disruptivas en el campo de la construcción de viviendas sostenibles y asequibles en Canadá. Para ello, se valora la incorporación de nuevas tecnologías y procesos de construcción, particularmente la impresión 3D. Un equipo de investigadores de la Universidad del Bío-Bío asume el reto de participar, elaborando una propuesta de diseño integrado de un edificio residencial de 12 pisos de altura, que incluye una validación correspondiente a una vivienda de 2 niveles (prototipo).

El diseño integrado del proyecto considera un enfoque holístico para la conformación del edificio y por ende la vivienda piloto, reuniendo distintas especialidades de forma coordinada. Se utiliza la metodología Building Information Modeling (BIM) en la configuración del proyecto. En este sentido, en Chile y en el mundo, desde la implementación de esta metodología, tiempos y costos se han visto reducidos (Forcael et al., 2018). No sólo ha cambiado la manera de procesar y coordinar la información, sino que también el nivel de complejidad de ésta, junto con su alcance. La metodología BIM utilizada en este proyecto considera el diseño y desarrollo de un proyecto constructivo, administrado por un sistema de base de datos que facilita la toma de decisiones. De esta forma, el flujo de información es continuo, por lo que toda la entrada de información va confluyendo en un modelo digital multidimensional, en donde esta estrategia puede ser sometida a comprobación y análisis, aportando simulaciones que permitan evolucionar eficientemente su diseño producción, operación y mantenimiento (Hofstadler & Kummer, 2021).

En este contexto, la Universidad del Bío-Bío ha sido un actor activo de difusión de la metodología BIM en Chile, colaborando con diversas iniciativas y llevando adelante distintos proyectos de investigación, tales como, el Laboratorio de Diseño Integrado de edificios. Esta experiencia, le permitió superar las etapas de selección del concurso, llegando a estar actualmente dentro de los 9 equipos que siguen participando de los más de 400 propuestas que inicialmente se inscribieron. Las propuestas concursadas provinieron desde 60 países a nivel mundial, y en la ronda actual de prototipo, la Universidad del Bío-Bío (UBB) es el único equipo latinoamericano en competencia. Uno

de los fundamentos para alcanzar este hito es que, en Chile, existe un impulso sostenido respecto de la implementación de BIM y el diseño integrado, para crear valor en la gestión de proyectos, donde destaca el desarrollo de un estándar para proyectos públicos elaborado por el PlanBIM Chile, que separa el proyecto de construcción en 4 fases: planificación, diseño, construcción y operación (CORFO, 2019). Esto ya es parte de los nuevos proyectos públicos que se están llevando adelante en el país, y que está cambiando el entorno de la industria.

Dentro de la propuesta valor, el proyecto presentado por la UBB ha integrado la modelación BIM al uso de moldajes monolíticos, hormigones autocompactantes, e impresión 3D de hormigones (García-Alvarado et al., 2021); todo implementado a través de un gemelo digital BIM para la gestión del proyecto. Todas tecnologías que se enmarcan dentro de lo que hoy se conoce como Construcción 4.0, como la exploración de nuevas tecnologías en arquitectura, ingeniería, y construcción, durante todo el ciclo de vida de los proyectos (Schönbeck et al., 2020), la cual se erige sobre dos pilares: industrialización de los procesos constructivos y digitalización de la industria de la construcción (Forcael et al., 2020), y que además considera el flujo continuo de datos, desde la planificación digital hasta una construcción totalmente automatizada (Menna et al., 2020). En este sentido, el proyecto desarrollado por la Universidad del Bío-Bío considera una funcionalidad arquitectónica singular, pues utiliza un modelo del edificio que identifica la función de la construcción y sus interacciones. Esto lo logra a través de un diseño de fachadas de placas horizontales y muros ondulados, que expresan la forma como referencia a la estructura interna. Novedoso y atractivo, el conjunto de espacios del edificio se distingue de colores variados y estimulantes, para lograr una identidad diferente a la oferta inmobiliaria existente. Además, el proyecto aborda la diversidad, destacando en el paisaje local y facilitando el reconocimiento del individuo. Esto también permite tener diferentes perfiles de ocupantes y adaptar el edificio a diferentes visiones o intereses. Ciertamente, que uno de los elementos atractivos del diseño integrado son las placas que generan balcones, especialmente anchos en las esquinas, que brindan una proyección visual a las viviendas de todos los paisajes circundantes. Es decir, diversas funcionalidades que operan juntas, con el fin de realizar la misión de crear viviendas para distintos grupos de una sociedad diversa.

