

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM DURANTE LA ETAPA
DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Diana Sofía Yañez Correa

ASESOR:

Danny Eduardo Murguía Sánchez, Ph. D.

Lima, febrero, 2023

Informe de Similitud

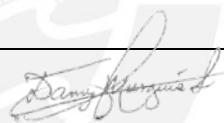
Yo, Danny Eduardo Murguía Sánchez, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM DURANTE LA ETAPA DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE SALUD” de la autora:

- Diana Sofía Yañez Correa

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 20/02/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 20 de febrero de 2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Murguía Sánchez, Danny Eduardo</u>	
DNI: 42283195	Firma 
ORCID: 0000-0003-1009-4058	

RESUMEN

La adopción de Building Information Modelling ha ido en aumento tanto en el sector privado como en el sector público gracias a que su uso evita errores que causan aumento del plazo y costo de los proyectos, además evita actos de corrupción aumentando la transparencia en el desarrollo de estos. Hacer uso de BIM significa un gran aporte a los proyectos de edificación, sin embargo, incluso utilizándolo cuidadosamente no se exime de cometer errores o ineficiencias. Considerando que realizar mejoras en etapas tempranas influye en la ejecución de la totalidad del proyecto se ha considerado el análisis de la etapa de diseño de establecimientos de salud. De este modo, se realizó un estudio post implementación de BIM en tres hospitales, un centro de salud y una clínica para identificar los retos que se presentaron en la etapa de diseño. Se clasificaron los retos que se presentaron en cinco ejes: tecnología, políticas, procesos, estándares y personas.

Este estudio contempla a los establecimientos de salud como la unidad de análisis, las conclusiones se obtuvieron en base a las entrevistas realizadas a profesionales que participaron en el diseño con BIM de estos establecimientos. Los principales retos encontrados fueron que no todos los profesionales tienen el mismo nivel de conocimiento de BIM, no se realiza el diseño directamente en 3D, problemas para definir el alcance de cada uno de los involucrados, la supervisión aún no tiene una participación directa en el BIM y no se tiene una malla curricular que promueva y faciliten el uso de BIM en las universidades, institutos y centros de formación técnica. Es necesario que estos factores sean considerados desde etapas tempranas por los tomadores de decisiones tanto en el sector público como privado de modo que el contratista, la supervisión, el cliente y otros involucrados estén alineados, y durante la ejecución del proyecto se pueda desarrollar todo el potencial de BIM

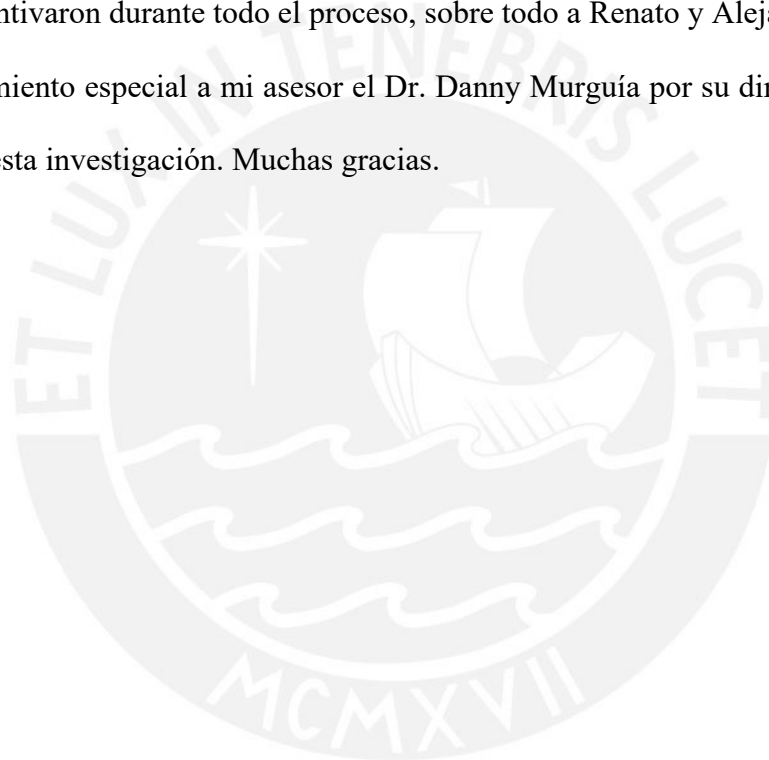
AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los profesionales que participaron en las entrevistas por su tiempo y la buena disposición para colaborar.

A mi madre Sonia Correa por su apoyo incondicional, a mi abuela María Rodríguez por todas las enseñanzas de vida y a mi hermano Jorge por la alegría de todos los días.

A Leo y Chloe por acompañarme durante la elaboración de la tesis. Y a los amigos que me apoyaron e incentivaron durante todo el proceso, sobre todo a Renato y Alejandro.

Un agradecimiento especial a mi asesor el Dr. Danny Murguía por su dirección durante la elaboración de esta investigación. Muchas gracias.



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general:.....	3
1.3.2 Objetivos específicos:	3
1.4 Pregunta de Investigación	3
1.4.1 Pregunta de investigación principal	3
1.4.2 Preguntas de investigación específicas	3
1.5 Alcances y limitaciones del estudio	4
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Contexto Peruano	5
2.1.1 Plan BIM Perú.....	5
2.1.2 Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios (PIRCC)	6
2.1.3 Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao	8
2.1.4 Estructura del sistema de salud del Perú	8
2.1.5 Categorización de los establecimientos de salud en el Perú	9
2.2 Building Information Modelling (BIM).....	12
2.2.1 Campos BIM	12
2.2.2 Etapas BIM	14
2.2.3 Nivel de información Necesaria (Level of Information Need, LOIN)	15
2.2.4 Nivel de Desarrollo (Level of development, LOD)	16
2.2.5 Plan de ejecución BIM (PEB).....	17
2.2.6 Entorno Común de Datos (Common data environment, CDE)	18

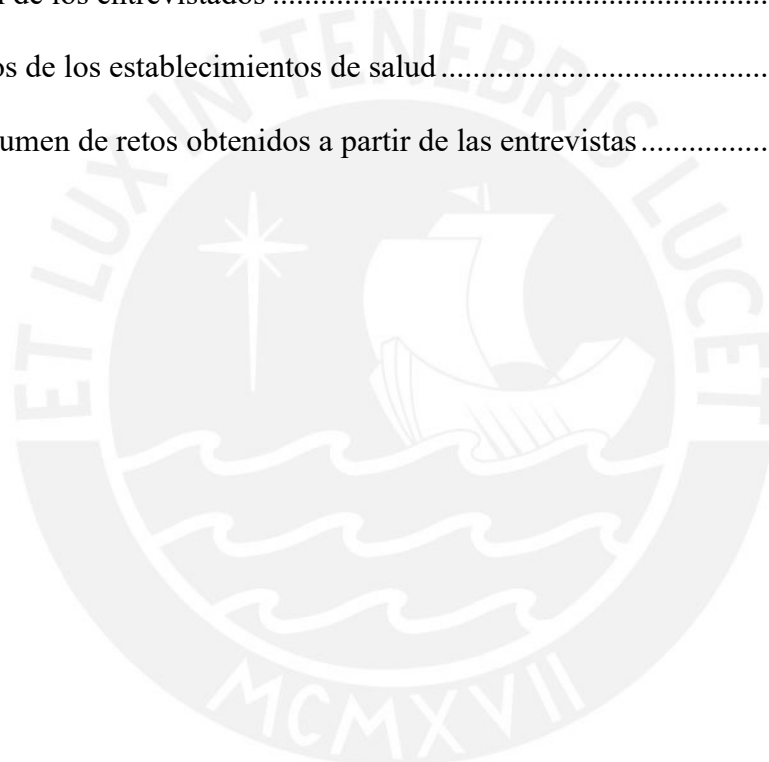
2.3	Metodología Virtual Design and Construction	19
2.3.1	Project Production Management (PPM)	20
2.3.2	Integrated Concurrent Engineering (ICE).....	21
2.4	Gestión del diseño con BIM.....	21
2.5	Retos en la implementación de BIM.....	23
CAPÍTULO 3: MÉTODOLÓGÍA DE INVESTIGACIÓN		38
3.1	Secuencia de investigación	39
3.2	Herramientas de recolección de datos.....	40
3.3	Selección de las muestras.....	41
3.4	Diseño de entrevistas	43
3.5	Formato de entrevista.....	46
3.6	Método de análisis de datos	47
3.7	Confiabilidad de los datos.....	47
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS		48
4.1	Descripción de los establecimientos de salud.....	49
4.2	Componentes cualitativos	50
4.2.1	Tecnología.....	50
4.2.2	Políticas.....	52
4.2.3	Procesos	53
4.2.4	Estándares	56
4.2.5	Personas	58
4.3	Análisis de los componentes cualitativos.....	61
CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		69
5.1	Tecnología.....	69
5.2	Políticas.....	70

5.3	Procesos	71
5.4	Estándares	73
5.5	Personas	74
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
6.1	Conclusiones	75
6.2	Recomendaciones	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		78



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Desafíos de implementación de BIM y su asociación con el proyecto, la organización o ambos.....	29
Tabla 2. Barreras que dificultan la adopción de BIM en Ghana.....	31
Tabla 3. Resumen de los principales retos en la implementación de BIM durante la etapa de diseño según la revisión de literatura.....	34
Tabla 4. Rol de los entrevistados	42
Tabla 5. Datos de los establecimientos de salud.....	43
Tabla 6. Resumen de retos obtenidos a partir de las entrevistas.....	65



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de resumen de acciones del plan BIM Perú.....	6
Figura 2. Intervenciones de reconstrucción del PIRCC	7
Figura 3. Intervenciones de reconstrucción del PIRCC	7
Figura 4. Estructura del sistema de salud del Perú.....	9
Figura 5. Establecimiento de salud según categorías.....	10
Figura 6. UPSS y actividades relacionadas de atención directa y de atención de soporte obligatorias.....	11
Figura 7. Tres campos entrelazados del marco BIM.....	13
Figura 8. Campos BIM actores y entregables	14
Figura 9. Etapas BIM	15
Figura 10. Level Of Information Need	16
Figura 11. Definiciones fundamentales de LOD.....	16
Figura 12. Concepto de Entorno Común de Datos	19
Figura 13. Metodología VDC	20
Figura 14. Curva de MacLeamy.....	23
Figura 15. Ejes principales de la investigación.....	33
Figura 16. Nube de palabras de la revisión de literatura relacionada a retos.....	34
Figura 17. Metodología de Investigación.....	40
Figura 18. Ejes principales de la investigación.....	44
Figura 19. Principales problemas relacionados a cada eje y pregunta formulada en relación con estos.	45
Figura 20. Nube de palabras obtenida a partir de las entrevistas	48
Figura 21. Nube de palabras relacionada a los retos identificados en las entrevistas	62

Figura 22. Gráfico frecuencia de palabras relacionado a los retos identificados en las entrevistas..... 63

Figura 23. Diagrama de análisis de conglomerados..... 64



LISTA DE ACRÓNIMOS

AEC: Architecture, Engineering and Construction / Arquitectura, Ingeniería y Construcción

ARCC: Autoridad para la Reconstrucción con Cambios

BIM: Building information Modelling / Modelación de la información para la construcción

EPC: Engineering, Procurement and Construction / Ingeniería, procura y construcción

ICE: Integrated, Concurrent Engineering / Ingeniería concurrente

IPD: Integrated Project Delivery / Ejecución integrada de proyectos.

ISO: International Organization for Standardization / Organización Internacional de Normalización

LOD: Level of development / Nivel de desarrollo

PIRCC: Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios

PPM: Project Production Management / Gestión de la producción del proyecto

UPS: Unidad Productora de Servicios

UPSS: Unidad Productora de Servicios de Salud

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

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Building Information Modelling es la actual expresión de la digitalización de la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC). Se crea valor basándose en el uso de modelos 3D de manera colaborativa, lo que significa métodos más eficientes para diseñar, crear y mantener activos; además, respalda la toma de decisiones y la gestión de la información.

El interés de implementar BIM está en aumento debido a que gracias a su uso se evita errores que causan aumento del plazo y costo de los proyectos, además evita actos de corrupción aumentando la transparencia en la ejecución de estos durante todo el ciclo de vida del proyecto. Su adopción en el sector público y privado ofrece una oportunidad de mejorar significativamente la eficiencia de las actividades en todas las etapas del proyecto. No obstante, aún existen brechas que deben cerrarse para que tanto empresas privadas como instituciones públicas puedan implementar BIM adecuadamente y sobre todo para lograr que todos los involucrados estén alineados con el alcance BIM del proyecto. Es necesario identificar y recopilar los retos que se presentan durante su implementación para lograr una mejora continua e identificar oportunidades de optimización.

Cabe mencionar que hacer mejoras en etapas tempranas influye positivamente en todo el ciclo de vida del proyecto. Por otro lado, la complejidad de diseñar proyectos de salud es mayor pues, en primer lugar, cuentan con una gran cantidad de especialidades involucradas; en segundo lugar, se debe tener consideraciones especiales para su diseño como la normativa, la asepsia, los flujos y adicionalmente, se debe tener en cuenta los requerimientos del cliente y la relación con la entidad supervisora. Por las razones antes mencionadas, el objetivo del presente trabajo de tesis es determinar los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de infraestructura de salud.

1.2 Justificación

El Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao mostró que la adopción BIM en proyectos ha aumentado de 25% a 39% entre 2017 y 2020 (Murguía et al., 2021). Este incremento indica que la industria AEC está apostando por el potencial que representa BIM. Además, en los últimos años, el Perú se ha propuesto mejorar la calidad de la infraestructura pública, impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas, se ha desarrollado el Plan BIM Perú que propone la adopción progresiva de BIM en los procesos de inversión de las entidades y empresas públicas hacia el año 2030. Como parte de este Plan BIM se cuenta con la Guía Nacional BIM, este documento ha sido elaborado para orientar, definir y estandarizar los conceptos relacionados a la Gestión de la Información de las Inversiones desarrolladas con BIM (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021b). Por otro lado, se viene desarrollando el Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios que es otra muestra de la voluntad de las autoridades para mejorar o reponer infraestructuras públicas.

El sector salud es uno de los sectores de mayor impacto social en beneficio de la ciudadanía. A modo de ejemplo, el presente año, 2022, el gobierno asignó 3820.7 millones de soles del presupuesto público para fomentar los proyectos y cerrar la brecha de infraestructura hospitalaria a nivel nacional (Gob.pe, 2022). Sin embargo, reportes de la Contraloría de años anteriores muestran que hasta 1.900 millones de soles se han invertido en hospitales que están inconclusos y paralizados (Estrada et al., 2020).

Algunos proyectos del sector salud han iniciado la adopción de BIM. Por tanto, es necesario estudios específicos para tener una mejor comprensión de los retos e impactos de la implementación de BIM en este sector debido a la complejidad técnica en el diseño y construcción. En consecuencia, en el presente trabajo de tesis se realizará un estudio post implementación de BIM a través de entrevistas a profesionales que participaron en el diseño

de proyectos de salud usando BIM para identificar los retos que surgieron durante su implementación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

Determinar los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de proyectos de salud.

1.3.2 Objetivos específicos:

1. Sintetizar los retos de la implementación BIM en base a la revisión literaria.
2. Recolectar datos cualitativos a través de entrevistas a profesionales que han participado en proyectos de salud y han implementado BIM.
3. Analizar los retos respecto a su clasificación en cinco ejes principales: procesos, tecnología, política, estándares y personas.

1.4 Pregunta de Investigación

1.4.1 Pregunta de investigación principal

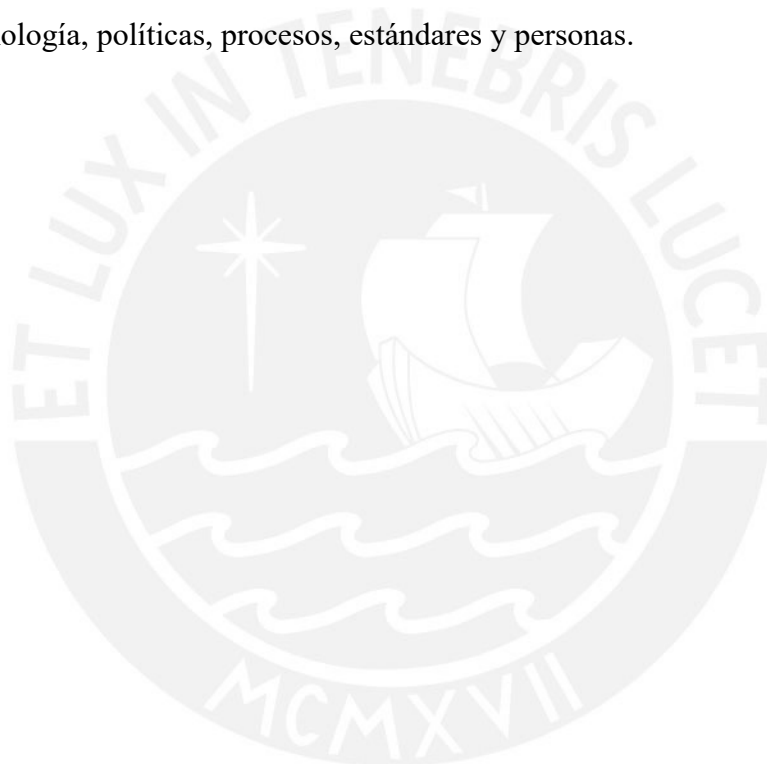
¿Cuáles son los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de proyectos de salud?

1.4.2 Preguntas de investigación específicas

1. ¿Cuáles son los retos que se presentaron al implementar BIM en proyectos de construcción según la literatura?
2. ¿Cuáles son los retos que se presentaron en proyectos de salud que han implementado BIM según la experiencia de profesionales?
3. ¿Cuáles son los resultados del análisis de los datos proporcionados por las entrevistas?

1.5 Alcances y limitaciones del estudio

El alcance del presente trabajo de investigación es la etapa de diseño de proyectos del sector salud peruanos cuyo diseño se ha desarrollado utilizando BIM, la unidad de análisis del presente trabajo de investigación son los establecimientos de salud. Los establecimientos que se contemplan en el siguiente estudio son tres hospitales, un centro de salud y una clínica. Para recopilar información sobre estos se realizaron entrevistas semiestructuradas a profesionales por parte del contratista sobre su experiencia durante el diseño con BIM de acuerdo con 5 ejes principales: tecnología, políticas, procesos, estándares y personas.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Peruano

2.1.1 Plan BIM Perú

El Plan BIM Perú formulado en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad propuesto por el Ministerio de Economía y Finanzas, tal como se muestra en la Figura 1, define la estrategia nacional para adoptar BIM de forma progresiva hacia el año 2030 en los procesos de las distintas etapas del ciclo de inversión ejecutados por las entidades y empresas públicas alineadas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, de forma coordinada con el sector privado y la academia.

El Plan BIM Perú se plantea al identificar la necesidad de modernizar y digitalizar los sistemas para formular, evaluar, ejecutar y poner en funcionamiento los proyectos. Este Plan busca garantizar la coordinación entre el sector público, sector privado y la academia para asegurar una correcta ejecución de las inversiones, y mejorar tanto la calidad como la eficiencia de estas durante todo el ciclo de inversión.

Sus principales documentos de referencia son las normas ISO 19650-1 *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles* y la norma ISO 19650-2 *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets*. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021a)

Figura 1.

Diagrama de resumen de acciones del plan BIM Perú.



Nota. Gráfico que representa las acciones a corto, mediano y largo plazo vinculadas a cada objetivo específico por línea estratégica. Tomado del *Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú*, presentado por el Ministerio de Economía y Finanzas (2020).

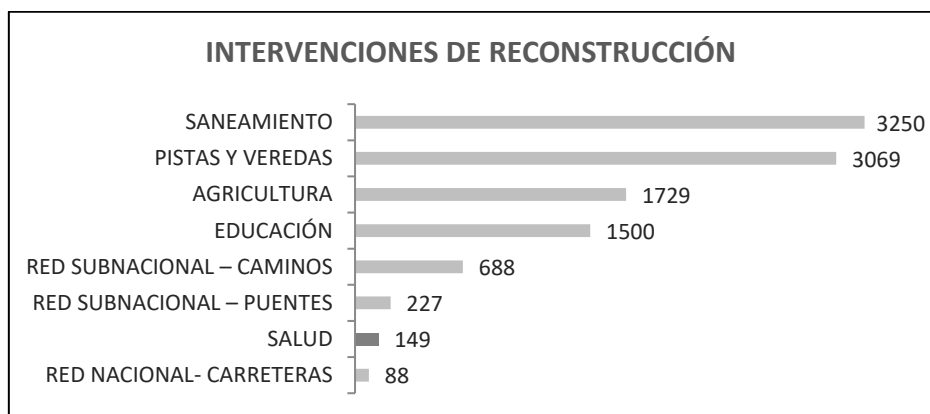
2.1.2 Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios (PIRCC)

El Plan Integral para la Reconstrucción con Cambios (PIRCC), fue planteado por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) basándose en los daños reportados en 13 regiones perjudicadas por el Fenómeno de El Niño Costero del año 2017.

Las intervenciones de reconstrucción tienen como objetivo restaurar el servicio y/o reponer la infraestructura, equipos y bienes públicos que existían anteriormente y que fueron dañados durante dicho fenómeno. Estas intervenciones están relacionadas a la infraestructura educativa, de salud, pistas y veredas, agricultura, saneamiento y transporte. En la Figura 2 se muestra las intervenciones de reconstrucción proyectadas; en la Figura 3 el detalle de las intervenciones del sector salud.

Figura 2.

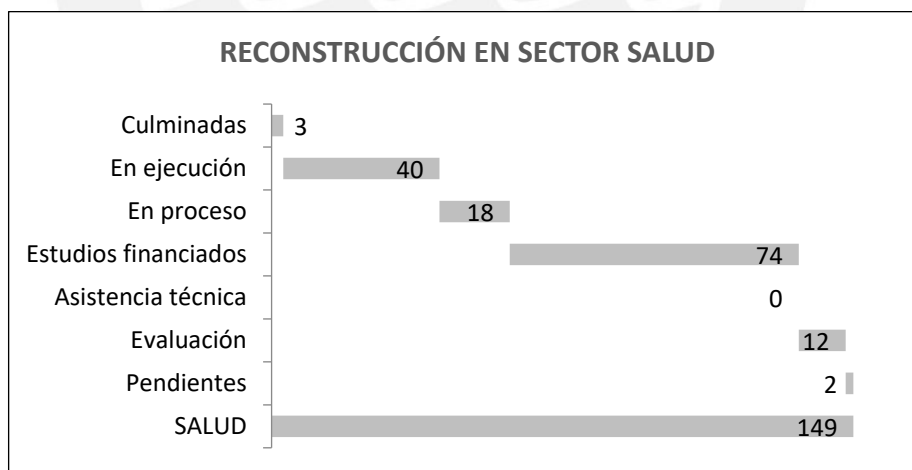
Intervenciones de reconstrucción del PIRCC



Nota. El gráfico muestra el número de las intervenciones de reconstrucción proyectadas como parte del PIRCC a 31.05.2022. Adaptado de *¿En qué consisten las intervenciones de reconstrucción?*, de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC). Recuperado de <https://www.rcc.gob.pe/2020/main-home/plan-integral/reconstruccion/>

Figura 3.

Intervenciones de reconstrucción del PIRCC



Nota. El gráfico muestra el estado de las intervenciones del sector salud actualizado a 31.05.2022. Adaptado de *¿En qué consisten las intervenciones de reconstrucción?*, de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC). Recuperado de <https://www.rcc.gob.pe/2020/main-home/plan-integral/reconstruccion/>

2.1.3 Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao

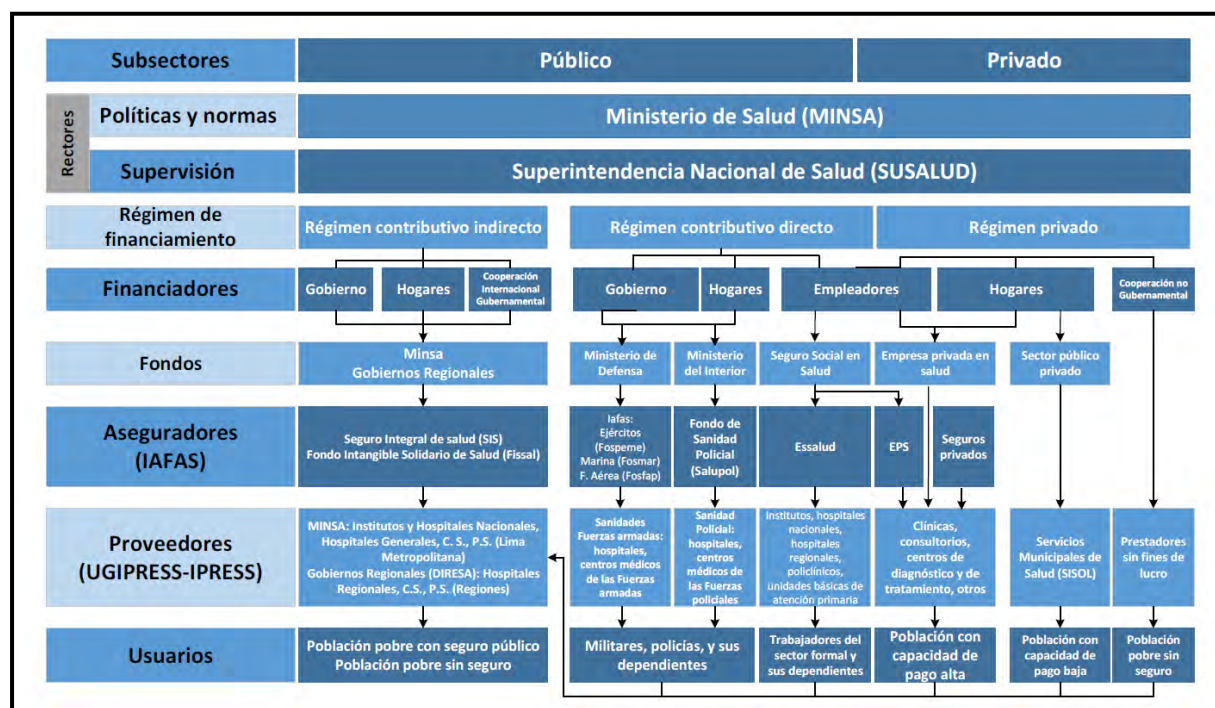
El Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao, encuestó a residentes, gerentes de proyecto o jefes de campo de 222 proyectos. La adopción en proyectos de construcción ha aumentado del 24.5% en 2017 hasta el 39.1% en 2020. El estudio refleja que en su mayoría se ha desarrollado modelos de las especialidades de arquitectura y estructuras, seguido por MEP y acero. Además, este estudio revela que únicamente 20% de los proyectos que implementan BIM extraen planos desde modelos 3D y que alrededor de un 80% de los modelos son realizados por los equipos BIM del contratista o consultores externos. Así mismo, con respecto a la educación/entrenamiento BIM, los resultados indican que BIM todavía es reconocido en el sector de la construcción como la elaboración de modelos 3D; con menor énfasis en los procesos colaborativos. (Murguía et al., 2021)

2.1.4 Estructura del sistema de salud del Perú

Es importante mencionar la estructura del sistema de salud del Perú para comprender cuales son las distintas entidades que figuran como clientes en los diversos proyectos del sector salud ya que el sistema peruano posee una importante fragmentación y segmentación. Como se aprecia en el esquema de la Figura 4, el sector Salud está conformado por el sector público y el sector privado, ambos sectores están bajo el régimen del Ministerio de Salud (MINSA), este ministerio elabora y supervisa políticas nacionales y sectoriales de salud.

Figura 4.

Estructura del sistema de salud del Perú



Nota. El esquema muestra el mapa del sistema de salud del Perú. Adaptado de *El sistema de salud en Perú: Situación actual, desafíos y perspectivas* por Rabanal et. al (2019)

2.1.5 Categorización de los establecimientos de salud en el Perú

De acuerdo con la “Guía técnica para la categorización de establecimientos de salud” la categoría de un establecimiento de salud se determina de acuerdo con la existencia de determinadas Unidades Productoras de Servicios de Salud (UPSS). La Unidad Productora de Servicios (UPS) es la unidad básica funcional del establecimiento de salud necesaria para el funcionamiento y producción de servicios de salud específicos; está conformada por el personal y los recursos tecnológicos en salud que incluye infraestructura, equipamiento, medicamentos, procedimientos clínicos, entre otros (Ministerio de Salud, 2014). La categorización es importante debido a que permite establecer los requerimientos estructurales y del proceso de la oferta, organizar la administración de los establecimientos de salud y dirigir adecuadamente las políticas de inversión según a las necesidades sanitarias reales (Medina & Onofre, 2019).

En la Figura 5 se muestra las categorías de los establecimientos y su denominación según el decreto supremo D.S. 013-2006-SA. Además, en la Figura 6 se muestran las UPSS de atención directa y de soporte que corresponden a cada establecimiento según su categoría.

Figura 5.

Establecimiento de salud según categorías

Establecimiento de salud	Denominación (D.S. 013-2006-SA) (*)	Categoría
Sin Internamiento	Consultorio de profesionales de la salud (No médico cirujano)	I-1
	Puesto de Salud o Posta de Salud (Con profesional de la salud no médico cirujano)	
	Consultorio médico (Con médico cirujano con o sin especialidad)	I-2
	Puesto de Salud o Posta de Salud (Con médico cirujano)	
	Centro de Salud	I-3
	Centro Médico	
	Centro Médico Especializado	
	Policlínico	
Con internamiento	Centro Odontológico	
	Centro de Salud con camas de internamiento	I-4
	Centro Médico con camas de internamiento	
	Hospital de atención general	II-1
	Clínica de atención general	
	Hospital de atención general	II-2
	Clínica de atención general	
	Hospital de atención especializada	II-E (**)
	Clínica de atención especializada	
	Hospital de atención general	III-1
	Clínica de atención general	
Hospital de atención especializada	III-E (**)	
Clínica de atención especializada		
Instituto de Salud Especializado	III-2	

(*) Reglamento de los Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de Apoyo aprobado por el Decreto supremo N° 013-206-SA.

(**) Los Centros de Atención Geriátrica se consideran en las categorías II-E o III-E.

Nota. El cuadro muestra los establecimientos de salud según su categoría. Adaptado de la *Norma Técnica de Salud “Categorías de establecimientos del sector salud”* presentado por el Ministerio de Salud (2014).

Figura 6.

UPSS y actividades relacionadas de atención directa y de atención de soporte obligatorias

	PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN (con población asignada)				SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN			TERCER NIVEL DE ATENCIÓN			
					ATENCIÓN GENERAL		ATENCIÓN ESPECIALIZADA	ATENCIÓN GENERAL		ATENCIÓN ESPECIALIZADA	
	I-1	I-2	I-3	I-4	II-1	II-2	II-E	III-1	III-E	III-2	
UPSS / ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DIRECTA OBLIGATORIAS	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	UPSS Consulta Externa	
	Internamiento				UPSS Hospitalización	UPSS Hospitalización	UPSS Hospitalización	UPSS Hospitalización	UPSS Hospitalización	UPSS Hospitalización	
	Atención de urgencias y emergencias				UPSS Emergencia	UPSS Emergencia		UPSS Emergencia		UPSS Emergencia	
	Atención de parto			Atención de la gestante en el periodo de parto	UPSS Centro Obstétrico	UPSS Centro Obstétrico		UPSS Centro Obstétrico		UPSS Centro Obstétrico	
					UPSS Centro Quirúrgico	UPSS Centro Quirúrgico		UPSS Centro Quirúrgico		UPSS Centro Quirúrgico	
					UPSS Unidad de Cuidados Intensivos			UPSS Unidad de Cuidados Intensivos		UPSS Unidad de Cuidados Intensivos	
UPSS / ACTIVIDADES DE ATENCIÓN DE SOPORTE OBLIGATORIAS	Atención con medicamentos			UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	UPSS Farmacia	
	Toma de muestra de sangre o fluidos corporales		UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica	UPSS Patología Clínica
					Ecografía	UPSS Diagnóstico por imágenes	UPSS Diagnóstico por imágenes	UPSS Diagnóstico por imágenes	UPSS Diagnóstico por imágenes	UPSS Diagnóstico por imágenes	
					Radiología						
	Nutrición Integral				UPSS Nutrición y dietética	UPSS Nutrición y dietética	UPSS Nutrición y dietética	UPSS Nutrición y dietética	UPSS Nutrición y dietética	UPSS Nutrición y dietética	
	Nutrición Basada en la Comunidad				UPSS Medicina de Rehabilitación	UPSS Medicina de Rehabilitación		UPSS Medicina de Rehabilitación		UPSS Medicina de Rehabilitación	
	Desinfección y Esterilización				UPSS Central de Esterilización	UPSS Central de Esterilización		UPSS Central de Esterilización		UPSS Central de Esterilización	
					UPSS Central de Hemoterapia y Banco de Sangre	UPSS Central de Hemoterapia y Banco de Sangre		UPSS Central de Hemoterapia y Banco de Sangre		UPSS Central de Hemoterapia y Banco de Sangre	
					Dialisis	Dialisis		UPSS Hemodiálisis		UPSS Hemodiálisis	
					Anatomía Patológica	UPSS Anatomía Patológica		UPSS Anatomía Patológica		UPSS Anatomía Patológica	
							UPSS Radioterapia				

Nota. En el esquema se presenta el mapa conceptual de categorías: UPSS y actividades relacionadas de atención directa y de atención de soporte obligatorias. Adaptado de la *Guía Técnica para la categorización de establecimientos de sector Salud*, desarrollada por el Ministerio de Salud (2014).

2.2 Building Information Modelling (BIM)

Charles Eastman, en el libro “BIM Handbook”, define BIM como una tecnología de modelado y los procesos asociados para la creación, uso y análisis de modelos virtuales. Los modelos virtuales se caracterizan porque las componentes del proyecto son representadas digitalmente con metadata y reglas paramétricas, incluyen metadata que describe el comportamiento del objeto, la data es consistente (los cambios se muestran en todas las vistas), y la data entre diferentes sistemas es coordinada (Eastman et al., 2018, p. 14).

Además, la ISO 19650 define BIM como la utilización de una representación digital compartida de un activo para mejorar el proceso de diseño, construcción y operación, y para estructurar una base de datos confiable que sirva para tomar decisiones (The British Standards Institution, 2018). Por otro lado, Succar (2009) define BIM como el conjunto de tecnologías, procesos y políticas que interactúan y originan una metodología que permite a los distintos involucrados gestionar la información del diseño y la data del activo durante el ciclo de vida de este, en un formato digital. Así mismo, identifica tres campos BIM: *Tecnología*, software, hardware y redes que facilitan el diseño, construcción y operación; *proceso*, interacción entre el diseño, construcción y operación; *política*, interacción de estándares y prácticas para asegurar los beneficios del uso de BIM y reducir conflictos entre *stakeholders*.

2.2.1 Campos BIM

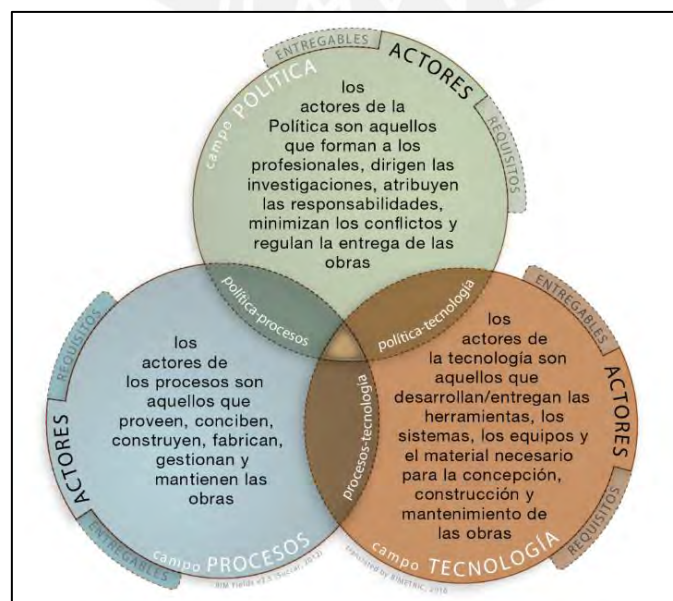
La industria de AEC incluye un gran número de "actores de la industria": propietarios, diseñadores, reguladores, constructores y proveedores de productos / servicios. Estos "actores de la industria", a su vez, producen una mayor cantidad de "entregables de la industria": diseños, especificaciones, herramientas, productos y servicios especializados. Estos actores y entregables se pueden agrupar en tres círculos específicos pero superpuestos. (Succar, 2008)

En la Figura 7, se muestra el diagrama de Venn (tres círculos superpuestos), el cual identifica tipos de campo (tecnología, proceso y política), componentes del campo (actores, entregables y requisitos), interacciones de campo y superposiciones de campo. En la Figura 8 se muestran los actores y entregables correspondientes a cada campo.

- El círculo de Política BIM incluye a todos los actores responsables de generar estándares, lineamientos y contratos. Estos son organismos reguladores de AEC, instituciones educativas y otras.
- El círculo de procesos BIM incluye a todos los responsables de la entrega los productos de construcción. Estos son propietarios, diseñadores, contratistas y cualquier persona involucrada en el ciclo de vida de un proyecto.
- El grupo de Tecnología BIM incluye desarrolladores de la tecnología necesaria para la elaboración y gestión de modelos de información de edificación, y otras herramientas para el diseño, la construcción, el mantenimiento y operación de activos. Estos son creadores de software, proveedores de equipos, productos o servicios dentro de la industria AEC.

Figura 7.

Tres campos entrelazados del marco BIM



Nota. Gráfico que representa los tres campos del marco BIM. Tomado de *BIM Framework blog de BIMe Initiative* por Succar (2013). Recuperado agosto de 2022, de <https://www.bimframework.info/2013/12/bim-fields.html>

Figura 8.

Campos BIM actores y entregables



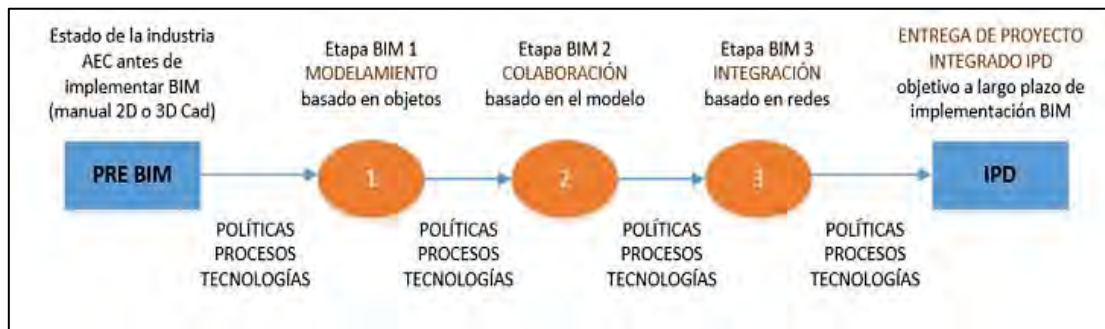
Nota. Este gráfico identifica tres campos de actividad BIM entrelazados Tecnología, Procesos y Políticas con dos subcampos cada uno: actores y entregables. Adaptado de *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders* por Succar (2009).

2.2.2 Etapas BIM

Succar (2009) afirma que el *BIMFramework* define la madurez BIM dentro de las organizaciones, proyectos e industria como una sucesión de etapas que los involucrados deben ejecutar gradual y consecutivamente. La madurez BIM comprende campos de tecnología, procesos y políticas, y se divide en tres etapas: *Etapa BIM 1*, modelamiento basado en objetos; *etapa BIM 2*, colaboración basada en modelos; y *etapa BIM 3*, integración basada en redes. Para lograr pasar de una etapa a otra se debe implementar medidas de políticas, de procesos y tecnológicas. En la Figura 9 se puede observar las etapas BIM.

Figura 9.

Etapas BIM



Nota. El gráfico representa las Etapas BIM relacionadas a los campos de tecnología, proceso y política.

Adaptado de *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*, por Succar, 2009.