Por otra parte, el proyecto participante tiene la capacidad de adaptación e incorporación de un sistema constructivo, a medida que aumenta de forma significativa el número de viviendas. Este principio no es menor, ya que las comunidades son activas y dinámicas, por lo que las viviendas evolucionan en el tiempo (Tsenkova, 2020). La durabilidad del edificio está asegurada por su estructura de hormigón armado y muros de hormigón impreso, que le confieren resistencia

a fenómenos sísmicos y exigencias climáticas. Un revestimiento elastomérico externo proporciona una impermeabilidad permanente y una protección de la apariencia contra el clima exterior, apoyado con sellos y revestimientos de losas y ventanas, que se pueden reparar fácilmente y enfrentar el deterioro. A esto se suma, la sostenibilidad del proyecto, pues integra ecodiseño (Marques et al., 2017) y ecoeficiencia (Belucio et al., 2021) en una etapa temprana, para generar reducciones de hasta un 80% en la carga ambiental del ciclo de vida del edificio, asegurando el confort interior en el clima frío y estacional de Canadá. Mediante la selección de materiales y sistemas constructivos innovadores —que permitan optimizar plazos y costos de construcción, como la memoria ambiental de cada componente—, es posible cuantificar indicadores de sustentabilidad. Las principales categorías de impacto ambiental vinculadas al diseño, construcción y uso del edificio que podrían reportarse, serían la Huella de Carbono, Huella Energética y Residuos de Construcción y Demolición para promover una economía circular.

Como se puede ver, este proyecto de edificación residencial se ha abordado de forma integral, creando valor en su diseño para maximizar los beneficios de una inversión, a través de una solución innovadora y una perspectiva sostenible durante su ciclo de vida. Indudablemente, es el resultado de un enfoque colaborativo y sistemático, basado en un equipo multidisciplinar de profesionales de la arquitectura, construcción e ingeniería, que interactúan generando flujos de información eficaces que, si bien son complejos, no implican un intrincado trabajo ni una fragmentación del proyecto.

2. Diseño Integrado del Proyecto

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo utilizando una plataforma BIM para trabajar el diseño. En primer lugar, se estableció una grilla de ejes ortogonales para la estructura, que estaría compuesta por columnas y vigas, principalmente. La grilla se dimensionó con respecto al área establecida en el concurso, de 22 x 41 m, resultando en una modulación de 5 x 5,7 m. Luego de disponer las columnas, se ubican los muros, que conforman las circulaciones verticales. Posteriormente, el análisis estructural determinó que se debían agregar 2 muros en cada extremo para aumentar la rigidez torsional del edificio frente a cargas laterales de viento y sismo. A partir de esta planta, se levantaron los 12 pisos requeridos por el concurso. La definición de esta grilla y de la distribución de los elementos estructurales era esencial para la propuesta, que se basa en una estructura en hormigón armado, con muros divisorios impresos en cada nivel.

Luego de definir la grilla inicial y en paralelo al desarrollo de la estructura, comenzó el trabajo en el layout de la arquitectura. Este debía incorporar 4 tipologías de departamentos, que se diferencian por la cantidad de dormitorios y baños. Todos los recintos quedan definidos por los muros de hormigón impreso de geometría curva. Esto planteaba un desafío, pero también una oportunidad, a la hora de organizar la distribución de los recintos. Aprovechando la forma curva de los muros divisorios, se encontraron formas innovadoras en la disposición y relación entre espacios. Cada nivel cuenta, también, con voladizos en todas sus direcciones, permitiendo la presencia de balcones en cada departamento.

A partir del modelo y durante su desarrollo, se realizó el análisis estructural, que permitió definir diversos detalles en el modelo sobre el tamaño de las secciones y la distribución y cantidad de elementos estructurales, organización de recintos, entre otros. Al mismo tiempo, el modelo integrado permitió el desarrollo de especialidades, incluyendo instalaciones sanitarias, eléctricas, calefacción, ventilación y protección contra incendios. La colaboración a través del modelo facilitó la definición de los diversos detalles requeridos para el proyecto.

Una vez finalizado el modelo, se utilizó la información para generar el presupuesto y planificación de la obra. Esto, también, permitió generar ajustes al diseño, para ajustar costos y tiempos de ejecución. Finalmente, se generó toda la información de planos y renders a partir del modelo BIM, facilitando la presentación del proyecto al concurso.

3. Proceso de Modelado

El desarrollo del proyecto de edificio para el desafío de Horizon Legacy abordó una metodología prospectiva, basada en la recopilación de antecedentes y experiencias previas, así como el análisis y desarrollo de diseños, especificaciones y planificaciones de las diferentes especialidades concurrentes. Se consideraron básicamente los requerimientos de costo y plazo de construcción, además de condiciones generales de innovación, sustentabilidad, distribución y superficies residenciales y documentación técnica de proyecto, establecida en las bases del concurso. Se comenzó con la primera etapa en que se remitió una propuesta conceptual, mencionando las capacidades y sugerencias iniciales, con imágenes de tecnologías y modelo inicial. Después de quedar seleccionados en la siguiente fase, se aborda una secuencia iterativa de trabajo, a partir de una selección de tecnologías y estudio del contexto. Posteriormente, un esquema volumétrico de arquitectura, análisis de desempeño y diseño de elementos estructurales, y luego el diseño de departamentos que conlleva a la definición constructiva y detallamiento, generando

la cubicación, presupuesto y planificación de obra, mientras se realizaban las vistas reales y reportes tecnológicos complementarios. Todo, en torno a un modelo BIM central, y una toma de decisiones concurrente de todos los profesionales involucrados en torno a los requerimientos y condiciones del proyecto.

Esta secuencia lineal de trabajo, se despliega en las distintas especialidades, distribuidas por grupos de profesionales, con diferentes intensidades de trabajo y flujos de información, de acuerdo con la siguiente clasificación:

a. Selección de tecnologías

Las tecnologías consideradas en el proyecto consisten en el uso de hormigones autocompactantes vaciados sobre moldajes monolíticos para la estructura soportante, optimizando los tiempos de descimbre al utilizar curvas de factor de madurez del hormigón, además de la impresión 3D de microhormigones para los muros interiores. Todo esto, a través de principios de diseño integrado de proyectos, que consideran el uso BIM y en particular Revit Arquitectura, Estructuras y MEP.

b. Estudio de contexto y sitio

El lugar planteado para el proyecto, tanto para el edificio grande como los pequeños, fue un suburbio de Toronto, entregando planos y fotos del sitio, con demarcaciones de emplazamiento y estacionamientos sugeridos (Fig.1). Posteriormente se informó el cambio de construcción de los edificios pequeños en la localidad turística de Gananoque al norte de la ciudad (Fig.2).



Fig.1 Plano de Emplazamiento

La ciudad de Toronto, localizada al sur de Canadá y al borde del lago Ontario (y por tanto próxima al sector estadounidense) constituye un área urbana de más de tres millones de habitantes de alto nivel de vida, con un centro urbano y amplio suburbio residencial de viviendas independientes y bloques habitacionales. Posee un clima estacional, con temperaturas muy bajas en invierno y medias en verano, que fomentan la vida interior.

Para caracterizar el diseño residencial, se revisaron varios sitios de promoción inmobiliaria de la zona de Toronto, que presentaban alternativas de departamentos, recopilando planos y fotos interiores. Además, se solicitó a la inmobiliaria mandante un repertorio de imágenes de referencia esperada. Identificando tendencias centrales y algunas variaciones relevantes, en particular la inmobiliaria mandante se orientó hacia ambientes residenciales más abiertos e industriales, de carácter juvenil e innovador, mientras la oferta prevaleciente era más doméstica y terminada.

c. Modelo volumétrico

El diseño comenzó considerando lo establecido en el concurso en cuanto a superficie de ocupación, superficie construida y cantidad de unidades. Para esto, se decidió considerar una grilla ortogonal moduladas según la superficie de ocupación máxima. Esto se adaptó, también, al esquema conceptual propuesto de una estructura principal basada en un sistema mixto de marcos y muros de hormigón armado, con muros divisorios en hormigón impreso. Los muros de hormigón armado definen las circulaciones verticales, mientras que los marcos facilitan la distribución de las unidades de departamentos.

A partir de la definición de esta grilla, se realizó un modelo volumétrico en BIM, para estudiar posibles configuraciones y volúmenes, considerando la ubicación de las circulaciones y disposición de los recintos. Se exploró la posibilidad de incorporar patios interiores



Fig.2 Vista de Gananoque

y escalamiento de niveles, para optimizar la exposición al sol. Finalmente, se resuelve en un volumen paralelepípedo, separando las circulaciones verticales en 3 volúmenes, y asegurando una mejor distribución de muros estructurales.

El modelo estructural de base se utilizó, posteriormente, para la definición de las unidades y organización de recintos, análisis estructural y diseño de especialidades. Además, permitió obtener las cantidades de materiales para el cálculo de presupuesto y facilitó la planificación de la obra.

d. Análisis y Diseño Estructural

El modelo BIM fue exportado desde Revit Estructuras hacia el programa de análisis y diseño estructural ETABS. Luego, en ETABS, se depuró la geometría del modelo volumétrico, se generó una malla óptima para el modelo estructural de elementos finitos del edificio, se asignaron las cargas solicitantes, se ejecutó el análisis estructural y se diseñaron los elementos de hormigón armado. Tanto la asignación de las cargas de viento y sismo, como el diseño de los elementos de hormigón armado, se realizaron según las normativas de análisis y diseño estructural vigentes en Canadá.

El proceso de análisis y diseño estructural del edificio fue realizado de manera iterativa y colaborativa con el equipo de arquitectura y construcción (Fig.3). Las dimensiones geométricas originales de muros, losas, columnas y vigas, propuestas en el modelo volumétrico, fueron modificadas para poder cumplir con los requisitos de diseño estructural. Sin embargo, este proceso de colaboración y cambio fue bastante fluido debido a la compatibilidad entre los modelos estructurales de ETABS y los modelos BIM de Revit Estructuras.