2.2.3 Nivel de información Necesaria (Level of Information Need, LOIN)

El LOIN (por sus siglas en inglés, Level of Information Need) hace referencia al Nivel de Información Necesaria para cumplir los objetivos y requisitos de información del proyecto. Es el marco que propone el alcance y nivel de información que es necesaria para el flujo de intercambio de información. Como se muestra en la Figura 10, el LOIN incluye el Nivel de desarrollo o *Level of Development (LOD)* y el Nivel de Información o *Level of Information (LOI)*. El LOD es el nivel de detalle vinculado a la información gráfica y precisión de los elementos del modelado en 3D. Por otro lado, el LOI se refiere al nivel de información no gráfica vinculada a las especificaciones técnicas u otra documentación que complementa la información de los modelos 3D. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021a)

Figura 10.

Level Of Information Need



Nota. Gráfico que representa que el Nivel de Información Necesaria (LOIN) está definido por Nivel de Detalle (LOD) y Nivel de Información (LOI). Tomado de la *Guía Nacional BIM Perú* (2021).

2.2.4 Nivel de Desarrollo (Level of development, LOD)

La Especificación de Nivel de Desarrollo (LOD) es una base que permite definir con mayor nivel de precisión el contenido y la confiabilidad de los modelos de información durante el diseño y la construcción. Esto permite a los autores establecer un nivel de confianza en sus modelos y facilita a los usuarios intermedios comprender claramente los usos y las restricciones de los modelos que están recibiendo (BIM Forum, 2020). En la Figura 11 se muestra un resumen de las definiciones fundamentales de LOD según lo que especifica el BIM Forum.

Figura 11.

Definiciones fundamentales de LOD

LOD 100	<ul style="list-style-type: none">El modelo es gráficamente representado con un símbolo u otra representación genérica.
LOD 200	<ul style="list-style-type: none">El elemento del modelo se representa gráficamente como un sistema, objeto o conjunto genérico con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximados. Se puede adjuntar información no gráfica
LOD 300	<ul style="list-style-type: none">La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se diseñó se pueden medir directamente desde el modelo
LOD 350	<ul style="list-style-type: none">Se modelan las piezas necesarias para la coordinación del elemento con elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y conexiones.
LOD 400	<ul style="list-style-type: none">Un elemento LOD 400 se modela con suficiente detalle y precisión para la fabricación del componente representado

Nota. En la figura se resumen las definiciones fundamentales de LOD extraídas de *Level Of Development (LOD) Specification Part I & Commentary For Building Information Models and Data* como parte del BIM Forum. por Bedrick et al. (2020).

2.2.5 Plan de ejecución BIM (PEB)

De acuerdo a la ISO 19650-2: 2018 “Organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluida modelado de información de la construcción (BIM) Gestión de la información usando BIM”, el Plan de Ejecución BIM (PEB) es el plan que explica el método con el cual el equipo de entrega del proyecto llevará a cabo la gestión de la información (Murguía, 2020a, diapositiva 11). Además, la ISO 19650-2:2018 indica que la posible parte designada líder establecerá el plan de ejecución BIM del equipo de entrega que se incluirá en la respuesta de licitación. El posible candidato designado deberá considerar:

- a) los nombres y hojas de vida de los integrantes que gestionarán la información en nombre del equipo de entrega;
- b) la estrategia de entrega de información contiene: el enfoque del equipo de entrega para efectuar el intercambio de información de la parte que nombra los requisitos, un conjunto de objetivos / metas para la producción de información de forma colaborativa, una descripción general de la estructura organizativa y las relaciones comerciales del equipo de entrega, y una descripción general de la composición del equipo de entrega, en forma de uno o más equipos de tareas;
- c) la estrategia de federación propuesta para ser adoptada por el equipo de entrega;
- d) la matriz de responsabilidad de alto nivel del equipo de entrega, que contiene la responsabilidad designada para cada elemento del modelo de información y los entregables claves asociados a cada elemento; Roles y responsabilidades de todos los equipos de entrega;

- e) cualquier adición o modificación propuesta a los métodos de producción de información del proyecto y procedimientos que el equipo de entrega requiere;
- f) cualquier adición o modificación planteada al estándar de información del proyecto que equipo requiere para favorecer la entrega eficaz de información;
- g) una lista propuesta de software, la versión del software, hardware e infraestructura de tecnología de información para la entrega que el equipo tiene la intención de emplear.

(The British Standards Institution, 2018)

2.2.6 Entorno Común de Datos (Common data environment, CDE)

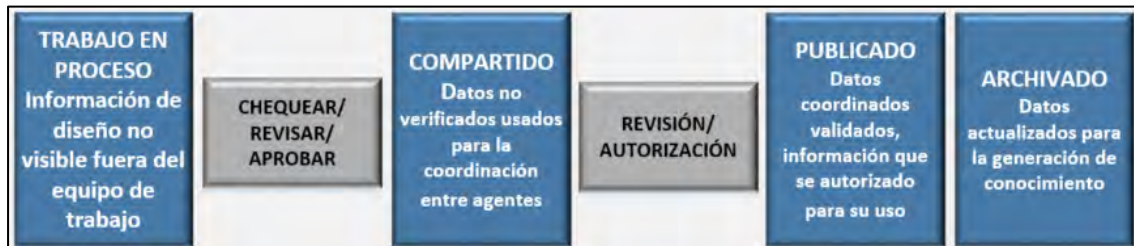
Herramienta de colaboración digital que sirve como la fuente de información para recolectar, gestionar y publicar modelos y documentación por medio de un proceso estándar para equipos de trabajo multidisciplinarios. Un CDE contiene un Sistema de gestión documental que posibilita el flujo de información entre los involucrados (BIME Initiative, 2019). De acuerdo con la ISO 19650-1:2018 “Parte 1: Conceptos y principios” la información pasa por 4 estados, los cuales se muestran en la Figura 12.

1. Trabajo en proceso: esta información está en desarrollo por el equipo de trabajo, no se permite el acceso ni la visualización de otros involucrados.
 - Cada equipo de trabajo debe asegurarse que se suba la información correcta para que sea revisada (Primera compuerta de revisión), luego pasa al estado de compartido.
2. El trabajo Compartido: permite el desarrollo colaborativo de la información del modelo dentro del equipo de entrega.
 - Segunda compuerta Revisión/autorización por el cliente, por la supervisión, si cumple con los requerimientos de información, se transforma a publicado
3. Publicado: se utiliza para la información que se ha autorizado para el uso de los otros actores involucrados.

4. Archivado: se utiliza para mantener un registro de toda la información que se ha compartido y publicado durante la gestión de la información, así como un control de auditoría de su desarrollo. (The British Standards Institution, 2018)

Figura 12.

Concepto de Entorno Común de Datos



Nota. El gráfico representa las fases por las que pasa la información, el flujo de trabajo en proceso hasta ser archivado. Adaptado de la ISO 19650-1:2018 Parte 1: Conceptos and principios.

2.3 Metodología Virtual Design and Construction

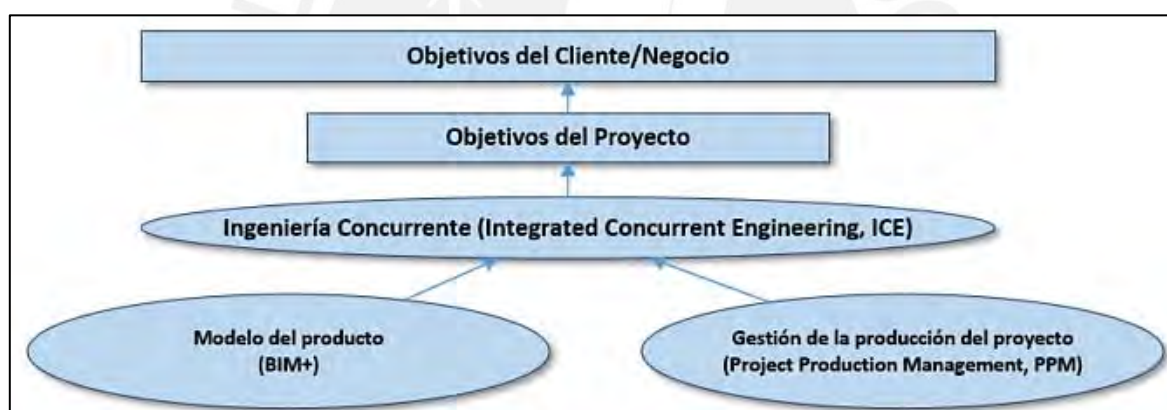
Kunz & Fischer (2012), definen Virtual Design and Construction (VDC) como “El uso de modelos de desempeño multidisciplinarios integrados de proyectos de diseño y construcción para respaldar objetivos comerciales explícitos y públicos.” (p. 1). El modelo de proyecto VDC se centra en aquellos aspectos del proyecto que se pueden diseñar y administrar: el *producto* que en este caso sería la infraestructura, la *organización* que definirá, elaborará el diseño, ejecutará la construcción y operará dicho producto, y el *proceso* que implementarán los equipos de la organización. Además, indican las siguientes características de los modelos VDC: *Integrados lógicamente*, pues todos los actores tienen acceso a estos datos compartidos, y si algún integrante modifica un aspecto en alguno de los modelos, los aspectos dependientes de los modelos relacionados también se ven modificados; *multidisciplinarios*, pues representan al arquitecto, ingeniería, contratista y propietario del proyecto, así como a las demás subdisciplinas; y son *modelos de performance*, pues predicen ciertos factores del desempeño

del proyecto, además, pueden indicar el desempeño pronosticado y medido en relación con los objetivos de desempeño establecidos del proyecto. (Kunz & Fischer, 2012, p.3)

Según Khanzode et al. (2006), la finalidad de VDC es emplear los modelos virtuales de producto, organización y proceso para representar los retos del proyecto de construcción. De esta manera, comprender las dificultades que probablemente encontrarán los equipos del proyecto, analizarlas y abordarlas de forma virtual, previo al trabajo de construcción. El gráfico de la Figura 13, muestra que se debe hacer uso integrado de los modelos del producto, modelos de los procesos (gestión de la producción del proyecto) y modelos de organizaciones (mediante ICE), para lograr los objetivos del proyecto y finalmente, los objetivos del negocio.

Figura 13.

Metodología VDC



Nota. Adaptado de *Virtual design and construction, Construction Management and Economic*, por Kunz & Fischer (2020)

2.3.1 Project Production Management (PPM)

PPM se enfoca en la organización y el control de las actividades laborales en un proyecto. Provee una teoría cuantitativa que permite predecir las restricciones del alcance y la definición de las actividades laborales, esta teoría ha sido comprobada en varios entornos. La mejora en costos, plazo y alcance del proyecto es el resultado de establecer los límites del alcance a través de realizar un modelo y elaborar simulaciones de las actividades de trabajo, también es el

resultado de establecer criterios de diseño para mejorar parámetros como rendimiento, trabajo en proceso, tiempo de ciclo y uso de capacidad (Shenoy, 2017). Es decir, consiste en mapear, diseñar, analizar y optimizar los procesos con el objetivo de llevar a cabo sistemas de producción efectiva. Entonces, VDC une los criterios de las actividades de trabajo físico en PPM y la perspectiva humana de *lean construction*, y los mejora mediante la introducción de la ingeniería concurrente integrada (ICE) (Rischmoller et al., 2018).

2.3.2 Integrated Concurrent Engineering (ICE)

Es una metodología que utiliza modelos virtuales y simulaciones como instrumentos de visualización y análisis para que diseñadores expertos y otros participantes puedan crear diseños preliminares para sistemas complejos. Mejora la probabilidad de que los ingenieros tengan la información que necesitan tan pronto como las necesiten o puedan tomar las decisiones a un ritmo sincronizado y muy acelerado (Chachere et al., 2009). Esto permite que la "latencia de coordinación", definida como el tiempo que transcurre desde una solicitud de información o acción y el cumplimiento de esa solicitud, se reduzca drásticamente gracias a las sesiones de ICE (Chachere et al., 2009).

2.4 Gestión del diseño con BIM

La gestión del diseño permite obtener el diseño conforme a los costos, cronograma, calidad, funcionalidad y de acuerdo con los requerimientos del cliente a través de la organización, evaluación y gestión del proceso de desarrollo de un proyecto (Almonacid, Navarro & Rodas, 2015). Murguía (2020), señala que la gestión de diseño implica cuidar todas las actividades de diseño de manera constante y coordinada. El resultados del proceso de diseño es la información de diseño, la gestión del diseño comprende:

- Gestión de personas, es decir, el aspecto humano, comprende la interacción humana para producir los diseños. Dentro de oficinas de diseño (intra-firma) y colaborativamente entre especialidades (inter-firma)
- Gestión de la información, implica la creación, revisión, y coordinación de la gran cantidad de información disponible para prever errores y asegurar consistencia de manera que el proyecto se pueda construir de manera eficiente y segura.
- Complejas cadenas de información, incluye estética, circulaciones, zonas, servicios, instalaciones, seguridad, costos de ciclo de vida, impacto ambiental, impacto vial, operación y mantenimiento, entre otros. Además, se debe tener en cuenta que la información evoluciona con el avance del proyecto.

El diseño debe verse como un flujo continuo de producción de información para lograr la entrega exitosa del proyecto. Por ejemplo, metodologías como BIM que tiene como base la colaboración, el trabajo integrado y la gestión del valor, entregan valor al cliente a través de la integración, planificación, coordinación, reducción de riesgos e innovación. (Murguía, 2020, diapositiva 33)

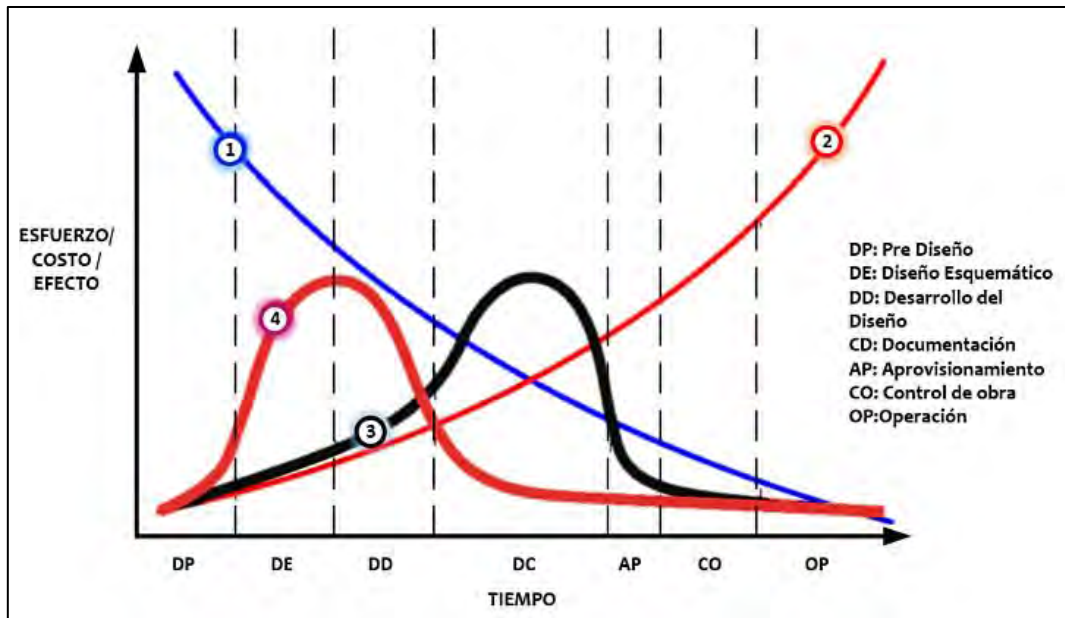
Es importante enfocarse directamente en la gestión del diseño pues esta asegura la calidad del diseño en conformidad con los requerimientos de cliente y la constructabilidad del proyecto. Cabe resaltar que tomar decisiones de diseño al inicio del proceso es más rentable ya que en esta etapa la oportunidad de influir en los resultados positivos es mayor y el costo de los cambios es mínimo. (Talebi, 2014)

Lo descrito anteriormente se puede apreciar en la Figura 14, la "Curva MacLeamy", donde cada una de las curvas se define como: *curva 1*, habilidad de impactar costo y capacidad funcionales; *curva 2*, costo de cambio de diseño; *curva 3*, proceso tradicional de diseño; y *curva 4*, proceso de Diseño en "Desarrollo Integrado de Proyectos" (IPD). Esta curva muestra que, con la ayuda de una metodología integrada como BIM y trasladando los esfuerzos lo más

temprano posible se tiene mayor capacidad de influenciar positivamente el proyecto a un menor costo.

Figura 14.

Curva de MacLeamy



Nota. El gráfico representa el esfuerzo e impacto en costos en el proyecto mediante procesos tradicionales y BIM. Gráfico originado por Patrick MacLeamy, AIA, 2007.

2.5 Retos en la implementación de BIM

Existen diversos estudios en los que se han identificado los retos, problemas o barreras en la etapa de diseño de distintos proyectos, a continuación, se presentan los autores que han investigado en esta materia.

Migilinskas et al. (2013) presentan los obstáculos y problemas de la implementación práctica de BIM, basado en la AGC Guía de BIM para contratistas que cuenta con las experiencias de los contratistas, creencias generales y consejos sobre la implementación de BIM y opiniones de los investigadores y profesionales de la empresa AECO que trabajan con la implementación de BIM. Los pensamientos y resultados agregados de los beneficios,

limitaciones, obstáculos y problemas reales de la implementación de BIM (experiencia durante casi dos décadas) se resumen a continuación:

- La mayoría de los participantes del proyecto están acostumbrados a trabajar con herramientas particulares (software y hardware) y, a menudo, la transferencia de datos es limitada debido a la incompatibilidad y la transmisión de información coherente a otros participantes.
- Los participantes del proyecto están haciendo uso de modelos inteligentes para partes del alcance del proyecto para ayudarlos con sus actividades tradicionales (no se limitan al diseño, la evaluación del tiempo y los costos). En su mayoría, se centran en el alcance del trabajo que fue más costoso o que pareció más riesgoso y debe evaluarse en detalle en función de una fuente de información confiable;
- La implementación por primera vez en el proyecto y los errores muestra la falta de experiencia y conduce a actividades de búsqueda que consumen mucho tiempo o consultas costosas con las mejores prácticas del mercado.
- Para llevar a cabo el modelado 4D de manera eficiente, el conocimiento de qué software de modelado usar y las limitaciones de las herramientas, además la gestión de la información y los problemas derivados del intercambio de datos y el hardware efectivo para usar y tanto organizacional como profesional la alineación de las calificaciones debe resolverse;
- El último obstáculo, pero no el menor, en la implementación de BIM es la falta de información sobre los estrictos estándares y reglas de implementación de BIM para ciertos participantes del proyecto, obligaciones contractuales en ciertos países o documentación unificada para regiones (como la Unión Europea, América, Asia y otros).

Afirman, además, que los problemas que prevalecen dependen de los arreglos contractuales (sistema de contratos e influencia del entorno contractual en cada país) de la ejecución del proyecto, porque esos arreglos forman la atmósfera general del clima de relaciones de los participantes del proyecto.

Así mismo, Ulloa & Salinas (2013) presentan los retos para la implementación BIM de acuerdo a Eastman (2008) y Azhar (2008):

- En relación con la propiedad se debe definir quién es el propietario de los diseños y la información, quién asume el costo de estos y quién es responsable de su precisión.
- En relación con la responsabilidad se debe definir quién es el responsable del ingreso de la información y de las inexactitudes.
- Por otro lado, la colaboración y trabajo en equipo: la subcontratación del modelo que consume tiempo y es costoso, además, si no está bien definido el software de modelado a utilizar, la colaboración se vuelve dificultosa y podría causar pérdidas de data.
- Finalmente, el uso de BIM precisa del entendimiento de todo lo que comprende BIM y de un plan de implementación antes de empezar la implementación.

Eyzaguirre (2015) presenta en su trabajo de tesis de pregrado los desafíos de la metodología BIM en el Perú, a continuación, se presentan los que están relacionados con la etapa de diseño:

- Resistencia al cambio: Se debe abandonar el sistema tradicional para los proyectos de construcción el cual es anticuado y poco productivo.
- Etapa de diseño directamente en 3D: Si se modificara directamente en 3D el proceso sería más eficiente, ya que el modelado BIM se basa en un modelo central en el cual todas las modificaciones hechas en los cortes, elevaciones o plantas se actualizan en el modelo único.

- Estándares: Para asegurar la correcta entrega y recepción de datos, es necesario un documento de estandarización que contenga las pautas para los involucrados; durante todo el proceso de gestión BIM. Además, permitiría lograr intercambiar la información entre los modelos de las distintas disciplinas de forma eficiente.
- Implementación y entrenamiento: Es importante tener en cuenta que un modelo 3D, sin un sistema de gestión y de procesos, es ineficiente y poco productivo. Se debe estudiar los procesos dentro de las organizaciones que desean implementar BIM, para lograr acoplar conjuntamente los nuevos procesos con la metodología que propone BIM y formar un esquema de gestión de procesos actualizado el cual sea el sustento para una implementación correcta.
- Instrucción superior en la planificación de la construcción mediante herramientas BIM-4D: La inclusión de nuevas herramientas que ayude a los estudiantes a entender mejor los proyectos dentro de los diferentes cursos relacionados a la planificación de la construcción, lograría que estos alumnos puedan desarrollar un análisis más preciso.
- Proveedores comprometidos con BIM: sería idóneo que los entregables de los proveedores sean modelados en 3D para incluirlos a los proyectos desde la etapa de diseño y de esta manera prevenir problemas durante la instalación de estos productos; por lo que sería necesario que los proveedores proporcionen una librería de productos, con especificaciones técnicas brindadas por el fabricante, para tener una familia de estos productos con las propiedades exactas, lo que garantizaría la correcta ubicación del equipo evitando contratiempos durante la ejecución de la obra.

Azhar (2011) analiza las tendencias actuales, los beneficios, los posibles riesgos y los desafíos futuros de BIM para la industria AEC. Los resultados obtenidos sobre los riesgos de BIM se pueden dividir en dos grandes categorías: legales (o contractuales) y técnicos. En los siguientes párrafos, se analizan brevemente los riesgos clave de cada categoría.

El primer riesgo es la falta de determinación de la propiedad de los datos BIM y que esta información debe protegerse a través de leyes de derechos de autor y otros canales legales. Por ejemplo, si el propietario es el que paga por el diseño, entonces el cliente puede afirmar que es su propiedad, pero si los miembros del equipo proporcionan información de su propiedad o autoría para usar en el proyecto, esta también debe protegerse. Por tanto, no hay una respuesta sencilla a la cuestión de la propiedad de los datos; requiere una respuesta única para cada proyecto en función de los acuerdos entre los participantes. Para evitar desacuerdos sobre cuestiones de derechos de autor, la mejor solución es establecer en los documentos del contrato los derechos y responsabilidades de propiedad.

Otro tema contractual por abordar es quién controlará la entrada de datos en el modelo y será responsable de cualquier inexactitud. Asumir la responsabilidad de actualizar los datos del modelo de información del edificio y garantizar su precisión conlleva un gran riesgo. Las solicitudes de indemnizaciones complicadas por parte de los usuarios de BIM y la oferta de garantías limitadas y exenciones de responsabilidad por parte de los diseñadores son puntos de negociación esenciales que deben resolverse antes de que se utilice la tecnología BIM. También requiere más tiempo para ingresar y revisar datos BIM, lo que representa una nueva inversión económica en el proceso de diseño y administración del proyecto. La responsabilidad por la precisión y coordinación de los datos de costos y programación debe abordarse contractualmente. Una de las formas más efectivas de lidiar con estos riesgos es tener contratos de entrega de proyectos integrados y colaborativos en los que los riesgos de usar BIM se compartan entre los participantes del proyecto junto con las recompensas.

Azhar además describe los futuros desafíos BIM, afirma que hay dos razones principales, técnicas y de gestión por la cual la adopción de BIM ha sido mucho más lenta de lo previsto. Las razones técnicas pueden clasificarse en tres categorías: la necesidad de modelos de proceso de construcción transaccional bien definidos para descartar problemas de interoperabilidad de

datos. La condición de que los datos de diseño digital sean medibles, y la necesidad de estrategias prácticas bien definidas para el intercambio y la integración de información representativa entre los componentes del modelo de información.

Los retos de gestión se agrupan en torno a la implementación y uso de BIM. En este momento, no existe un consenso claro sobre cómo implementar o utilizar BIM. Diversas empresas de software están utilizando de la novedad BIM para generar programas para abordar ciertos aspectos cuantitativos, pero no consideran el proceso como un todo. Es necesario estandarizar y definir pautas para la implementación de BIM.

Otro tema controversial es quién debe elaborar y operar los modelos de información y cómo deben definirse los costos operativos y de desarrollo. Empresas y proveedores deberán encontrar una forma de reducir la curva de aprendizaje de los que utilizan BIM para optimizar su rendimiento. Además, la industria tendrá que plantear procesos y políticas adecuadas que faciliten el uso de BIM y solucionen los retos actuales de propiedad y gestión de riesgos.

Criminale & Sandeep (2017) identificaron treinta y seis desafíos con la implementación de BIM, los cuales se muestran en la Tabla 1. Los estudios analizaron los desafíos de BIM en los países de EE. UU., Finlandia, Australia, Inglaterra, Reino Unido y Lituania. De esos 36 obstáculos, el 44,4% (16 barreras) de los obstáculos estaban asociados con una organización, y el 27,8% (10 barreras) estaban asociadas a un proyecto y el 27,8% (10 barreras) de los obstáculos estaban asociados tanto a la organización como al proyecto. Por lo tanto, indica que, según la literatura, la mayoría de las barreras para la implementación de BIM estaban asociadas a nivel organizacional. Además, de las 36 barreras identificadas, las tres barreras más frecuentemente identificadas según la literatura fueron “Tiempo necesario para contratar / capacitar a las personas para que utilicen BIM, Costo de contratar o capacitar a las personas para que usen BIM, y no existe un estándar o proceso oficial para evaluar el uso de BIM.” Por otro lado, las tres barreras menos comúnmente identificadas según la literatura fueron “Se

necesita más tiempo para enviar y recibir archivos entre las partes interesadas, el miedo a las incógnitas de BIM conducirá al fracaso, y algunos creen que BIM no es adecuado para sus proyectos.”

Tabla 1.

Desafíos de implementación de BIM y su asociación con el proyecto, la organización o ambos.

Desafíos	Importancia	Aplicabilidad del desafío		
		Basada en repetición	Organización	Proyecto
Tiempo necesario para contratar / capacitar a las personas para que utilicen BIM	9	1		
Costo de contratar o capacitar a las personas para que utilicen BIM	8	1		
No existe un estándar o proceso oficial para evaluar el uso de BIM	8	1		
Protección de derechos de autor para la propiedad de los datos	7		1	
Determinación de quién es el propietario de los datos / componentes utilizados	7		1	
Referencia a cuestiones legales o contractuales	7		1	
Quién es responsable / gestiona la entrada de datos	6		1	
Costo del hardware	6	1		
Problemas de compatibilidad entre software	6			1
Quién es responsable de las inexactitudes y errores	5			1
Costo de la licencia y actualización del software	5	1		
Falta de deseo de las empresas de cambiar a procesos BIM / o contra el cambio	5	1		
Requerir hardware de calidad competente	4	1		
Quién es responsable de mantener y actualizar el modelo	3		1	
Es difícil determinar cuándo y quién cometió qué error	3		1	
Complejidad de BIM	3			1

Desafíos	Importancia	Aplicabilidad del desafío
Requiere más tiempo para el modelo de alto detalle para las partes interesadas	3	1
Los clientes no saben utilizar los modelos BIM / no implementan	3	1
Sin estándar para documento BIM contractual	2	1
Quién tiene acceso y uso de la información / producto BIM	2	1
Las compañías de seguros no tienen póliza para asegurar por aspectos BIM	2	1
Personal apropiado / capacitado de manera eficiente	2	1
Capacidad para utilizar varios programas	2	1
Información perdida entre diferentes softwares	2	1
Las pequeñas empresas carecen de los recursos para implementar BIM por completo	2	1
¿Cómo afectarán las nuevas tareas / responsabilidades a la tasa de pago?	1	1
¿Los profesionales con licencia todavía sellarán documentos si hay múltiples contribuyentes?	1	1
Problemas para colaborar con múltiples partes interesadas	1	1
Muchos proyectos disponibles no tienen otras partes interesadas que utilicen BIM	1	1
Los arquitectos están de acuerdo con el método tradicional/lo que tienen ahora es suficientemente bueno	1	1
No conozco BIM, o no conozco lo suficiente	1	1
Falta de evidencia de estudios de caso sobre el beneficio financiero de BIM	1	1
BIM es una pérdida de tiempo y recursos	1	1
Se necesita más tiempo para enviar y recibir archivos entre las partes interesadas	1	1

Desafíos	Importancia	Aplicabilidad del desafío	
El miedo a las incógnitas de BIM conducirá al fracaso	1	1	
Algunos creen que BIM no es adecuado para sus proyectos	1		1
Total		16	10
Porcentaje que impacta un área específica		44.4%	27.8%

Nota. Tomado de *Challenges with BIM Implementation: A Review of Literature*, por Andrew Criminale y Sandeep Langar, 2017.

Oteng et al., (2018) identifican empíricamente las barreras que dificultan la adopción de BIM en la industria de la construcción en países en desarrollo, en específico en Ghana, estas se resumen en la Tabla 2. La encuesta incluye consultores, contratistas principales y subcontratistas de establecimientos públicos y privados. El 66,5% de los encuestados trabaja para consultores, el 22,4% para contratistas principales y 11,1% para subcontratistas. Los resultados de este estudio identificaron cinco barreras para la adopción de BIM en Ghana, a saber: barreras de recursos humanos, técnicas, contractuales, financieras y de gestión. A continuación, se muestran los resultados en donde las barreras más comunes se presentan primero, seguidas de otras.

Tabla 2.

Barreras que dificultan la adopción de BIM en Ghana

Barreras BIM	
1	Alto costo de inversión inicial del software y hardware BIM
2	Falta de estándares BIM
3	Falta de experiencia
4	Falta de aceptación de diferentes partes interesadas
5	Problemas legales relacionados con el intercambio de datos
6	Formación y creación de nuevos roles y responsabilidades
7	Falta de BIM como marco colaborativo
8	Interoperabilidad de datos
9	Falta de conciencia BIM
10	Resistencia al cambio a nivel operativo

Barreras BIM	
11	Falta de uso de BIM por parte de la competencia
12	Ignorancia sobre el valor añadido de BIM
13	La resistencia de la industria a cambiar los procesos de trabajo existentes
14	Falta de métodos de adquisición colaborativa
15	Los estándares de gestión de la información se quedan atrás de los del diseño
16	Pocos organismos profesionales e industria
17	Baja calidad de datos en el diseño
18	Subcontratación de servicios BIM
19	Coordinación limitada entre el diseño y el operador en la definición de provisiones de datos
20	Inadecuado para los proyectos

Nota. Tomado de *Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in Developing Countries: The Case of Ghana*, por Oteng et al., 2018.

Adaptado de lo planteado por Succar, como se muestra en la Figura 15, para el presente trabajo de investigación se ha considerado 5 ejes o campos: tecnología, procesos, política, estándares y personas. La *tecnología* corresponde a software, hardware, conectividad y determinación del *common data environment*. Los *procesos* abarcan tanto el desarrollo de la metodología, desarrollo del modelo, planes de coordinación, modelos federados y documentación. La *política*, representa todos las áreas, actividades e involucrados relacionados con la orientación de los profesionales, la generación de protocolos y la elaboración del marco regulatorio para organizar las relaciones entre los actores. También se han considerado los *estándares* como un eje más para profundizar en el tema de las políticas pues se encontraron barreras relacionadas directamente con estas; de este modo, se debe identificar si se cuenta con estándares asociados, protocolos, procedimientos y si estos están asociados a alguna normativa ISO, Plan BIM, etcétera. Finalmente, al ser la colaboración un tema primordial en la implementación de BIM se ha considerado un quinto eje, las *personas*, de modo que se pueda identificar si son parte del proceso, si están comprometidas y qué nivel de conocimiento tienen de BIM.

Figura 15.

Ejes principales de la investigación



Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta en la Figura 16 la nube de palabras que contempla las 100 palabras que aparecen con mayor frecuencia en la revisión de la literatura y la Tabla 3 elaborada a partir de la revisión de la literatura que resume los retos de la implementación de BIM durante la etapa de diseño presentados por cada autor y los clasifica en categorías de acuerdo con los 5 ejes presentados anteriormente.

Figura 16.

Nube de palabras de la revisión de literatura relacionada a retos



Nota. Elaboración propia.

Tabla 3.

Resumen de los principales retos en la implementación de BIM durante la etapa de diseño según la revisión de literatura.

Retos de implementación de BIM	Categoría	Autores
Tiempo necesario para contratar / capacitar a las personas para que utilicen BIM	Personas	Criminale y Sandeep (2017)
Costo de contratar o capacitar a las personas para que utilicen BIM	Personas	Criminale y Sandeep (2017)

Retos de implementación de BIM	Categoría	Autores	
No existe un estándar o proceso oficial para evaluar el uso de BIM	Estándares	Criminale y Sandeep (2017)	y
Protección de derechos de autor para la propiedad de los datos	Políticas	Criminale y Sandeep (2017)	y
Determinación de quién es el propietario de los datos / componentes utilizados	Políticas	Criminale y Sandeep (2017)	y
Referencia a cuestiones legales o contractuales	Políticas	Criminale y Sandeep (2017)	y
Quién es responsable / gestiona la entrada de datos	Procesos	Criminale y Sandeep (2017)	y
Costo del hardware	Tecnología	Criminale y Sandeep (2017)	y
Problemas de compatibilidad entre software	Tecnología	Criminale y Sandeep (2017)	y
Quién es responsable de las inexactitudes y errores	Procesos	Criminale y Sandeep (2017)	y
Costo de la licencia y actualización del software	Tecnología	Criminale y Sandeep (2017)	y
Transferencia de datos es limitada debido a la incompatibilidad y la transmisión de información coherente a otros participantes.	Tecnología	Migilinskas et al. (2013)	
Falta de experiencia que conduce a actividades de búsqueda que consumen mucho tiempo o consultas costosas con las mejores prácticas del mercado.	Personas	Migilinskas et al. (2013)	
Falta de conocimiento de qué software de modelado usar y las limitaciones de las herramientas,	Tecnología	Migilinskas et al. (2013)	
Falta de información sobre los estrictos estándares y reglas de implementación de BIM.	Estándares	Migilinskas et al. (2013)	
Cada miembro del equipo del proyecto da prioridad a sus intereses individuales, no a los objetivos comunes del proyecto	Procesos	Migilinskas et al. (2013)	

Retos de implementación de BIM	Categoría	Autores
¿quién es el propietario de los diseños, fabricación y construcción del conjunto de datos?, ¿quién paga por ellos y quién es responsable de su precisión?	Políticas	Ulloa & Salinas (2013)
¿quién controla el ingreso de los datos y es responsable por las inexactitudes?	Procesos	Ulloa & Salinas (2013)
Usar diferentes softwares para el modelado podría originar que la colaboración ente los miembros del equipo de proyecto sea difícil y causar pérdidas de información	Tecnología	Ulloa & Salinas (2013)
BIM requiere del entendimiento y de un plan de implementación antes de que la ejecución empiece	Estándares	Ulloa & Salinas (2013)
Falta de determinación de la propiedad de los datos BIM	Políticas	Azhar (2011)
Quién controlará la entrada de datos en el modelo y será responsable de cualquier inexactitud.	Procesos	Azhar (2011)
La necesidad de modelos de proceso de construcción transaccional bien definidos para eliminar problemas de interoperabilidad de datos	Estándares	Azhar (2011)
No existe un consenso claro sobre cómo implementar o utilizar BIM	Estándares	Azhar (2011)
Se ha avanzado poco en el establecimiento de documentos de contrato modelo BIM	Estándares	Azhar (2011)
Quién debe desarrollar y operar los modelos de información de construcción y cómo deben distribuirse los costos operativos y de desarrollo	Procesos	Azhar (2011)
Alto costo de inversión inicial del software y hardware BIM	Tecnología	Oteng et al., (2018)
Falta de estándares BIM	Estándares	Oteng et al., (2018)
Falta de experiencia	Personas	Oteng et al., (2018)
Falta de aceptación de diferentes partes interesadas	Políticas	Oteng et al., (2018)
Problemas legales relacionados con el intercambio de datos	Políticas	Oteng et al., (2018)

Retos de implementación de BIM	Categoría	Autores
Formación y creación de nuevos roles y responsabilidades	Políticas	Oteng et al., (2018)
Falta de BIM como marco colaborativo	Procesos	Oteng et al., (2018)

Nota. Elaboración propia



CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se formularon las preguntas de investigación: ¿Cuáles son los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de proyectos de salud?, ¿Cuáles son los retos que se presentaron al implementar BIM en proyectos de construcción según la literatura?, ¿Cuáles son los retos que se presentaron en proyectos de salud que han implementado BIM según la experiencia de profesionales? y ¿Cuáles son los resultados del análisis de los datos proporcionados por las entrevistas? Por lo tanto, el objetivo principal del presente trabajo de tesis es determinar los retos asociados a la implementación de BIM en el diseño de proyectos de salud y los objetivos específicos: sintetizar los retos de la implementación BIM en base a la revisión literaria, recolectar datos cualitativos a través de entrevistas a profesionales que han participado en proyectos de salud y han implementado BIM, y analizar los retos respecto a su clasificación en cinco ejes principales: procesos, tecnología, política, estándares y personas.

A fin de responder con detalle y riqueza a las preguntas de investigación, y de cumplir con los objetivos planteados se seleccionó el método cualitativo, para recolectar los incidentes que sean realmente significativos, se decidió obtener información mediante la formulación de entrevistas semiestructuradas individuales, las que permiten al investigador obtener mayor profundidad en las respuestas. Por lo tanto, se entrevistó a profesionales que desempeñaron un rol durante el desarrollo del diseño para posteriormente compatibilizar esta información con la que se identificó anteriormente en la revisión de la literatura.

Se utilizó el método del incidente crítico, para la aplicación del método se pueden describir cinco pasos: el primero, identificar cuidadosamente el objetivo de la investigación, qué es lo que se espera lograr; el segundo paso consiste en planificar los aspectos clave, determinar los participantes de la investigación, determinar quiénes serán los encuestadores, y determinar el tipo de situación a encuestar; el tercer paso consiste en la recolección de datos, en este caso,

mediante entrevistas semiestructuradas individuales; el cuarto paso es el análisis de datos; y el quinto paso es la interpretación y reporte de resultados. (Yáñez et al., 2011)

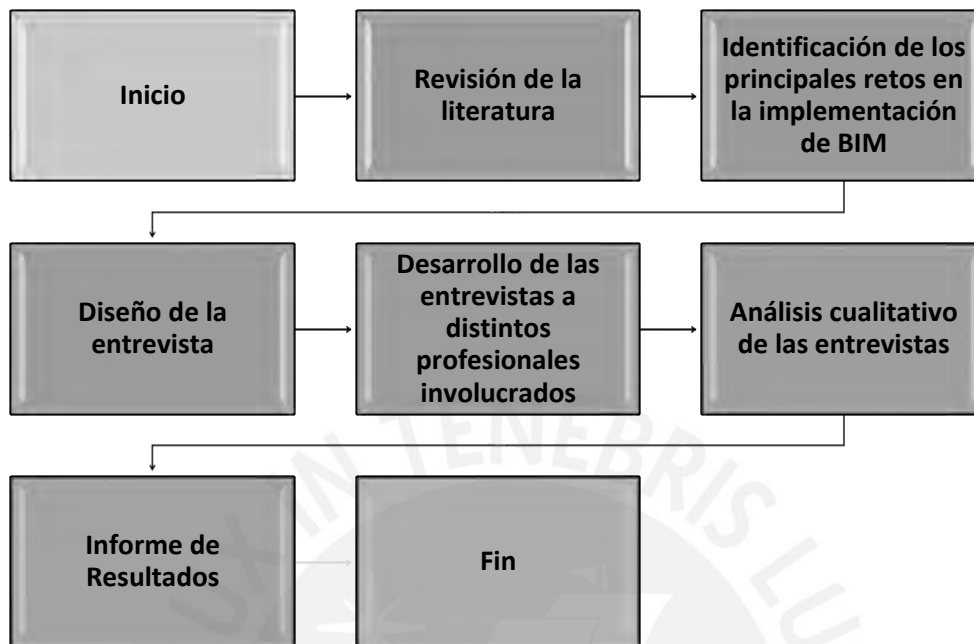
3.1 Secuencia de investigación

El resumen de la metodología que se plantea utilizar se muestra en la Figura 17. El proceso de la investigación que regirá como guía metodológica se detalla a continuación:

1. Se realizó la revisión de literatura, la cual incluye recopilación de información de estudios anteriores que incluyan los términos retos, desafíos, problemas y/o riesgos durante la implementación de BIM.
2. Se elaboró un marco conceptual que resume los principales retos que se presentan en la implementación de BIM. A partir de dicho marco conceptual se diseñó una entrevista de acuerdo con 5 ejes principales: tecnología, políticas, procesos, estándares y personas.
3. Se realizaron entrevistas semiestructuradas bajo la técnica del incidente crítico a diferentes profesionales involucrados en la implementación de BIM durante el diseño de establecimientos de salud.
4. Finalmente, se llevó a cabo el análisis cualitativo de las entrevistas a través del programa NVivo Versión 1.6.1 para determinar cuáles son los retos que se presentaron en cada campo: tecnología, políticas, procesos, estándares y personas.