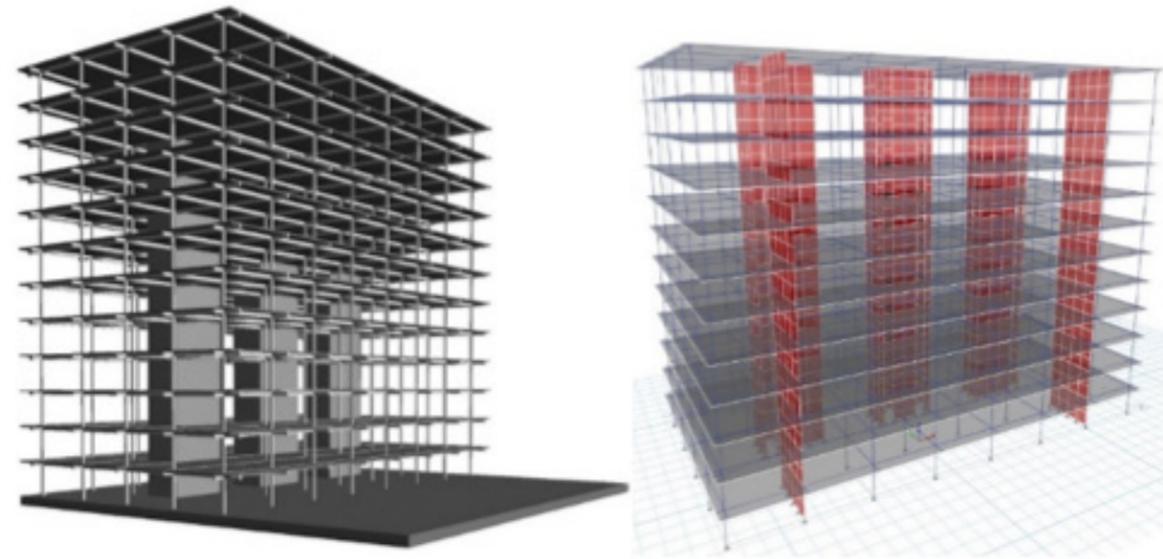


Fig.3 Modelo Estructural

e. Diseño Residencial

El programa del edificio mayor exigía 12 pisos, con un total aproximado de 10.000 m² y 175 departamentos, en tres tipologías (Studio, 1 dormitorio y 2 dormitorios) que tenían superficies mínimas (30, 50 y 64,5 m²) y se distribuyeran en un 30%, 50% y 20% respectivamente. Por lo que primero se realizó un análisis esquemático en dos plantas tipos consecutivas (par-impar), para alojar una proporción equivalente de departamentos según los módulos estructurales, replicada consecutivamente en altura, produciendo también una variación en fachadas.

La distribución interior consideró también un pasillo central de dimensiones similares a los proyectos residenciales en la zona, y tres cuerpos de circulación vertical (dos escaleras independientes y un foso de cuatro ascensores). Esto aseguró una magnitud equivalente de fachada para obtener la mayor captación solar en cada departamento según la profundidad disponible según la volumetría.

Posteriormente se aplicó el trazado de muros interiores para las divisiones de departamentos y recintos, considerando muros impresos de tres tipos (interiores, separaciones y exteriores), con una curvatura alternada cóncava-convexa de radios amplios, que produce unos desfases de hasta 60 cm. por lado. Esta sinuosidad de los muros, debe ser regulada detalladamente para conformar

recintos, especialmente en esquinas, vanos y lugares de almacenaje. Además de cumplir con las superficies totales requeridas por departamento. Para lo cual las funciones de curvatura y encuentro automático de muros, y estimación de áreas de la plataforma BIM es crucial. También se consideraban los accesos y ventanales al exterior, como encuentros o proximidades con vigas y pilares de la estructura principal. Por lo que se debía probar simultáneamente la ocupación interior de mobiliario, diseñando algunas piezas especiales como veladores o muebles de cocina para ajustarse a las curvaturas requeridas.

De acuerdo con el diseño preliminar, se consideran las losas salientes, por lo que los muros exteriores curvos se aproximaron a los bordes de manera sinuosa, dejando salientes abiertas y en algunos casos conformando balcones, en especial en las esquinas. Esto permite una mayor relación con el exterior y una expresión variada del perfil del edificio, acogiendo también una diversidad de interacciones y vistas posibles.

En los interiores, la conformación sinuosa de los muros acentúa la percepción espacial y táctil de los paramentos, brindando lugares cóncavos que remarcan el acogimiento y diversificando la longitud de los espacios más extensos (como el pasillo central o los salones), además de otorgar un ambiente singular e innovador. En el diseño

general, se consideró también el acceso y servicios en el primer nivel, con una plaza de acceso. Estacionamientos están considerados en el sitio y otros servicios en el basamento (que será desarrollado por la inmobiliaria).

En el edificio pequeño, el programa requería sólo tres departamentos (uno de cada tipo) en dos niveles, orientado a probar las tecnologías consideradas. Por lo cual se contempló los dos departamentos de menor tamaño (studio y un dormitorio) en la planta inferior con acceso directo desde el exterior, y el departamento mayor (de dos dormitorios) en la planta superior con una terraza abierta y una escalera circular separada, para remarcar la expresión volumétrica. Los muros curvos también se redujeron de radios para enfatizar la sinuosidad en una menor extensión. Generando un ejemplo en menor tamaño de la expresión singular e innovadora de la arquitectura planteada.

El proceso inició con la distribución de las tipologías solicitadas: 30% Studio, 50% 1-Bedroom y 20% 2-Bedroom con medidas mínimas, 30m², 50m² y 54,5m² según corresponden. Para esto se observaron plantas de edificios residenciales de Ontario, con el fin de acercarnos a la realidad habitacional que viven sus ciudadanos. En el principio se propuso la distribución de 3-7-4 y 6-7-2 en pisos intercalados (ver Fig. 4); sin embargo, a medida que el concurso avanzaba, se cambiaron las reglas de dimensiones internas de los departamentos, por lo que el resultado final varió a 7-4-4 y 2-7-4 para cumplir con los porcentajes de tipologías solicitadas al inicio.