Figura 17.

Metodología de Investigación



Nota. Elaboración Propia

3.2 Herramientas de recolección de datos

Para la aplicación de la técnica de incidentes críticos durante la recolección de datos se considera el formato de entrevista semiestructurada como el más apropiado, debido a que en comparación con otros métodos este permite elaborar mejor el relato, permite describir la comunicación no verbal e indagar en el relato para lograr mayor detalle en las respuestas. Según Cassell y Symon (2004), existen seis aspectos diferenciados del método del incidente crítico:

1. Introducción del método de la técnica del incidente crítico y puesta en marcha de la entrevista, el investigador describe el propósito y los beneficios de la investigación;
2. Enfocando el tema y presentándose a uno mismo como investigador al entrevistado, el entrevistador debe enfocar la atención del entrevistado y realizar las preguntas adecuadas para que el entrevistado pueda recordar los eventos críticos;
3. Controlar la entrevista, sondeando los incidentes y aclarando la comprensión, se debe tener un balance entre la participación del entrevistado y el entrevistador;

4. Concluyendo la entrevista, el investigador debe dejar la impresión de que la entrevista fue genuinamente valiosa;
5. Cuidar las cuestiones éticas, asegurar al entrevistado que la información será manejada con confidencialidad;
6. Analizar los datos, el investigador debe abandonar ideas preconcebidas y mediante el proceso de análisis construir un marco explicativo a través de la conceptualización de la información.

3.3 Selección de las muestras

En este caso, se contactó profesionales de la industria de la construcción que hayan participado en la elaboración del diseño con BIM de establecimientos de salud, de este modo cada participante sería calificado para compartir sus experiencias. La selección de la muestra consideró incluir tanto proyectos públicos y privados pues la complejidad en el diseño de establecimientos de salud depende de la categoría y ambos están regulados por el MINSA.

Se realizaron doce entrevistas en total, estas fueron realizadas en el primer trimestre del año 2021 a 7 profesionales involucrados en el diseño de proyectos públicos y el primer trimestre del año 2022 se complementó con entrevistas a 5 profesionales involucrados en el diseño de un proyecto privado. Se utilizó el muestreo de “bola de nieve”, después de obtener un primer contacto calificado, que en su mayoría fueron Coordinadores BIM de los proyectos, se les solicitó que proporcionaran un contacto que haya participado dentro del mismo proyecto del sector salud. Los criterios que se consideraron para la participación de cada profesional se muestran a continuación:

1. Rol de BIM Manager, coordinador BIM, diseñador o modelador en la etapa de diseño.
2. Participante en medio o alto mando.

3. Participante con experiencia en hospitales, centros de salud o clínicas.
4. Participante con experiencia en BIM.

A continuación, se presenta la Tabla 4 con los profesionales entrevistados, el rol que desempeñaron en los distintos proyectos durante la etapa de diseño, su profesión y la experiencia laboral que poseen en proyectos de establecimientos de salud y en BIM. Además, se presenta la Tabla 5 con los datos de los establecimientos de salud que serán relevantes para la investigación.

Tabla 4.

Rol de los entrevistados

ID	Rol	Profesión	Proyecto	Experiencia laboral en establecimientos de salud	Experiencia laboral en BIM
C1H1	Coordinador BIM	Ingeniera civil	Hospital 1	4 años	5 años
C2H1	Líder en la disciplina de estructuras	Ingeniera civil	Hospital 1	20 años	7 años
C3H1	Líder de la especialidad de comunicaciones y coordinador interdisciplinario	Ingeniero electrónico	Hospital 1	11 años	8 años
C1H2	BIM Manager	Arquitecto	Hospital 2	10 años	10 años
C1H3	Coordinadora BIM	Arquitecta	Hospital 3	5 años	5 años
C2H3	BIM Manager	Arquitecto	Hospital 3	15 años	21 años
C1CS1	Coordinadora BIM	Arquitecta	Centro de salud 1	1 año	12 años
C1CL1	Coordinador BIM	Ingeniero Civil	Clínica 1	5 años	7 años
C2CL1	Arquitecta de diseño	Arquitecta	Clínica 1	3 años	8 años
C3CL1	Gerente de Diseño	Ingeniera Civil	Clínica 1	10 años	10 años

ID	Rol	Profesión	Proyecto	Experiencia laboral en establecimientos de salud	Experiencia laboral en BIM
C4CL1	Gerente de Construcción	Ingeniero Civil	Clínica 1	9 años	10 años
C5CL1	Ingeniero Especialista en Instalaciones	Ingeniero Químico	Clínica 1	10 años	4 años

Nota. Elaboración Propia

Tabla 5.

Datos de los establecimientos de salud

Establecimiento de salud	Categoría	Cliente	Año de inicio del diseño
Hospital 1	II-2	MINSA	2019
Hospital 2	III-2	MINSA	2016
Hospital 3	III-1	MINTER	2016
Centro de Salud 1	I-4	Gobierno Regional de Cajamarca	2020
Clínica 1	III-1	Privado	2019

Nota. Elaboración Propia

3.4 Diseño de entrevistas

Las entrevistas tienen como objetivo recoger la experiencia de los distintos profesionales que participaron en proyectos de salud que implementaron BIM durante la etapa de diseño. Tal como se muestra en la Figura 18, para la formulación de la entrevista se han considerado 5 ejes o campos principales: tecnología, procesos, políticas, estándares y personas.

Figura 18.

Ejes principales de la investigación

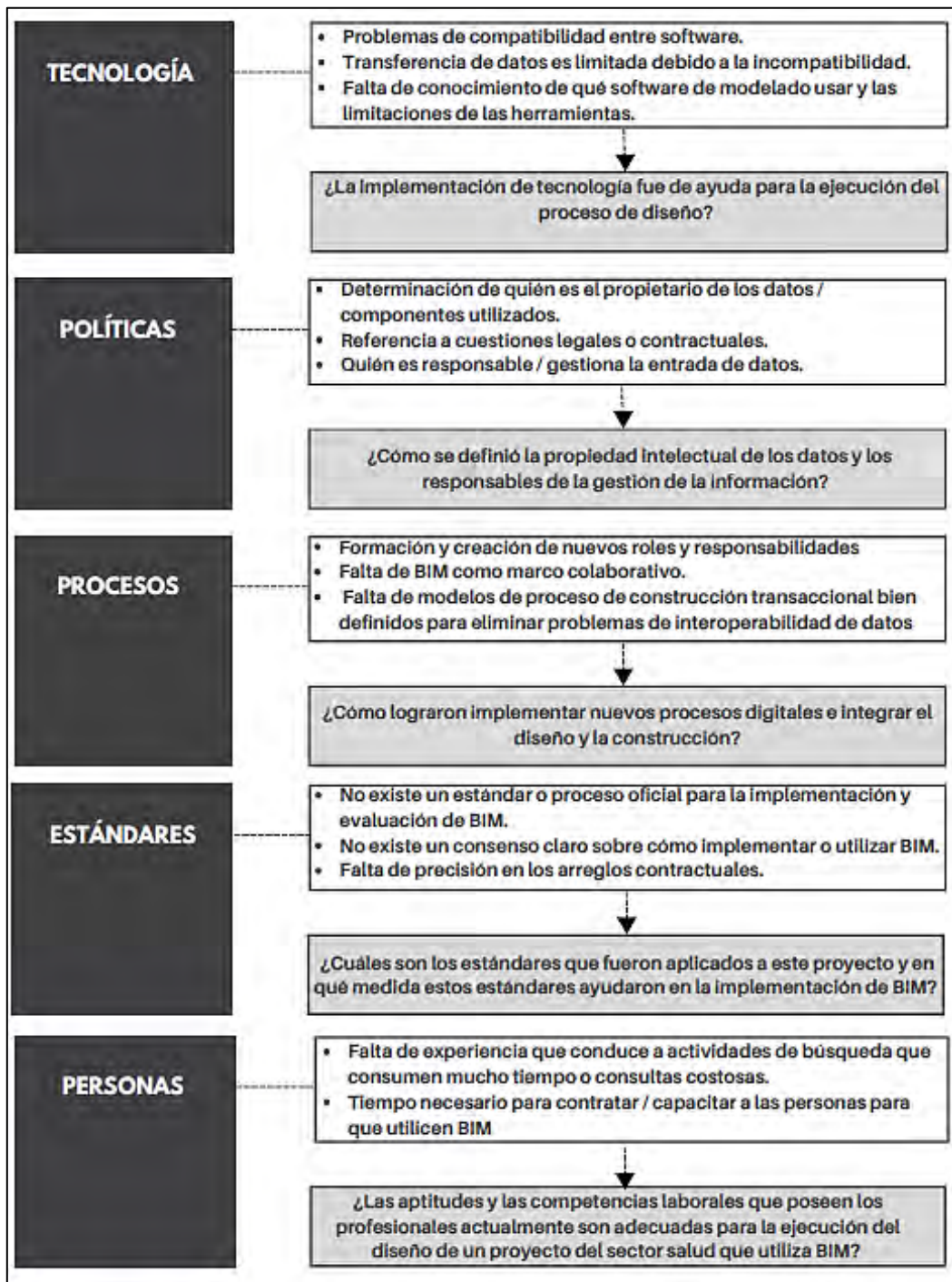


Nota. Elaboración propia.

Para realizar el formato de entrevista se elaboró el gráfico que se muestra en la Figura 19, de acuerdo con los principales retos obtenidos a partir de la revisión de la literatura se formularon preguntas que puedan dilucidar los problemas que se presentaron en cada uno de los proyectos de establecimientos de salud que implementaron BIM durante el diseño.

Figura 19.

Principales problemas relacionados a cada eje y pregunta formulada en relación con estos.



Nota. Elaboración propia.

3.5 Formato de entrevista

Preguntas

Tecnología

- ¿La implementación de tecnología fue de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

Políticas

- ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y los responsables de la gestión de la información?

Procesos

- ¿Cómo lograron implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

Estándares

- ¿Cuáles son los estándares que fueron aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado en la implementación de BIM?

Personas

- ¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto del sector salud que utiliza BIM?
-

3.6 Método de análisis de datos

En primer lugar, se realizó la transcripción de las entrevistas. El primer nivel de análisis de datos consiste en leer estas transcripciones para identificar los temas presentes y descubrir inconsistencias. El segundo nivel de análisis de datos consiste en una lectura comparativa de las transcripciones, para encontrar diferencias y similitudes de las transcripciones y a la vez ayuda al desarrollo de temas y subtemas (Yáñez et al., 2011).

De la información en bruto se procedió a realizar la codificación mediante el programa NVivo Versión 1.6.1, se seleccionó el contenido significativo de acuerdo con el problema de investigación y se les asignó códigos. En el mismo programa se generó una “Matriz de marcos de trabajo” la cual resume el contenido en una tabla que relaciona casos. Con la información ya clasificada y ordenada será incluida a la discusión de resultados.

3.7 Confiabilidad de los datos

Una de la fortaleza de la técnica de incidentes críticos es que es un procedimiento sistemático e inductivo, es sistemático debido a que es posible definir con criterios técnicos los factores que afectaron el desarrollo de una actividad o que influyeron en una situación determinada; y es inductiva, porque los datos recolectados se obtienen desde la perspectiva del entrevistado y de acuerdo con sus propias palabras. Se obtiene una gran fuente de datos dentro de los que se puede determinar cuáles son los más relevantes respecto al tema de investigación. La limitación de esta técnica es que depende de los eventos que recuerda el entrevistado, requiere confiar en la memoria del participante (Yáñez et al., 2011). En este caso, para aumentar la confiabilidad de la técnica se complementa la información del evento entrevistando a uno o más de los implicados en el mismo evento, es decir, el diseño del establecimiento de salud.

4.1 Descripción de los establecimientos de salud

A continuación, se describen los diferentes establecimientos de salud a los que se tuvo acceso a través de los entrevistados:

- **Hospital 1:** El diseño de este hospital de categoría II-2 inicia en el año 2019, contó con un contrato del tipo APP (Alianza Público Privada), el uso de BIM estaba especificado en los términos de referencia (TDR), además indicaban los LODs de cada elemento en los anexos. El cliente final era el MINSA.
- **Hospital 2:** El diseño de este hospital de categoría III-2 inicia en el año 2016, contó con un contrato del tipo EPC (ingeniería, procura y construcción), el uso de BIM no era una exigencia contractual. El cliente final era el MINSA. Se implementó el uso de “Big Room”, los profesionales de las diferentes especialidades se encontraban ubicados trabajando en el mismo lugar, en el mismo piso o nivel. Junto al área BIM se encontraban la constructora, el consorcio médico, el equipamiento, la empresa de equipamiento médico y la empresa ingeniería.
- **Hospital 3:** El diseño de este hospital de categoría III-1 inicia en el año 2016, bajo un Sistema Fast Track. El uso de BIM era una exigencia contractual, el cliente final era el MINTER. Se trabajó con una metodología colaborativa con profesionales de España, Portugal, entre otros.
- **Centro de Salud 1:** El diseño de este centro de salud de categoría I-4 inicia en el año 2020, el uso de BIM era una exigencia contractual. El cliente final era el Gobierno Regional de Cajamarca. El equipo para la implementación de BIM era reducido (cuatro personas) pues era lo que se exigía contractualmente.
- **Clínica 1:** El diseño de esta clínica de categoría III-1 inicia en el año 2019, contó con un contrato tipo Suma Alzada, el uso de BIM fue solicitado por el cliente. El cliente es Privado.

4.2 Componentes cualitativos

A partir de la codificación de las entrevistas empleando el programa de análisis cualitativo NVivo Versión 1.6.1 se obtuvo los resultados que se presentan en esta sección. Los códigos que se utilizaron están especificados en el informe con formato de resumen de código (Anexo B). Cabe añadir que para identificar los retos se utilizaron los códigos: Reto en Tecnología, Reto en Políticas, Reto en Procesos, Reto en Estándares y Reto en Personas. Los resultados de esta codificación para identificar los retos se encuentran en el informe con formato de estructura de codificación (Anexo C).

A continuación, se muestran los resultados obtenidos según el establecimiento de salud y el campo correspondiente.

4.2.1 Tecnología

Hospital 1: Los modeladores al no tener un buen equipo no pueden trabajar correctamente. Además, existió una dependencia del equipo BIM pues no se modelaba directamente en 3D, el trabajo se realizaba en 2D y era el equipo BIM el encargado de pasar la información al modelo. Así mismo, algunos miembros del equipo de diseño conocen el software solamente a través de capacitaciones debido a que no lo usan directamente, como es el caso del diseño de estructuras. Lo cual indica que los diseñadores no manejaban el software y/o se reusaron a emplearlo.

Hospital 2: La experiencia de la empresa y los participantes es factor clave para la elección de software y el buen manejo de este.

Hospital 3: Al contar con profesionales de distintos países se presentó el reto de entender el lenguaje de cada profesional, los criterios que se utilizaban eran distintos a los que se utilizan en Perú. Entonces, al momento de presentar el entregable tenían observaciones y se generaba un retraso. Por otro lado, en relación con el acceso al modelo para la revisión de los entregables, para utilizar BIM 360 la supervisión necesitaría una licencia por persona, la gestión de sus

accesos tiene que depender de la persona o entidad que va a acceder, en ningún caso del BIM Manager.

Centro de Salud 1: Con relación al hardware, se necesitan equipos con una buena capacidad; en cuanto a los especialistas que no podían reforzar sus equipos, el entorno les ofrecía la capacidad de que puedan acceder sin necesidad de ir al modelo para poder visualizar el proyecto. Otra barrera es que las entidades aun piden todos los documentos impresos a pesar de que se tiene que presentar y levantar observaciones varias veces y en todas las ocasiones se deben imprimir planos. Finalmente, se reafirma que trabajar en AutoCAD genera un retrabajo, a pesar de que solo sucedió en una especialidad, esta generaba retrabajo y demoras en el entregable. La voluntad para colaborar es un aspecto muy importante para la implementación de BIM, a pesar de no utilizar los programas de BIM, participar de las reuniones, realizar bosquejos a partir de los que se puede modelar directamente facilita el trabajo.

Clínica 1: Con relación al hardware si hubo una necesidad de actualización de los equipos para que se puedan manejar los programas, plataformas y a la vez puedan interactuar en línea. Nuevamente se presenta el reto del manejo de software, algunos usuarios dominan los programas más que otros. Además, también se debe considerar que, al ser un proyecto complejo, las personas que tienen experiencia en diseño de establecimientos de salud son personas de mayor edad y el proceso de adaptación a estas nuevas tecnologías es más lento. El presupuesto y la experiencia de los consultores son un obstáculo para proponer el uso de plataformas de gran capacidad pues debido a la falta de experiencia en su uso no se aprovechan todas las funcionalidades del software. Se debe tener en cuenta los objetivos del proyecto para seleccionar las herramientas a utilizar para aprovecharlas en su totalidad. Finalmente, la tecnología debe complementarse con los procesos, mientras la información de diseño fluya con mayor rapidez todos los involucrados tienen conocimiento de todo el proyecto en general y pueden avanzar con sus respectivas actividades.

4.2.2 Políticas

Hospital 1: Se tuvo un líder BIM que es a quien se le solicitó la autorización y acceso al modelo o a Revizto. La empresa fue la responsable por la confidencialidad de la información, la administración, modificación y almacenaje. Luego de la entrega el cliente pasa a ser el responsable de la información del modelo y todos los entregables. Además, contaron con un coordinador de proyectos que se encargó de gestionar la información, transmitir los entregables, recepcionar, levantar observaciones; él y el gerente de proyecto fueron los responsables de hacer una buena transferencia de esta información.

Hospital 2: La empresa encargada del diseño de este hospital cuenta con experiencias previas que facilitan el trabajo con BIM, tienen una metodología determinada y bien definido quien es el responsable de la información. Existen jerarquías establecidas sobre quiénes son los que deben prevalecer sobre los cambios entre una u otra especialidad.

Hospital 3: Se contó con un BIM Manager que era el encargado de organizar la data, además, un equipo de modeladores, coordinadores. Uno de los retos es el robo de información de los modelos, por ello el proyecto se trabajó bajo un régimen de confidencialidad. Se deja claro en el PEB que el modelo federado que incluye la información de todo el proyecto es propiedad del cliente y toda la información en torno al proyecto es confidencial. Debe tenerse en consideración que la información de equipamiento va evolucionando cada año, entonces habrá cambios en el futuro.

Centro de Salud 1: La coordinadora BIM era la encargada de asignar los permisos para las personas que entraban al entorno común de datos para garantizar la propiedad intelectual de los modelos. Uno de los retos que se presentaron fue cuidar la propiedad de los archivos pues puede haber filtraciones de información internamente, por lo cual se tuvo que buscar e implementar el uso de aplicaciones para evitar que editen las familias o las extraigan. Se debe incluir un punto de seguridad cibernética en el PEB.