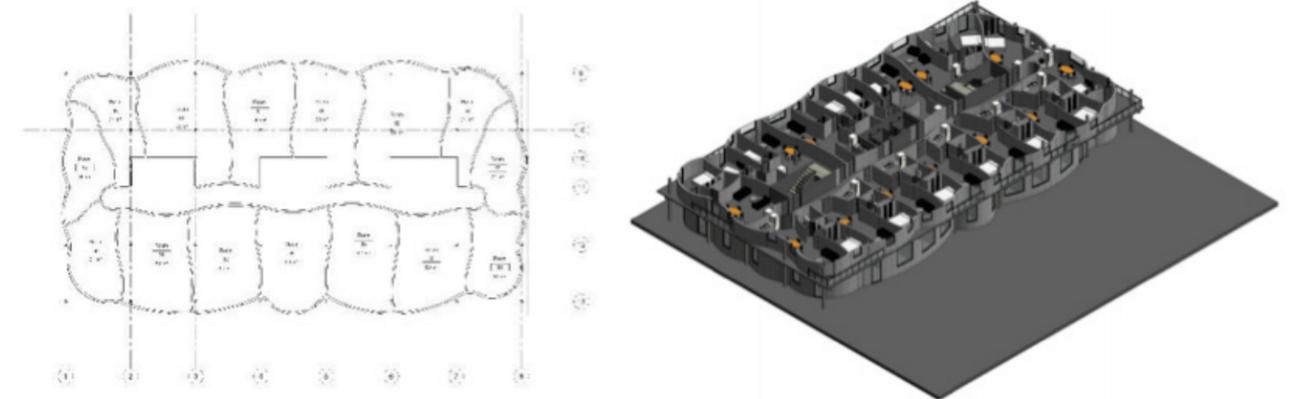


Fig. 4. Distribución inicial de las plantas en edificio grande y corte en 3D.

Siguiendo la distribución planificada, se traspasó a Revit. Desde un principio el edificio se concibió con una estructura ortogonal, con un módulo de 5,7m x 5m. entre pilares, 3 núcleos rigidizantes y una losa de 41m x 22,2m en total. Con estas condiciones se realizó el traspaso de un esquema ortogonal hacia uno sinuoso. Una de las ventajas que nos dio el programa fue la rapidez y la precisión en la inserción y diseño de los muros curvos, que en programas 2D hubiera

multiplicado la cantidad de tiempo. Aprovechando las oportunidades del programa, se pudieron modificar varias veces los muros con tal de tener una precisión en los metros cuadrados interiores solicitados. Uno de los primeros esquemas de distribución insertos en las plantas curvas fue el inicio para seguir perfeccionando las plantas hasta su versión final (ver Fig. 4 y 5).

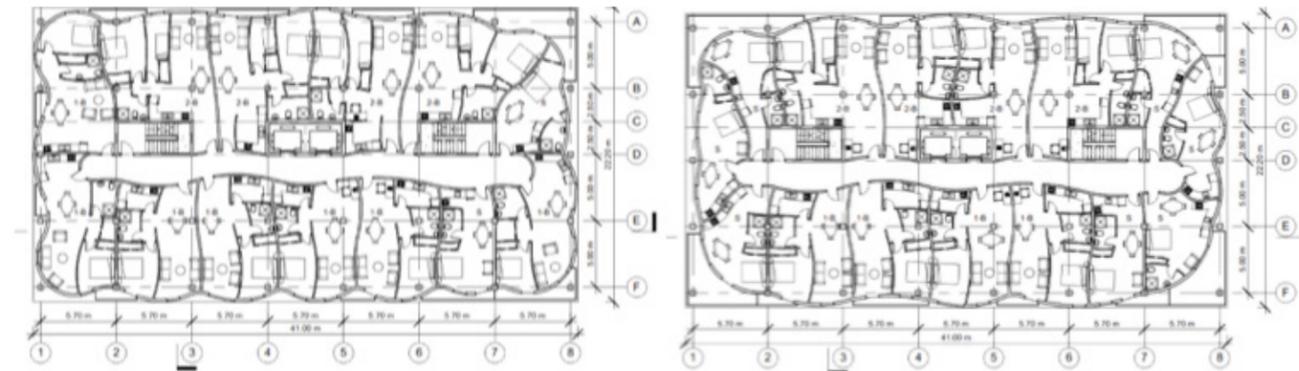


Fig. 5. Plantas finales edificio grande.

La búsqueda de innovación, versatilidad y construcción con nuevas tecnologías, como la impresión 3D, llevó a trabajar con la sinuosidad de los muros, generando una forma atípica de trabajar la fachada y tabiques interiores, y un desarrollo espacial único en este tipo de viviendas.

El proceso de construcción digital de los muros permitió ver lógicas no tradicionales. Las vigas, ventanas y puertas tienen un rol crucial. Para la disposición final de los muros se tuvo la precaución de no dejar ningún vano con dintel, con tal de facilitar la creación in-situ de las paredes. Esto llevó a que las ventanas y puertas deban ser a ras de cielo, y su disposición cuidadosamente puesta para no interferir con ninguna viga de cielo, tanto en el edificio grande como en el edificio pequeño.

El proceso de experimentar con las aperturas buscando la luz del sol (ver Fig. 4), llevó a generar un proceso continuo de propuestas para entregar una mejor solución a los futuros residentes. La lógica para disponer muros sinuosos dependió de la distribución de los departamentos y su tipología, para que en cada saliente de muro pueda ubicarse una ventana que reciba el sol. Por esto, en la zona sur hay una mayor cantidad de curvas, pues hay más departamentos

(1-Bedroom) que en la zona norte (2-Bedroom), encontrando en el sector norte unas curvas más amplias, debido al ancho de su tipología. En este sentido, es la misma fachada la que está hablando de lo que hay en su interior.

El edificio pequeño responde a la misma lógica conceptual y estructural que el anterior (ver Fig. 6), sin embargo, llevada a una escala más reducida, donde existe un tipo de cada modelo de departamento (1 Studio, 1 1-Bedroom y 1 2-Bedroom). Esta vivienda a pesar de seguir los mismos alineamientos compositivos, su interior es único en comparación a los estilos encontrados en el edificio grande.

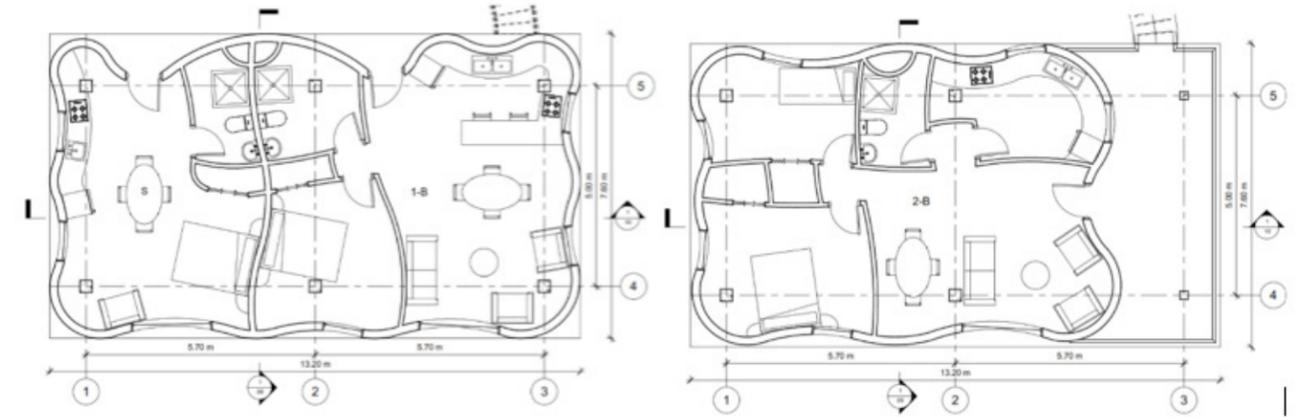


Fig. 6. Plantas finales edificio pequeño.

A medida que el proyecto va avanzando, con el orden de departamentos ya definidos y la solución de fachada lista, se proyecta cada espacio interior. Los muebles son únicos en su tipo, lo que permite una personalización completa para cada vivienda (ver Fig. 7). De esta

manera, los muebles no son una simple decoración, sino que se entrelazan con su entorno, generando que el edificio no sólo hable desde su globalidad, sino que incluso dentro de lo más mínimo, dentro del diario vivir.

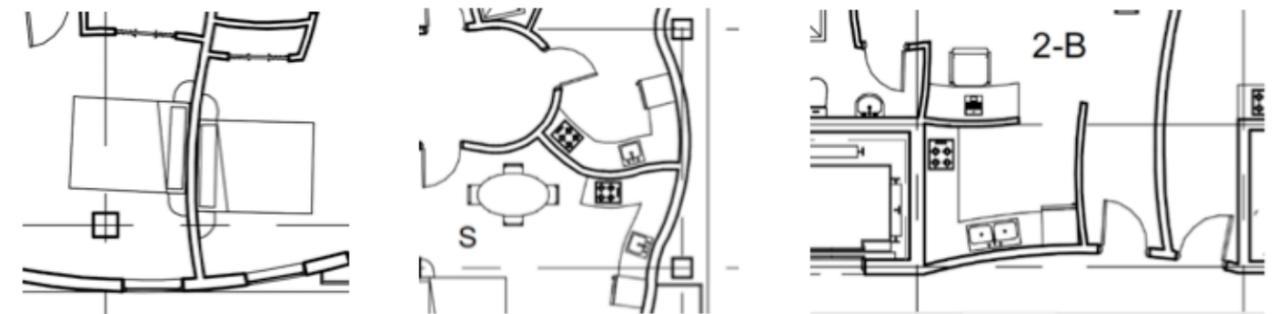


Fig. 7. Mobiliario propuesto.

La rápida obtención de datos dentro del programa nos ayudó a elaborar la información de una manera más ordenada y certera, tanto en las planimetrías, en el presupuesto, en los m2 exigidos y en

los análisis de recorrido (ver Fig. 8). Estas cualidades nos permiten profundizar más en el desarrollo del edificio.