Clínica 1: el cliente solicitó que se implemente BIM para el desarrollo del diseño, a pesar de ello, este solo contaba con lineamientos muy generales y durante el desarrollo el cliente no brindó el apoyo esperado para promover la colaboración entre los involucrados. La gestión de la información va por cuenta del diseñador y también por cuenta de la gerencia, ya que el diseñador es quien crea la información y los gestores son los responsables de compartirla y difundirla. La propiedad intelectual del diseño final es del cliente, cabe mencionar que los entrevistados no estaban completamente seguros de este dato. Además, sobre el equipamiento médico, durante el diseño, es un consultor el que presenta una lista que tiene que ser homologada de acuerdo con el Ministerio de Salud ya sea para un establecimiento de salud público o privado. Esta lista se alimenta, muchas veces, de ciertas referencias de los que vendrían a ser proveedores, pero no se propone un equipo exacto. Por lo anterior, durante el diseño no hay mayor inconveniente con la propiedad intelectual de los equipos que se consideran en el modelo, sin embargo, sí es un problema para definir las dimensiones de los ambientes que se diseñan a partir de ciertas referencias de proveedores según las características y dimensiones de estos equipos. Finalmente, sobre los acuerdos de no divulgar información, al ser del sector privado, además de la calidad de los servicios que se espera, hay un ambiente de competitividad donde el cliente es más exigente con el compartimiento de datos por se tiene mayor cuidado con la protección de la información.

4.2.3 Procesos

Hospital 1: Se cuenta con experiencia de proyectos pasados en los cuales ya se han utilizado softwares como Revizto y Revit. Se conoce el funcionamiento de estos softwares y a esto se le suma el proceso de diseño, este ensamblaje genera un flujo de trabajo. Por ejemplo, tienen definido el proceso de cómo realizar la compatibilización. Desde la perspectiva de los diseñadores, uno de los retos relacionados al eje de procesos era que, a diferencia de antes,

ahora además de modelar los elementos estructurales se deben modelar elementos no estructurales, por ejemplo, un sardinel. El proceso es más rico pues se detalla y modela todo, además la líder de la especialidad de estructuras señala es un poco difícil especificar tanto y tener todos los elementos completos durante el barrido en el detalle típico, en un detalle típico no está todo resuelto. Por otro lado, también consideraron la constructabilidad, el modelado fue compartido con los encargados de la construcción que emitía comentarios u observaciones respecto a la constructabilidad del modelo. Un reto que menciona el coordinador interdisciplinario es que la empresa supervisora subcontratada por el cliente, la cual supervisaba la ingeniería no tenía una participación directa con el BIM, sino que se les presentaba planos 2D y archivos, de este modo la supervisión enviaba sus comentarios y observaciones al diseño a partir de estos.

Hospital 2: El área BIM brindaba capacitación a los participantes, muchos de los usuarios y colaboradores no conocían el trabajo en BIM. Era la empresa la encargada de facilitar el trabajo colaborativo. El equipo brindaba soporte a todas las disciplinas, las cuales estaban ubicadas en un mismo piso a modo de “Big Room”. Cabe añadir que la empresa ya contaba con experiencia de proyectos anteriores implementando BIM.

Hospital 3: El Ministerio del Interior exigía en los TDR el uso de BIM. Entonces se manejó ciertos lineamientos, y era el BIM Manager el encargado de coordinar todo. Es importante destacar que la experiencia de la empresa en el uso de BIM es un factor clave, pues esto facilita el uso de los programas y permite un trabajo más fluido. La empresa que ganó la licitación trabaja netamente con el BIM y desde el anteproyecto lo trabajaron en BIM por lo que todo se trabajaba directamente en el modelo. Se logró un proceso colaborativo pues los profesionales peruanos estaban trabajando todos bajo un mismo techo, en el caso de que equipos estuvieran empezando recién con la metodología era importante que el BIM Manager este cerca de ellos.

Por otro lado, los profesionales que estaban en España ya habían trabajado en conjunto con el BIM Manager y este ya tenía conocimiento de cómo trabajaban.

Centro de Salud 1: Las bases solicitan una simulación 4D, lo cual podría ayudar en el proceso de la preconstrucción. Sin embargo, no se ha logrado integrar el diseño y la construcción, lo que genera un retrabajo. El Estado todavía trabaja diseño y luego construcción, de tal manera que se puede hacer un buen expediente BIM, pero cuando entra un nuevo equipo de construcción a ejecutar la obra, puede tener otras formas de darle solución constructiva.

Clínica 1: No se logró integrar el diseño y la construcción, pero sí se trabajaron conceptos de constructabilidad e ingeniería de valor. Por otro lado, se tuvo que mapear el flujo de diseño de cada diseñador y adecuarlo a un modelo que permita el trabajo individual y luego el ejercicio de coordinación con un enfoque colaborativo, el entorno común de datos fue un punto muy importante. Si bien el cliente solicitó la implementación de BIM, existe un error conceptual, los proyectistas que inicialmente afirmaron trabajar con BIM consideraban el BIM como un entregable más, es decir, solo consideraban la elaboración del modelo, solo como la geometría, sin incluir información e incluso sin compatibilizar.

Para la elaboración del modelo, la mayoría de los diseñadores, prácticamente todos, diseñaron en planos, luego realizaron el modelo, y extrajeron los planos a partir de estos modelos, lo que significa un retrabajo. Además, se tuvo problemas con la designación de responsabilidades debido a que los especialistas cuidan mucho su alcance y no se comprometen con algunas soluciones que se planean, sobre todo cuando son colaborativas. Cabe añadir que también hubo inconvenientes con el uso de CDE, se tuvo que llegar al acuerdo de que el modelo se entregue semanalmente, lo cual es un reproceso. Específicamente en el tema de modelado, los proyectistas no querían entregar un modelo de información con un nivel adecuado y se generó una discusión para poder alinearse. Así mismo, el equipo BIM tuvo que desarrollar el modelo de los consultores que no contrataron modeladores. Finalmente, cabe señalar que la

supervisión solicitó principalmente documentos en 2D como Pdf o planos por encima de los modelos BIM.

4.2.4 Estándares

Hospital 1: La definición de LOD estuvo basada en el BIM Forum, para uniformizar los conceptos de LOD por cada elemento, y se compartió con el cliente para determinar los LODs según la etapa del proyecto. Se utilizaron estándares internacionales como la ISO 19650 y el Plan BIM Perú que, en el 2019, según este avanzaba la empresa buscaba alinearse con ellos. Por ejemplo, se estaban definiendo los involucrados de un proyecto, que se tenga un coordinador BIM, coordinaciones con el cliente, etc. La BIM Manager comenta que los LODs para cada elemento estaban establecidos en los términos de referencia, se tuvo que conversar con ellos para lograr que la ingeniería salga bien, pues había algunos elementos que no se habían incluido, todo esto se debía conversar con el cliente. Por otro lado, la líder de la disciplina de estructuras indica que como empresa tienen todo estandarizado, desde documentos, informe técnico, codificación y planos. Sin embargo, anteriormente en proyectos de viviendas se logró que los planos salgan a partir del modelo, sin embargo, fue una iniciativa que se frenó pues significaba un arduo trabajo. Entonces uno de los retos en este proyecto hospitalario fue que se ha trabajado en 2D y después en 3D, el responsable BIM es el que estandariza a partir de información proporcionada en una planilla con qué tipo de elementos estructurales se tiene y que se van a reportar luego en el metrado. Finalmente, el coordinador interdisciplinario indica que se cuenta con un Plan BEP, contractualmente solicitaban que se haga el desarrollo BIM, pero debido a que internamente ya se contaba con todo el proceso y plan establecido la integración al proyecto fue rápida. Además, indica que la revisión de la supervisión era solo a través de planos y documentos, no hacían una revisión al modelo

Hospital 2: no había aún el avance que se tiene actualmente con normas y decretos supremos, se utilizaron estándares desarrollados internamente los cuales estaban basados en estándares internacionales como el británico BS 1192, el estándar de Australia, Nueva Zelanda y el americano en menor parte. El uso de BIM no era una exigencia contractual, pero fue de gran ayuda para el proceso de comunicar e involucrarse con la supervisión y los contratistas. Retos que comenta el BIM Manager: los modelos y planos estaban vinculados, el avance presentado a la supervisión era en 2D, el objetivo era que todos los planos salgan del modelo, sin embargo, si existen ciertas limitaciones del software para algunas especialidades. Se conversó con la supervisión sobre estas limitaciones, se presentaron alternativas, simbologías y otros temas muy puntuales, finalmente se valoró la calidad del proyecto compatibilizado por encima de estos inconvenientes. Otro reto fue que el software debe acomodarse al rigor de la revisión de la supervisión. Finalmente, cabe resaltar que hubo buena disponibilidad de todas las partes para poder implementar BIM.

Hospital 3: se realizaron reuniones ICE semanales, donde se entregaban los archivos de Navisworks y semanalmente se hacía la entrega de modelos que se descargaban desde el entorno común de datos. Es decir, había un ambiente de trabajo que entonces se llamaba Collaboration For Revit, ya que BIM 360 es posterior. Cabe añadir que la supervisión no tenía acceso y semanalmente se debía entregar los archivos Navisworks con las interferencias clasificadas. Se entregaba la categorización de las interferencias y paralelamente se entregaban los modelos, pero no había un acceso directo. Se planteó brindar acceso, sin embargo, el software requiere el uso de una licencia por persona. A futuro se propuso crear sets para supervisión y visualización de los modelos. Ahora bien, la gestión de sus accesos tiene que depender de la persona o de la entidad que va a acceder.

Centro de Salud 1: se ha considerado como estándar la ISO 19650-1, la ISO 19650-2 y la guía de Pensilvania. La persona que estaba encargada de todo el tema BIM de la supervisión,

era una persona con bastante conocimiento en el tema BIM, lo cual fue de gran ayuda. No se tuvo el problema de trabajar con una persona que no tenía conocimiento.

Clínica 1: se usó de referencia la ISO 19650, estándares BIM de la empresa, NATSPEC para la Matriz de Objetos BIM. Cabe mencionar, que algunos de los entrevistados conocen los procesos, sin embargo, no tenían conocimiento de los estándares utilizados. El problema en general fue que incluso los encargados de la gestión no tenían claro el alcance a un nivel contractual. Esto genera que haya ciertas lagunas, donde tanto el cliente como los diseñadores y las diferentes partes pueden especular acerca del alcance. Se presentó el caso puntual de un diseñador que al revisar los términos del contrato de servicios que ellos enviaron se podía deducir que era un documento genérico, mencionaban dentro de su plan especialidades que no eran de su alcance, es decir, se trabaja con un modelo de servicios estándar no pensado o no orientado específicamente en el proyecto. Por otro lado, el LOIN lo dejaban a un terreno muy especulativo y no querían entregar un modelo de información con un nivel adecuado y se generó una discusión para poder alinearse. Como solución se adaptó la Matriz BIM de Objetos de NATSPEC para eliminar la especulación sobre qué es el LOD o el LOIN y para indicar los parámetros que se deben agregar al modelo.

4.2.5 Personas

Hospital 1: Al igual que en los campos anteriores un factor importante es la experiencia de proyectos previos, la empresa ya cuenta con esta experiencia, ya se conoce el proceso y existe una consciencia de trabajar con BIM. También es importante la actitud, el conocimiento y la experiencia del BIM manager y de los líderes de las disciplinas. Uno de los retos que se presentaron es que existe desconocimiento por parte de los clientes, por ejemplo, si bien los LODs estaban especificados en los términos de referencia, por experiencia la empresa sabía que algunos de los elementos no correspondían a la etapa que estaba en el TDR, sin embargo,

se exigía el cumplimiento de los términos de referencia. La BIM Manager indica que debido a este desconocimiento se tienen que hacer actividades que no aportan mucho valor a la ingeniería; por ello, se debería mejorar o capacitar mucho más a los revisores o a la contraloría para que tengan las herramientas y la revisión sea en base a la metodología que se está utilizando. Por otro lado, la líder de la disciplina de estructuras considera que existen varias tendencias entre los profesionales, un grupo muy reacio que cree que el 3D no funciona, un grupo intermedio que solicita asesoría constante pues les cuesta adaptarse, y por último los ingenieros más jóvenes que tienen la capacidad de ver todo en 2D o 3D, en este último grupo también se puede identificar que los ingenieros más jóvenes que ya están naciendo en este entorno BIM opinan que si no está diseñado en el detalle típico no se puede construir o no se puede leer. Finalmente, cabe mencionar que hubo capacitaciones para el personal con poca experiencia en BIM.

Hospital 2: El BIM manager de este proyecto considera que, actualmente, las aptitudes y competencias laborales son las adecuadas. Pero, al ser un proyecto de gran magnitud, es importante tener una metodología y una implementación establecida. Hacer proyectos en los que piden BIM por empresas que no cuentan con la experiencia, que realizan la implementación durante el desarrollo del proyecto tienen problemas y estos problemas terminan en desilusiones, lo cual perjudica el avance de BIM pues no es tan solo una desilusión para los consultores sino también para las distintas entidades. Esto no es culpa de los profesionales, existe un tiempo de preparación para que funcione. La empresa que desarrolló el proyecto hospitalario ya contaba con experiencia, una de las ventajas de esta es que tienen mucho tiempo probando las diversas herramientas. Además, hay diversos componentes que se tienen que entender, deben estar alineados supervisión, entidad y constructor para poder implementar BIM y en el caso de este proyecto todos los anteriores tenían una buena disponibilidad para implementar BIM.

Hospital 3: En la parte de diseño, todos los profesionales dominaban el BIM y de modo contrario, si no lo dominaban, el especialista tenía un asistente, coordinaban todos y avanzaban el expediente. Se logró un gran avance en poco tiempo, pues desde que se ganó el concurso hasta que se construyó pasaron 3 años, lo cual es un éxito para un edificio de esa magnitud.

Centro de Salud 1: La coordinadora BIM indica que es muy importante la voluntad de colaboración de todos los profesionales para mejorar los procesos de diseño para evitar los retrabajos en la etapa de modelamiento, compatibilización y todo esto influye en la construcción ya que se evita que se haga un doble trabajo de hacer un modelo nuevamente. Debe haber buena voluntad de las partes y no solamente por parte de la consultoría, sino también por parte la supervisión, ellos tienen que manejar el BIM y acelerar las revisiones. Con relación a la academia la Coordinadora BIM considera que se deben implementar mallas curriculares, no solamente las universidades, también en los institutos y a nivel de posgrado. Sobre este tema también comenta que el Ministerio de Economía y Finanzas está trabajando con la Universidad de Lima para la implementación de estas mallas curriculares, que definitivamente ayudaría mucho a que los profesionales que egresen puedan participar en proyectos BIM y entender los procesos desde el inicio. Menciona, además, que actualmente, académicamente hay universidades que ya lo están trabajando, Danny Murguía, que está motivando muchísimo en la católica el tema del BIM y también la Universidad de Lima con Alexandre Almeida.

Clínica 1: El principal reto fue que los actores, tanto el cliente como los proyectistas, no estaban comprometidos e involucrados al 100% con la implementación. Concebían el modelo como una geometría y consideraban que la información agregada en el modelo no les generaba valor. De igual manera, percibían las reuniones ICE como una pérdida de tiempo. Se tuvo que variar la estrategia para lograr que todos los actores colaboraran, sin embargo, aún existe un reto muy grande que superar. Por otro lado, la mayoría de los proyectistas no modelan

directamente en 3D, están acostumbrados a diseñar en 2D, integrar en 2D y entregar en 2D, que es lo que pide el municipio. Por esta razón consideran que es un trabajo doble, entregar la información en 2D al municipio y a la par realizar el modelo. Consideraban que agregar parámetros es un retrabajo y les demora más diseñar. Además, no estaban dispuestos a invertir más, pues al inicio se tiene que invertir en software, hardware y al no tener conocimientos en BIM toma más tiempo. A pesar de los esfuerzos para cerrar estas brechas, los entrevistados consideran que el mensaje aún no ha sido asimilado por el cliente y los proyectistas, quienes se encuentran en un proceso de aprendizaje.

4.3 Análisis de los componentes cualitativos

Para el análisis de los componentes cualitativos se utilizará el programa NVivo Versión 1.6.1, que permite importar datos y analizarlos con herramientas avanzadas de gestión, consulta y visualización. En primer lugar, en la Figura 21 se muestra la nube de palabras con las 50 palabras con mayor frecuencia que se obtuvo mediante este programa luego de codificar todos los retos que se encontraron en las entrevistas. Además, se generó el gráfico que se muestra en la Figura 22, este gráfico incluye el porcentaje ponderado de cada palabra, las palabras están agrupada con palabras derivadas de modo que se obtenga un resultado más consistente.

Figura 21.

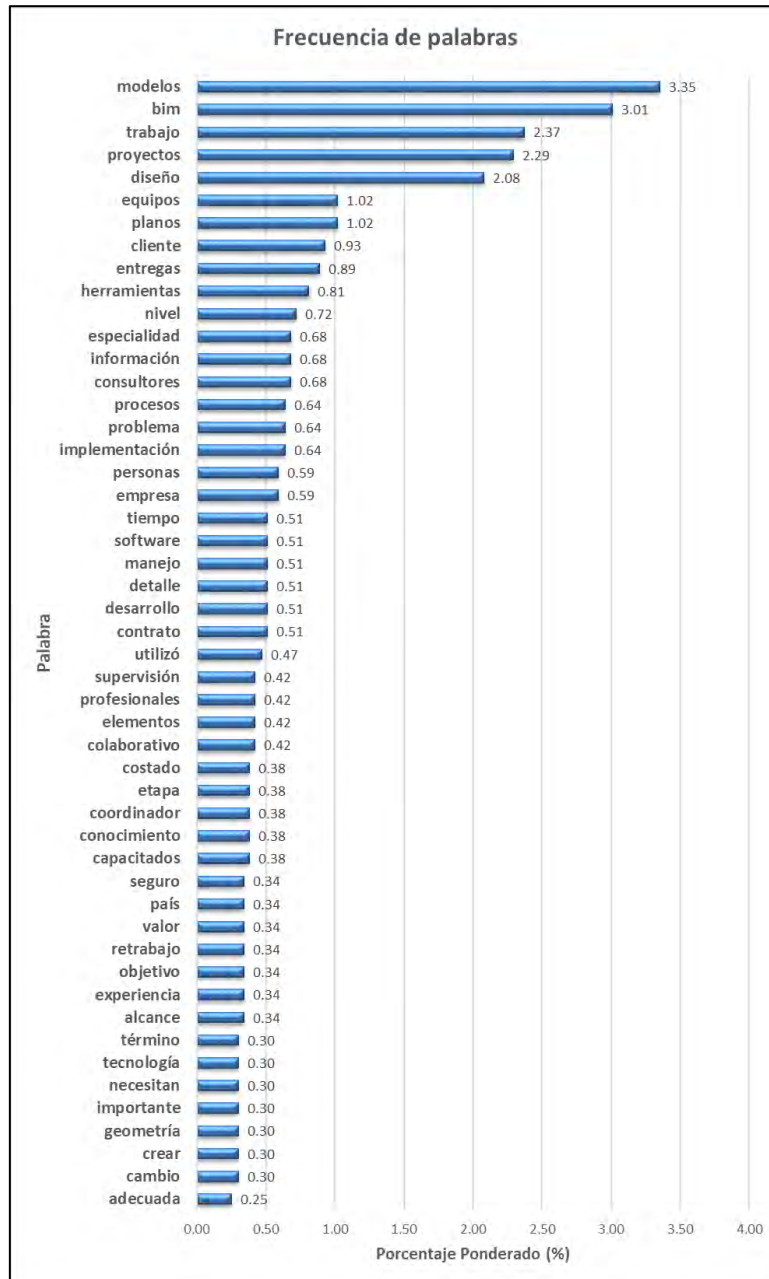
Nube de palabras relacionada a los retos identificados en las entrevistas



Nota. Elaboración propia.

Figura 22.

Gráfico frecuencia de palabras relacionado a los retos identificados en las entrevistas.

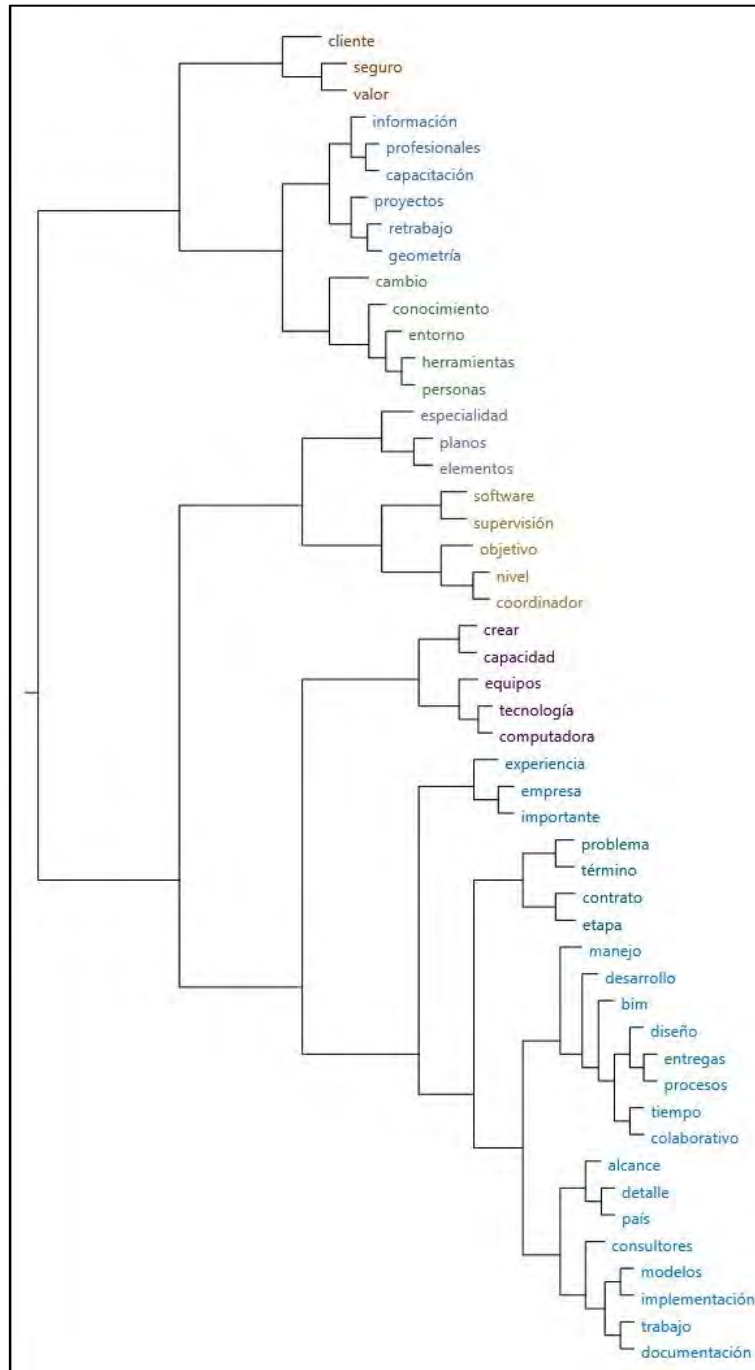


Nota. Elaboración Propia.

En la Figura 23 se observa el análisis de conglomerados para diagramar los nodos (códigos) a partir de la similitud de palabras compartidas, este ayuda en el análisis de la codificación. Se pueden visualizar palabras como tiempo, retrabajo, conocimiento, problema, capacidad, experiencia, entre otras. Palabras que serán claves para resumir los retos que se han presentado durante la etapa de diseño de los proyectos analizados.

Figura 23.

Diagrama de análisis de conglomerados



Nota. Elaboración propia.

En el programa NVivo Versión 1.6.1 se generó la “Matriz De Marcos De Trabajo”, relacionando casos con códigos se obtuvo la matriz que se muestra en la sección de anexos

(Anexo A), en las filas se muestran los colaboradores y el establecimiento de salud al que pertenecen y en las columnas los códigos “Reto en tecnología, reto en políticas, reto en procesos, reto en estándares y reto en personas”. A partir de esa matriz se obtuvieron los retos que se resumen a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6.

Resumen de retos obtenidos a partir de las entrevistas

Código	Retos
Reto en Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Con relación al hardware, el equipo de los modeladores debe tener buena capacidad para poder utilizar los softwares y realizar el modelo. • Con relación al software, los actores clave durante el diseño, como son los diseñadores, no tienen un buen nivel o no conocen el manejo del software. Las funciones del software no son completamente aprovechadas. • No se realiza directamente el modelo BIM, el diseño en 2D se debe pasar a 3D, lo que genera retrabajo y demoras en los entregables. En la mayoría de los casos, el diseño en AutoCAD se derivaba al área BIM para el modelado, luego pasa por revisión y corroboración del especialista a cargo. • Para que los planos a presentar en los entregables salgan directamente del modelo existen algunas limitaciones que pueden tener algunas disciplinas en el software. Se debe conversar este tema con la supervisión y el cliente para seleccionar alternativas, simbologías u otros temas puntuales. • La supervisión no tiene acceso directo al modelo, este acceso para visualizar el proyecto en el entorno común de datos se puede brindar, pero se requiere una licencia por persona para acceder al CDE y estas licencias deben ser gestionadas por la supervisión. • Las entidades aun piden todos los documentos impresos a pesar de que se tiene que presentar y levantar observaciones varias veces y en todas las ocasiones se deben imprimir planos.

Código	Retos
Reto en Políticas	<ul style="list-style-type: none"> • Uno de los retos es el robo de información de los modelos. Asegurar la propiedad intelectual de los datos para evitar que los archivos se extraigan, se pierdan, se editen o los roben. Si bien normalmente en el PEB y contractualmente se especifica la confidencialidad de la información, en la realidad sigue sucediendo la filtración de información, familias, etc. Se debe procurar soluciones y tomar precauciones para que esto no suceda. • Se tienen que implementar contratos colaborativos para evitar retrabajos en la etapa de ejecución del proyecto. Pues los profesionales de construcción están comprometidos desde el diseño y los subcontratistas participan en el diseño para mejores soluciones constructivas. • También se presentó el caso de que el cliente solicitó que se implemente BIM para el desarrollo del diseño, a pesar de ello, este solo contaba con lineamientos muy generales y durante el desarrollo el cliente no brindó el apoyo esperado para promover la colaboración entre los involucrados.
Reto en Procesos	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño ahora es más rico en detalles, por lo que se tiene un mayor trabajo. La exigencia es mayor aún desde el nivel de detalle típico. • Al tener un proceso colaborativo, en proyectos que tienen profesionales de diversos países utilizan diferentes lenguajes propios de cada país lo que origina observaciones y retrasos al presentar los entregables. El concepto que tienen en otros países de arquitectura en el extranjero es más simple, en Perú se especifica todo pues tenemos que corroborar que el trabajo se haga correcto. • La supervisión aún no tiene una participación directa con el BIM, en algunos casos se encarga únicamente de la revisión de documentos y planos. Incluso no hacen una revisión del modelo. La revisión de los entregables de por parte de la entidad supervisora en la mayoría de los casos aún se realiza mediante planos y documentos impresos. • No todos los participantes del diseño conocen BIM, es tarea de la empresa encargada de diseño facilitar todo el trabajo colaborativo. Aún existe una dependencia de un área BIM, coordinado BIM o BIM Manager para que de soporte y poder implementar BIM.

Código	Retos
	<ul style="list-style-type: none"> • En equipos que aún están empezando en esta metodología requieren acompañamiento y capacitación constante. Para lograr un buen desempeño es mejor realizar un “Big Room”. • En algunos casos, cuando se trabaja diseño y luego construcción, a pesar de que se realice un muy buen expediente técnico cuando entra un equipo diferente a ejecutar la obra puede darle otra solución constructiva. • Los proyectistas que inicialmente afirmaron trabajar con BIM consideraban el BIM como un entregable más, es decir, solo consideraban la elaboración del modelo, solo como la geometría, sin incluir información e incluso sin compatibilizar. • Respecto a la designación de responsabilidades debido a que los especialistas cuidan mucho su alcance, no se comprometen con algunas soluciones que se planean, sobre todo cuando son colaborativas. • Los proyectistas no querían entregar un modelo de información con un nivel adecuado y se generó una discusión para poder alinearse. • También hubo inconvenientes con el uso de CDE, se tuvo que llegar al acuerdo de que el modelo se entregue semanalmente, lo cual es un reproceso. • Se considera que agregar información al modelo y las reuniones ICE son una pérdida de tiempo que no agrega valor. Además, se considera que es un trabajo doble, elaborar el modelo si se entrega la información en 2D al municipio.
Reto en Estándares	<ul style="list-style-type: none"> • En su mayoría se utilizaron estándares internacionales para la implementación de BIM. • En los casos que el uso de BIM era una exigencia contractual, aún faltaba afinar detalles como los LOD a los que se debía llegar, se tuvo que conversar con el cliente a fin de que la ingeniería salga bien. • El LOIN es dejado a un terreno muy especulativo, se tuvo que proponer el uso de una Matriz BIM de Objetos para

Código	Retos
	<p>eliminar la especulación sobre qué es el LOD o el LOIN y para indicar los parámetros que se deben agregar al modelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presentó la situación en la que incluso los encargados de la Gestión BIM no tenía claro el alcance a un nivel contractual. Esto genera que haya ciertas lagunas, donde tanto el cliente como los diseñadores y las diferentes partes pueden especular acerca del alcance.
Reto en Personas	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento del uso de BIM por parte de los clientes, por ejemplo, si bien incluyen en el TDR aspectos como LOD, en algunos casos hubo elementos que no correspondían a la etapa que figuraba en el TDR sin embargo exigían que se cumpla, por ese desconocimiento se tienen que hacer actividades que no aportan mucho valor a la ingeniería. • En el equipo de la ingeniería no todos los participantes manejan BIM o no lo manejan al mismo nivel. Existen diferentes tendencias profesionales, por ejemplo, un grupo muy reacio que cree que no funciona, un grupo que cree que puede servir, pero necesitan asesoría constante y un grupo de profesionales más jóvenes que ya nace en este entorno BIM. • Existen profesionales especialistas en su área, pero con conocimiento de BIM muy básico, estos necesitan guía constante y capacitación para que puedan desarrollar estas habilidades. Incluso, en algunos casos, estos tienen un asistente para mejorar el flujo del trabajo. • La supervisión es un factor clave, deben tener conocimientos de BIM y la buena voluntad para agilizar el proceso de la revisión y la aprobación. • Si bien el MEF está trabajando para la implementación de una malla curricular para que los profesionales que egresen puedan trabajar en proyectos con BIM. Aún no se cuenta con una que integre, además, universidades, institutos y a nivel de postgrado. • Los entrevistados consideran que el mensaje aún no ha sido asimilado por el cliente y los proyectistas, quienes se encuentran en un proceso de aprendizaje.

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analiza los 5 ejes planteados en el Capítulo 3, tecnología, políticas, procesos, estándares y personas y se discuten las implicancias de los resultados del análisis cualitativo. Cabe mencionar que los retos no solamente pertenecen a uno de estos ejes, si no que están estrechamente relacionados.

5.1 Tecnología

En el campo de la tecnología, directamente relacionado con el hardware, los profesionales mencionan que el equipo, principalmente el de los modeladores, debe tener una buena capacidad de almacenamiento para poder utilizar los diferentes programas necesarios para implementar BIM, esto implica que se debe hacer una mayor inversión inicial en hardware.

En relación con el software, también implica una inversión en las licencias para su uso. Por otro lado, si bien no hubo problemas con la compatibilidad entre softwares, se dilucidaron algunos retos como que, dependiendo del software, este tiene ciertas limitaciones pues se deben acoplar a la normativa peruana, si se desea que los planos salgan directamente del modelo hay ciertos temas que se deben discutir con la supervisión para evitar observaciones en esos temas. Muy relacionado a esto está el tema de que los profesionales que realizan el diseño deben seguir los criterios y el lenguaje peruano para presentar los entregables y evitar observaciones.

Sobre el entorno común de datos, se presentó el caso de que se eligió una plataforma teniendo en consideración que los participantes no estaban capacitados o no tenían experiencia en el uso de plataformas con un mayor nivel de complejidad. Esta decisión se tomó para que todas las funcionalidades puedan ser realmente aprovechadas. Es necesario considerar también el tema de las licencias, con el fin de promover la participación de la supervisión directamente con el BIM, esta debe gestionar las licencias que necesita para el acceso al CDE. Para aumentar la transparencia de los procesos la entidad supervisora debe tener acceso directo al modelo.

Cabe añadir que como la información es compartida a distintas empresas, como consultores, todas deben estar preparados para poder asimilar esta tecnología.

Por otro lado, se tiene retos relacionados indirectamente a la tecnología que también están en el ámbito de procesos y personas, como se mencionó anteriormente, el desconocimiento del manejo del software por parte de los profesionales ocasiona una dependencia de un área BIM para el modelado y esto a su vez genera un retrabajo. Se podría considerar que existe una curva de aprendizaje, donde podría entenderse que el proceso de diseño o de intercambio de información se podría haber ralentizado. Pero una vez superada esta etapa inicial de aprendizaje, el flujo de trabajo mejora notablemente. Esta idea es la que debe prevalecer pues como se pudo observar en las entrevistas, los diseñadores al no estar acostumbrados a esta metodología de trabajo consideran que implementar BIM consume muchos recursos y lo consideran un retrabajo.

5.2 Políticas

En contraste con la revisión de la literatura, en el campo políticas, se tiene claro e incluso está especificado contractualmente que el cliente es el propietario final de los datos y se garantiza la confidencialidad y seguridad de la información. Así mismo, referente a quién es el responsable y gestiona la entrada de datos se ha establecido que sea el BIM Manager o el coordinador BIM los únicos que pueden brindar acceso al modelo en el entorno común de datos dependiendo de la fase en la que se encuentre la información, trabajo en proceso, compartido, publicado o archivado.

Es importante asegurar la propiedad intelectual de los datos para evitar que los archivos se extraigan, se pierdan, se editen o los roben; el principal reto que se encontró en este campo fue el robo de información de los modelos, por lo cual se debe procurar soluciones y tomar precauciones para que esto no suceda a través de soluciones tecnológicas y definiéndolo

contractualmente y en el PEB. Por otro lado, es un reto poder lograr integrar el diseño y la construcción, los problemas que se generan a partir del diseño afectan en gran medida durante la etapa de construcción como se demuestra en la Curva de influencia formulada por MacLeamy. Se pudo constatar a través de las entrevistas la necesidad de contratos colaborativos ya que de esta forma se evita retrabajos en la etapa de construcción.

Cabe añadir que no todos los entrevistados tenían conocimiento de los términos contractuales o de los estándares utilizados durante el proceso de diseño. Incluso se presentó el caso en que no había una definición clara del alcance de cada involucrado a nivel contractual. En consecuencia, es necesario que el cliente tenga conocimientos de BIM para poder elaborar los lineamientos y brindar el apoyo necesario durante toda la ejecución del proyecto; del mismo modo, la supervisión debe tener un buen nivel en el manejo de BIM. Es necesario que el cambio sea integral, las entidades conozcan el BIM, los proyectistas se capaciten en modelar BIM, los clientes tengan lineamientos claros para solicitarlo y las consultoras ofrezcan BIM para cerrar el círculo.

5.3 Procesos

En el campo procesos, fue en el que se encontró mayor cantidad de información relacionada a los retos. La formación y creación de nuevos roles y responsabilidades es un proceso que sí está bien definido antes del desarrollo del diseño. Los casos en que se presentó inconvenientes relacionados a este tema fueron en el centro de salud, en el cual se tenía un equipo de tan solo cuatro personas ya que era lo que contractualmente se exigía, y en la clínica, en la cual el alcance de los involucrados tuvo que discutirse. En relación con el alcance, los especialistas no se comprometen con algunas soluciones que se plantean como el nivel de información en el modelo, el uso de CDE, las reuniones ICE, etc. Como se mencionó en el campo políticas, esto también sucede debido a que no se tiene claro el alcance a un nivel contractual donde las

diferentes partes pueden especular sobre este alcance. Otro reto que se presentó fue que los diseñadores a pesar de decir que trabajan con BIM, consideran BIM solo a la geometría del modelo, incluso sin agregar parámetros. Por esta razón es importante la capacitación que se menciona en el punto anterior. Así mismo, se pudo notar que el área BIM es quién promueve o en algunos casos capacita a las demás áreas que no tienen experiencia trabajando con BIM. Además, en uno de los casos se implementó el “Big Room”, un espacio en el que los involucrados se encontraban trabajando bajo el mismo techo lo cual facilitó en gran medida la colaboración.

Por otro lado, al ser BIM un proceso colaborativo, todos los involucrados deben tener muy en claro los criterios y el lenguaje que se va a utilizar durante el diseño para evitar observaciones en ese ámbito. Igualmente, la supervisión debe estar en la capacidad de utilizar y participar activamente en el BIM, ya sea durante las reuniones ICE o la revisión de entregables; tenemos que desprendernos de documentos en físico para poder utilizar la documentación de manera virtual y reducir estos tiempos.

Además, resaltar que el conocimiento y la voluntad para participar en BIM es la base para tener un flujo de trabajo adecuado, el mejor de los escenarios sería que el diseño se realice directamente en 3D; se pudo observar que el modelado en la mayoría de los casos recae en un equipo BIM, que pasa el diseño de 2D a 3D, lo que es un retrabajo y ocasiona demoras en el entregable. De igual forma, lo ideal es que toda la información se integre en un entorno virtual, al no compartir la información en tiempo real, se originan retrasos; en algunos casos se tuvo que llegar a un acuerdo para poder subir la información al CDE cada cierto tiempo lo que genera un desfase. Cabe resaltar que es importante establecer un flujo de trabajo, por ejemplo, para la compatibilización, establecer un proceso que permita empezar con la compatibilización y establecer prioridades.

Finalmente, también se tiene retos relacionados a los procesos y la política, como se mencionó anteriormente, aún se trabaja con la modalidad diseño y luego construcción, sobre todo en el estado, de tal manera que aun implementando BIM y realizando un expediente muy bien hecho durante el diseño cuando entra un nuevo equipo de construcción a ejecutar la obra puede tener otras formas de darle solución constructiva. Relacionado a los procesos y las personas, se encontró que también se debe tener en cuenta evaluar a quién va a desarrollar estos proyectos debido a que debe entender los procesos y trabajar de forma colaborativa para cumplir con los requerimientos del cliente. La experiencia con las que cuentan las empresas en la implementación de BIM en este tipo de proyectos de elevada complejidad es muy importante pues al no implementarlo adecuadamente o solo parcialmente no se obtendrán los resultados esperados, lo que significa que se presentarán mayor cantidad de problemas y los consultores y entidades tendrán la impresión de que la metodología no funciona.

5.4 Estándares

Los proyectos estudiados sí cuentan con un estándar oficial para la implementación de BIM. Cabe añadir que no todos los entrevistados tenían conocimiento de los estándares utilizados. Además, un factor muy importante que fue mencionado en varias ocasiones por los entrevistados es la experiencia que tiene cada empresa, esto facilita en gran medida la implementación de BIM pues ya se tiene conocimiento de la metodología y utilizan sus propios estándares basados en su experiencia. Por otro lado, al ser el Plan BIM un documento relativamente reciente los proyectos analizados no lo han utilizado como base para su implementación, en cambio se han guiado en mayor parte de estándares internacionales. En los proyectos en los que implementar BIM era una exigencia contractual, aún faltaba afinar detalles en los requerimientos del cliente. Así mismo, se destaca el tema de la imprecisión del LOD,

para darle solución a este problema uno de los proyectos propuso el uso de la Matriz BIM de Objetos de modo que cada elemento sea correctamente modelado y parametrizado.

5.5 Personas

En el campo de personas los retos que se presentaron fueron la falta de experiencia en BIM de algunos de los involucrados, la necesidad de capacitar a las personas que desconocen sobre BIM conduce a actividades que consumen mucho tiempo; si bien este es un proceso necesario, esto origina retraso y retrabajos. Además, es necesario que el contratista, la supervisión y el cliente tengan un buen nivel de manejo de BIM para permitir un flujo de trabajo continuo. Es importante mencionar que existen diferentes tendencias profesionales, por ejemplo, un grupo muy reacio que cree que BIM no funciona, un grupo que cree que puede servir, pero necesitan asesoría constante y un grupo de que ya nace en este entorno BIM.