ELEMENTO			CANTIDAD			VOLUMEN			MATERIAL			COSTO		
ID	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	
MUR	MUR 1.0	m ²	100	m ²	100	m ³	100	m ³	100	m ³	100	m ³	100	
MUR	MUR 2.0	m ²	200	m ²	200	m ³	200	m ³	200	m ³	200	m ³	200	
MUR	MUR 3.0	m ²	300	m ²	300	m ³	300	m ³	300	m ³	300	m ³	300	
MUR	MUR 4.0	m ²	400	m ²	400	m ³	400	m ³	400	m ³	400	m ³	400	
MUR	MUR 5.0	m ²	500	m ²	500	m ³	500	m ³	500	m ³	500	m ³	500	
MUR	MUR 6.0	m ²	600	m ²	600	m ³	600	m ³	600	m ³	600	m ³	600	
MUR	MUR 7.0	m ²	700	m ²	700	m ³	700	m ³	700	m ³	700	m ³	700	
MUR	MUR 8.0	m ²	800	m ²	800	m ³	800	m ³	800	m ³	800	m ³	800	
MUR	MUR 9.0	m ²	900	m ²	900	m ³	900	m ³	900	m ³	900	m ³	900	
MUR	MUR 10.0	m ²	1000	m ²	1000	m ³	1000	m ³	1000	m ³	1000	m ³	1000	
MUR	MUR 11.0	m ²	1100	m ²	1100	m ³	1100	m ³	1100	m ³	1100	m ³	1100	
MUR	MUR 12.0	m ²	1200	m ²	1200	m ³	1200	m ³	1200	m ³	1200	m ³	1200	
MUR	MUR 13.0	m ²	1300	m ²	1300	m ³	1300	m ³	1300	m ³	1300	m ³	1300	
MUR	MUR 14.0	m ²	1400	m ²	1400	m ³	1400	m ³	1400	m ³	1400	m ³	1400	
MUR	MUR 15.0	m ²	1500	m ²	1500	m ³	1500	m ³	1500	m ³	1500	m ³	1500	
MUR	MUR 16.0	m ²	1600	m ²	1600	m ³	1600	m ³	1600	m ³	1600	m ³	1600	
MUR	MUR 17.0	m ²	1700	m ²	1700	m ³	1700	m ³	1700	m ³	1700	m ³	1700	
MUR	MUR 18.0	m ²	1800	m ²	1800	m ³	1800	m ³	1800	m ³	1800	m ³	1800	
MUR	MUR 19.0	m ²	1900	m ²	1900	m ³	1900	m ³	1900	m ³	1900	m ³	1900	
MUR	MUR 20.0	m ²	2000	m ²	2000	m ³	2000	m ³	2000	m ³	2000	m ³	2000	

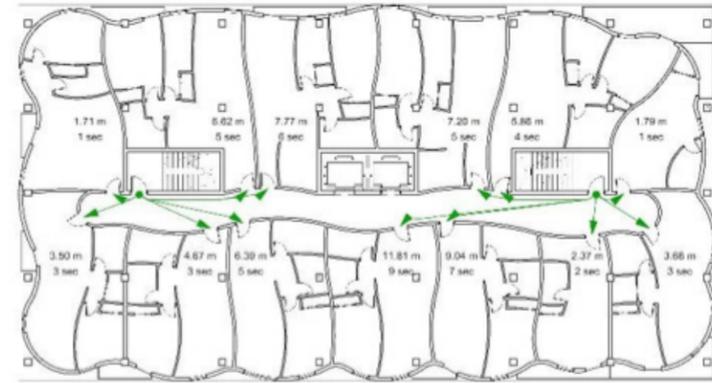


Fig. 8. Esquemas de datos obtenidos.

Para el desarrollo de los renders, se aprovechó el Direct Link de Twinmotion, que permitió trabajar con los archivos sincronizados en cada momento. En la visualización tridimensional se pudo concretar colores que destaquen a los 2 edificios, para que se vuelvan un objeto que caracterice a su zona con tonos vivos y puedan ser reconocido por todos los habitantes (ver Fig. 9 y 10).

Gracias al gemelo digital o Digital Twin, podemos tener el control de todo el proceso de desarrollo de la obra antes de iniciarla. Nos facilita corregir errores de encuentro entre muros, pilares y vigas, favoreciendo el tiempo de construcción, ya que los inconvenientes disminuirían en una gran cantidad o en su totalidad. Esta característica nos permite concebir el edificio antes de ser edificado.



Fig. 9. Imágenes interiores y una vista exterior.

f. Cubicación y presupuesto

La determinación de costo económico del proyecto, realizó a partir de la elaboración de un presupuesto en base al método de análisis de costos unitarios. Este método, considera las actividades del presupuesto en unidades unitarias, desglosadas en recursos necesarios para su correcta ejecución en terreno (materiales, mano de obra y máquinas y equipos). Cada recurso, está compuesto por un rendimiento, porcentaje de pérdida y costo unitario específico, para la unidad de medida que señala cada actividad.

Finalmente, de la sumatoria de todos los costos unitarios por la cantidad de obra total de cada actividad, se obtiene el costo total del proyecto (PD: el costo total del proyecto no puede ser informado, por condiciones de confidencialidad).

g. Planificación del proyecto

Mediante una correcta elaboración de la cubicación y modelos 3D, fue posible crear y planificar de manera eficiente la programación de las obras. Esto mediante la vinculación de actividades a cada elemento del modelo en un entorno 4D (usando un plug-in montado sobre

Revit), integrando las distintas especialidades, acorde a los tiempos obtenidos en laboratorio de los muros impresos. Los elementos fueron cotejados con la modelación obtenida en el diseño, además de los tiempos necesarios para cada etapa de moldaje e instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas. Este tipo de modelos BIM en 4D permite simular y obtener tiempos reales para las distintas etapas del proyecto.

Para el edificio pequeño de 2 pisos y el grande de 12 pisos, se tomaron en cuenta distintos factores para su programación, que se diferencian principalmente en que, el edificio de 12 pisos fue diseñado mediante programación rítmica, considerando paquetes de 4 pisos por etapa, el cual consideraba moldajes, enfierraduras, tiempos de curado del hormigón y traslado de maquinarias, además del tiempo necesario para las instalaciones y terminaciones. Así, el tiempo de construcción alcanzado para el edificio grande fue de 6 meses y medio, y de 1 mes para la edificación pequeña de dos pisos.



Fig. 10. Imagen exterior edificio grande.

4. Conclusión

La aplicación de BIM en esta experiencia proyectual, demuestra el valor de la información para la toma de decisiones durante la etapa de diseño, facilitando la integración de nuevas tecnologías, asegurando metas de presupuesto y plazos de ejecución, y logrando una arquitectura innovadora y atractiva. La vinculación del equipo de trabajo, mediante plataformas digitales en torno a un mismo modelo tridimensional de información, permitió el análisis rápido y vinculado entre los diferentes aspectos. Lo anterior permitió demostrar la eficiencia de una nueva perspectiva de organización profesional, como también de las posibilidades de edificación innovadora, en particular a través de un proyecto desarrollado en el marco de una competencia canadiense de carácter internacional, dentro de la cual la presente propuesta ha sido seleccionada dentro de las mejores del mundo.

5. Bibliografía

- Agorize. (2020). Marco Polo 100 Digital Build Challenge. Marco Polo 100. Digital Build Challenge.
- Belucio, M., Rodrigues, C., Antunes, C. H., Freire, F., & Dias, L. C. (2021). Eco-efficiency in early design decisions: A multimethodology approach. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124630. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.124630>
- CORFO, P. (2019). Estándar BIM para proyectos públicos (PlanBIM (ed.); 1° Edición).
- Forcael, E., Ferrari, I., Opazo-Vega, A., & Pulido-Arcas, J. A. (2020). Construction 4.0: A Literature Review. *Sustainability*, 12(22), 9755. <https://doi.org/10.3390/su12229755>
- Forcael, E., González, M., Soto-Muñoz, J., Ramis, F., & Rodríguez, C. (2018). Simplified Scheduling of a Building Construction Process using Discrete Event Simulation. 16th LACCEI International Multi-Conference for Eng; Education; and Technology: "Innovation in Education and; Inclusion."
- García-Alvarado, R., Moroni-Orellana, G., & Banda-Pérez, P. (2021). Architectural Evaluation of 3D-Printed Buildings. *Buildings*, 11(6), 254. <https://doi.org/10.3390/buildings11060254>
- Hofstadler, C., & Kummer, M. (2021). Data, Information, Knowledge, and BIM. In *Chances and Risks in Construction Management and Economics* (Springer T, pp. 69–101). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64014-9_3
- Lucintel. (2021). Growth Opportunities in the Global Construction Industry.
- Marques, B., Tadeu, A., Brito, J. DE, & Almeida, J. (2017). A Perspective on the Development of Sustainable Construction Products: An Eco-Design Approach. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 12(2), 304–314. <https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N2-304-314>
- Menna, C., Mata-Falcón, J., Bos, F. P., Vantghem, G., Ferrara, L., Asprone, D., Salet, T., & Kaufmann, W. (2020). Opportunities and challenges for structural engineering of digitally fabricated concrete. *Cement and Concrete Research*, 133, 106079. <https://doi.org/10.1016/J.CEMCONRES.2020.106079>
- OECD, O. for E. C. and D. (2020). Revisions Analysis Dataset – Infra-annual Economic Indicators : Production in Construction. *Infra-Annual Economic Indicators : Production in Construction*.
- Schönbeck, P., Löfsjögård, M., & Ansell, A. (2020). Quantitative Review of Construction 4.0 Technology Presence in Construction Project Research. *Buildings 2020*, Vol. 10, Page 173, 10(10), 173. <https://doi.org/10.3390/BUILDINGS10100173>
- Tsenkova, S. (2020). *Transforming Social Housing : International Perspectives*. (First Edit). ROUTLEDGE.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a todos los Patrocinadores y Auspiciadores que hicieron posible este Compendio y el Congreso Internacional BIM Forum Chile 2021 El valor de la información en la gestión de proyectos.

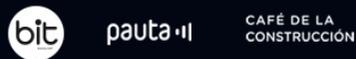
ORGANIZAN:



PATROCINAN:



MEDIA PARTNERS:



AUSPICIADORES FULL:



AUSPICIAN:



www.bimforum.cl