Aún existe una notoria resistencia al cambio sobre todo por parte de los especialistas que están acostumbrados a trabajar con la metodología tradicional de diseño en 2D. Por lo que a pesar de los esfuerzos para demostrar los beneficios del uso de BIM por parte de las empresas que lo implementan algunos de los entrevistados tuvieron la impresión de que el mensaje aún no ha sido asimilado por los demás involucrados. Por último, la academia es un factor clave para lograr la adopción de BIM a nivel nacional; es necesario que el estado, el sector privado y la academia promuevan y faciliten el uso de BIM, se necesita que las universidades, institutos y centros de formación técnica lo incorporen en sus mallas.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Aun implementando BIM meticulosamente, durante su implementación se pueden presentar retos, barreras o problemas; sobre todo en establecimientos de salud, que son proyectos complejos debido a la cantidad de información que se maneja y todas las especialidades involucradas. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar un estudio post implementación de BIM basado en la experiencia de distintos profesionales involucrados en la etapa de diseño de establecimientos de salud peruanos. Partiendo de la premisa “Lo que no se mide, no se puede mejorar”, mencionada por Lord Kelvin, se considera importante identificar estos retos para más adelante plantear opciones de mejora.

En comparación con los desafíos asociados a la implementación de BIM durante la etapa de diseño en distintos proyectos presentados en la revisión de la literatura, en donde se identificaron los principales retos: problemas de compatibilidad entre software, falta de conocimiento del software de modelado, determinación del propietario de los datos, falta de un estándar o proceso oficial, falta de experiencia de los involucrados y el tiempo necesario para capacitarlos. Se puede afirmar que los problemas de falta de conocimiento del software de modelado, la falta de experiencia y el tiempo para capacitar al personal fueron identificados también en el presente trabajo de investigación. Así mismo, los estándares o procesos oficiales que mencionaron los colaboradores durante las entrevistas en su mayoría fueron internacionales. Además, en contraste con la revisión de literatura, en su mayoría, los entrevistados tenían claro o estaba especificado contractualmente que el cliente es el propietario final de los datos.

Por otro lado, los resultados de este trabajo de investigación mostraron que en todos los casos surgieron inconvenientes, independientemente de la empresa responsable del diseño. Además, se presentaron retos en cada uno de los campos de Tecnología, Procesos, Políticas,

Estándares y Personas. En su mayoría, los retos identificados no pertenecen a un solo campo en particular si no que están estrechamente relacionados entre sí. Los principales retos encontrados fueron que existe una resistencia al cambio sobre todo por parte de los proyectistas que están acostumbrados a diseñar en 2D por lo que no se realiza el diseño directamente en 3D y la gran mayoría de estos modelos son realizados por un equipo BIM no directamente por los proyectistas; no todos los profesionales tienen el mismo nivel de conocimiento de BIM, algunos involucrados a pesar de afirmar que sí trabajaban con BIM desconocen los procesos para poder implementar BIM de forma integral, esto conlleva a problemas para definir el alcance de cada uno de los involucrados; además, la supervisión aún no tiene una participación directa en el BIM; y no se tiene una malla curricular que promueva y faciliten el uso de BIM en las universidades, institutos y centros de formación técnica.

Cabe añadir que la experiencia con la que cuenta la empresa encargada de implementar BIM sí es un factor relevante pues facilita los procesos; del mismo modo la experiencia y/o conocimientos de todos los involucrados en el proyecto son muy importantes, a mayor conocimiento de BIM el flujo de trabajo es más eficiente y se evitan retrabajos. Es necesario resaltar que estos conocimientos en BIM no solo implica saber realizar el modelado, se debe tener la capacidad de incluir la metadata en el modelo, trabajar en un entorno común de datos, trabajar de forma colaborativa y realizar entregables de alta calidad que cumplan con todos los requerimientos del cliente.

Finalmente, se debe destacar que BIM no es solo un software de trabajo o un modelo, sino una metodología que cambia por completo la forma en que se realiza la cadena de trabajo. Es importante realizar un análisis en todos los campos que interactúan y generan esta metodología para gestionar la información del diseño y los datos del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Así mismo, de no integrar el diseño y la construcción, se generarán problemas más adelante durante la construcción cuyas soluciones tienen un costo mayor a las que se podrían plantear

durante etapas tempranas. Por esta razón, es conveniente implementar contratos colaborativos en los que los profesionales de construcción estén comprometidos desde el diseño.

6.2 Recomendaciones

El presente estudio post implementación de BIM expone los retos que se han presentado durante el diseño de establecimientos de salud públicos y privados, este estudio se puede complementar con una verificación cuantitativa en la que se recojan y analicen datos provenientes de otras fuentes tales como encuestas a profesionales.

Futuras investigaciones podrían analizar cada caso de estudio, obtener el punto de vista de una mayor cantidad de involucrados en el proyecto y lograr mayor detalle. Para logra obtener la evidencia de los estudios de caso pueden utilizar diversas fuentes como documentos, registros de archivo, entrevistas, observaciones directas, observación participante, entre otros; con la finalidad de investigar el caso en profundidad y dentro de su contexto en el mundo real.

Además, debido a que claramente el uso de BIM está en aumento gracias a los beneficios que este proporciona. Se recomienda continuar explorando los retos que se presentarán en los diversos proyectos de ingeniería para identificar las áreas en las que se debe mejorar tanto en el sector público como privado. Incluso se puede investigar las diferencias entre los retos que se presentan para el sector público que tiene un sistema de gestión de proyectos más complejo en comparación con el sector privado.

Finalmente, se sugiere el uso de software de análisis de información cualitativa para facilitar el análisis de datos y explorar la información cualitativa desde varios enfoques a través de herramientas de consultas simples y avanzadas según los objetivos y preguntas de investigación propias del trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalde Rabanal, J., Lazo Gonzales, O., Macias, N., Contreras Ochoa, C., & Espinosa Henao, O. (2019). Sistema de salud en el Perú: situación actual, desafíos y perspectivas. *Rev Int Salud Materno Fetal*, 4(3), 8–18.
<http://ojs.revistamaternofetal.com/index.php/RISMF/article/view/108/111>
- Almonacid, K., Navarro, J., & Rodas, I. (2015). Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología Bim en la empresa constructora e inmobiliaria “IJ Proyecta” [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. En *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<http://hdl.handle.net/10757/617477%0Ahttp://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/67452>
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- Bedrick, J., Faia, W., Ikerd, P. E., & Reinhardt, J. (2020). *Level of Development (LOD) Specification Part I & Commentary For Building Information Models and Data* (Issue December). www.bimforum.org/lof
- BIM Forum. (2020). *Level of Development Specification*. <https://bimforum.org/LOD>
- BIMe Initiative. (2019). *BIM Dictionary Entorno Común de Datos*.
<https://bimdictionary.com/es/common-data-environment/1>
- Cassell, C., & Symon, G. (2004). *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research*.
- Chachere, J. M., Kunz, J., & Levitt, R. (2009). The Role of Reduced Latency in Integrated Concurrent Engineering. *CIFE Working Paper#WP116, April*, 30.
- Criminale, A., & Sandeep, L. (2017). Challenges with BIM implementation: a review of

- literature. *53rd ASC Annual International Conference Proceedings, June*, 329–335.
<http://www.ascpro.ascweb.org>
- Eastman, C., Sacks, R., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Estrada, M., Rivas, A., Chávez, C., Tovar, A., Callapiña, G., & Chacón, K. (2020). *Regiones gastaron S/ 1.900 millones en 14 hospitales que hoy están inconclusos y paralizados | Ojo Público*. <https://ojo-publico.com/1798/los-14-hospitales-paralizados-por-sospechas-de-corrupcion>
- Eyzaguirre, R. (2015). *Potenciando La Capacidad De Análisis Y Comunicación De Los Proyectos De Construcción, Mediante Herramientas Virtuales Bim 4D Durante La Etapa De Planificación* [Pontificia Universidad Católica Del Perú].
<http://hdl.handle.net/10757/624662>https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/10757/626010/3/FloresQ_C.pdf<http://hdl.handle.net/10757/626010><http://hdl.handle.net/10757/622827><http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789>
- Gob.pe. (2022). *Inversión histórica: Sector Salud impulsará proyectos de infraestructura hospitalaria*. <https://www.gob.pe/institucion/pronis/noticias/591014-inversion-historica-sector-salud-impulsara-proyectos-de-infraestructura-hospitalaria>
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D., & Ballard, G. (2006). *A Guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*. December.
- Kunz, J., & Fischer, M. (2012). Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions. In *CIFE Working Paper* (Vol. 97, Issue Version14).
<http://www.stanford.edu/group/CIFE/online.publications/WP097.pdf>
- Kunz, J., & Fischer, M. (2020). Virtual design and construction. *Construction Management and Economics*, 38(4), 355–363. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1714068>

- Medina, M. C., & Onofre, R. R. (2019). *Categorización de establecimientos de salud niveles de atención* (p. Diapositiva 21). <https://slideplayer.es/slide/17983222/>
- Migilinskas, D., Popov, V., Juocevicius, V., & Ustinovichius, L. (2013). The benefits, obstacles and problems of practical bim implementation. *Procedia Engineering*, 57, 767–774. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.04.097>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). *Plan de implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021a). *GUÍA NACIONAL BIM Gestión de la Información para inversiones desarrolladas en BIM* (pp. 1–221). https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/guia_nacional_BIM.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021b). *Plan BIM Perú*. <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/planbim.html>
- Ministerio de Salud. (2014). Guía Técnica para la Categorización de Establecimientos del Sector Salud. In *RM n° 576-20014-MINSA*.
- Murguía, D. (2020a). *Sesión 6b : Plan de ejecución BIM* (p. Diapositivas 1-46).
- Murguía, D. (2020b). *Sesión 7: La Gestión del Diseño* (p. Diapositivas 1-58). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao. In *Estudio* (Vol. 2). <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/176216>
- Oteng, D., Ansah, M. K., Kissi, E., & Eshun, B. T. B. (2018). Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in Developing Countries: The Case of Ghana. *1st International Conference on Construction Futures*.
- Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A., & Fischer, M. (2018). Integration enabled by virtual design & construction as a lean implementation strategy. *IGLC 2018 - Proceedings of the*

- 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, 1, 240–249. <https://doi.org/10.24928/2018/0521>
- Shenoy, R. G. (2017). A Comparison of Lean Construction with Project Production Management. *Project Production Institute*, 2, 1–13.
- Succar, B. (2008). *BIM ThinkSpace: Episode 7: Understanding BIM Nodes (BIM Fields)*. <https://www.bimthinkspace.com/2008/02/the-confusion-i.html>
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Succar, B. (2013). 2. *BIM Fields - BIM Framework*. <https://www.bimframework.info/2013/12/bim-fields.html>
- Talebi, S. (2014). Exploring Advantages and Challenges of Adaptation and Implementation of BIM in project Life cycle. *2nd BIM International Conference on Challenges to Overcome. BIMForum Portugal.*, 1–20.
- The British Standards Institution. (2018). *ISO 19650-1:2018 Part 1: Concepts and principles*.
- Ulloa, K., & Salinas, J. (2013). Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN [Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. <http://hdl.handle.net/10757/528110>
- Yáñez, R., López, L., & Reyes, F. (2011). La técnica de incidentes críticos: una herramienta clásica y vigente en enfermería. *Ciencia y Enfermería*, 17(2), 27–36. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532011000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=en

Anexo A: Matriz de Marcos de Trabajo

	A : Reto en Tecnología	B : Reto en Políticas	C : Reto en Procesos	D : Reto en Estándares	E : Reto en Personas
1 : COLABORADOR 1 HOSPITAL 1				Entonces, si, contractualmente estaba establecido eso y además indicaban en los anexos el LOD al que debería llegar cada elemento, si bien es cierto hemos tenido que conversar con ellos para lograr que la ingeniería salga bien. Había algunos elementos que no se habían incluido y otros que si, entonces se debía conversar con el cliente.	Lo que, si hay un poco de desconocimiento, de repente, en el caso de los clientes. Por ejemplo, el PRONIS, si bien es cierto en el TDR indicaba los elementos que hay que poner y su LOD, pero por experiencia que nosotros tenemos había algunos elementos que no correspondían a la etapa que estaba en el TDR, sin embargo, nos exigían que se cumpla ese documento. Por ese desconocimiento se tienen que hacer actividades que no aportan mucho valor a la ingeniería. Se debería mejorar o capacitar mucho más a los revisores o a la contraloría para que tengan las herramientas y observen en función a la herramienta y metodología que estamos utilizando
2 : COLABORADOR 2 HOSPITAL 1	Necesitamos que los modeladores tengan un buen equipo pues son los que están trabajando en el modelo. cuando el modelador tiene una máquina lenta no se puede trabajar. Lo que esperamos a futuro es que cada disciplina tenga su propio modelador, o sea ahora nuestro modelo estaba centralizado en un equipo BIM y el líder del equipo BIM era el que distribuía el trabajo. Hemos trabajado primero en 2D y ellos lo pasaban al modelo, el reto siempre es trabajar directamente en el modelo. No he usado directamente el software, lo conozco por la capacitación que nos dieron hace unos años.		Cuando nosotros hemos diseñado, en esta evolución de pasar del 2D al 3D hemos experimentado, no solo en el diseño de hospitales si no de diferentes tipos de edificaciones, todos los diseñadores estructurales es que antes recibías un edificio y modelabas los elementos estructurales del edificio Es más rico el proceso porque empiezas a detallar y modelar todo, es un poco duro, un poco difícil especificar tanto y en ese barido o en ese paseo de tener todos estos elementos de hecho encuentras cosas que no están completas en un detalle típico, en un detalle típico no está todo resuelto.	Y a nivel de todas las especialidades en el caso del proyecto se ha trabajado así, primero 2D y después 3D, entonces el responsable BIM es el que ha estandarizado y a través de información nuestra como qué tipos de elementos estructurales se tiene y que voy a reportar después en el método, entonces consistía en alcanzarle una planilla y decirle esto es todo lo que tenemos (vigas, columnas pedestales zapatas, todos los elementos que iban modelando de acuerdo la lista que nosotros le habíamos dado. presumo que siempre van a haber cosas sueltas en la cuales ya tu criterio dirá este LOD va a en esto y esto en aquello. El cliente si coloca en los TDR, si bien el cliente los coloca no estoy tan segura que él sepa todo lo que está pidiendo.	Yo veo, dos tendencias profesionales o dos grupos, o hasta tres. El grupo que aún es muy reactivo y dice que el 3D no funciona, el grupo intermedio que dice si, puede servir, creo que están migrando del grupo anterior a este, pero "me pones a alguien al costado como si fuera un traductor, como si estuviéramos hablando en otro idioma que haga todo el modelo que yo quiero y que le dé la vuelta a todo", y eso cuesta, veo que a algunos colegas les cuesta aceptar. los ingenieros más jóvenes que están naciendo en este entorno BIM opinan que si no está diseñado este detalle típico no lo pueden construir, (porque en realidad si es posible extrapolarlo) y que si no está modelado no se puede leer. Que, si tiene en plano 2D y yo tengo el modelo no lo puedo leer, creo que es algo que debemos desterrar. Así como todos tenemos la capacidad de entender el modelo 3D y diseñar a través de un 3D, también debemos tener la capacidad de leer todo en 2D.
3 : COLABORADOR 3 HOSPITAL 1			El PRONIS subcontrato una empresa supervisora que es la que supervisaba la ingeniería y nos enviaba sus comentarios u observaciones al diseño, pero no tenían una participación directa con el BIM si no a través de planos o archivos en PDF que nosotros emitimos. El especialista terminaba su diseño en AutoCAD y se deriva al área BIM, ellos hacían el desarrollo y después pasaba por un tema de revisión y corroboración del especialista a cargo.	la revisión de los especialistas era solo a través de planos y documentos, no hacían una revisión al modelo.	Te puedo mencionar que a título personal en mi especialidad tengo un grupo de personas que cuando empecé el proyecto del Hospital 1, conocían lo que es el BIM de forma muy básica, los fuimos guiando a través de la BIM Manager para que ellos brinden el apoyo tanto ingenieros de diseño como proyectistas que son digamos uno de los niveles que tenemos en el desarrollo de expedientes, puedan ellos ir tomando conocimiento y manejando la herramienta.
4 : COLABORADOR 1 HOSPITAL 2			El área BIM necesitaba, porque siendo muchos de los participantes, muchos de los usuarios y los colaboradores no conocían el trabajo en BIM. Tampoco le dijimos que estaban trabajando en BIM. Nosotros nos encargamos de facilitar todo este trabajo colaborativo, que el hecho de que nuestro discurso era. "Lo más importante es que sepa tu ingeniería" los tranquilizó como para poder nosotros en paralelo aplicar nuestros procesos BIM de tal manera que ellos tenían que volcar en todos lo que necesitarían para trabajar en BIM, tanto en software como Revit, Navisworks u otros. Tenían que trabajar ellos, usarlo ellos que son los diseñadores y nosotros íbamos dando vueltas, éramos un equipo que vamos dando soporte a todas las disciplinas, como están todos en el mismo piso, en el mismo nivel. Estuvimos ayudando a que este proceso entre en el chip o en el ADN de cada usuario, de cada ingeniero, de tal manera de que en la carrera lo fueron aprendiendo. el cliente es la entidad, no participaban, la supervisión tampoco solamente los que producíamos el expediente técnico Estamos viendo muchos proyectos que en el cual están pidiendo que se haga en BIM, pero en el cual están entrando empresas donde no han tenido experiencias y en la carrera, durante el proyecto, durante el desarrollo del proyecto están haciendo su implementación, por lo cual al final están teniendo problemas y estos problemas terminan siendo desilusiones no solo por los consultores, sino también por las entidades diciendo esto no puede funcionar.	No era exigencia del proyecto que sea, BIM, eso fue en el 2016, entonces no fue una exigencia, pero si marcho bastante, digamos emoción a la supervisión de ver que estábamos trabajando con esta herramienta. Entonces mucho más fácil de comunicar y de involucramos. No solo la supervisión, sino a todos los contratistas. Bueno, todo salía en 2D. Entonces nuestros modelos y nuestros planos están vinculados. Entonces avance de modelo a la vez avanzaba en planos. Nuestro objetivo era que todo, todos los planos, todos salgan del modelo. Entonces revisábamos planos y a la vez revisábamos modelo. Y hay ciertas limitaciones que pueda tener en algunas disciplinas el software. Pero al ver, al convencer o al conversar con la supervisión de que hay algunas limitaciones, podemos utilizar estas alternativas, simbologías, algunas con temas muy puntuales, pero hay que valorar la calidad del proyecto compatibilizado, entonces ellos entendían. Una especie de educación no solo interna, sino externa. Y también porque son software que no son peruanos, son software que necesitan acomodarse a un rigor de supervisión, de revisión que estamos acostumbrados acá en Perú.	no solo es pedir, sino también evaluar a quien va desarrollar estos proyectos para que sepan a ciencia cierta si es que van a poder responder el BIM, no solo en BIM, trabajar en entorno comunes de datos, entregas de forma colaborativas, ver cómo son los medrados.

<p>5 : COLABORADOR 1 HOSPITAL 3</p>			<p>El reto que tuvimos en el hospital en la parte de diseño, por ejemplo, es entender el lenguaje de cada profesional. Como te decía, aquí en Perú se manejan una serie de normas, reglas, que son distintas a otros países, distintas España, distintas a Portugal, etc. Entonces, teniendo profesionales de otro país que desarrollaban el mismo proyecto, lo hacían usando criterios distintos a los de aquí.</p> <p>Igual en arquitectura el concepto que tienen los españoles es mucho más simple. No exigen tanto detalle como acá lo exigimos, es por temas, ya digamos de país: aquí porque siempre el peruano se la pasa de vivo entonces hay que especificar todo, en España o en otro país no es así. No, ellos son más profesionales y ya saben lo que tienen que hacer y lo correcto. Entonces para ellos las cosas es más simple.</p>	<p>cuando hacíamos los entregables teníamos muchas observaciones por parte de los consultores, teníamos muchas observaciones y eso era un retraso porque el lenguaje, como te digo, las normas en otros países son distintas. Pues ese fue el principal reto</p>	<p>En la parte de diseño, si, todos los profesionales ahí dominamos el BIM y si no lo dominabas, pues tenías un asistente. El especialista tenía un asistente y coordinábamos todos y avanzábamos el expediente.</p>
<p>6 : COLABORADOR 2 HOSPITAL 3</p>	<p>Entonces nosotros trabajamos en colaboración for Revit, que la supervisión no tenía acceso y nosotros cada semana entregábamos los archivos Navisworks con las interferencias clasificadas. Ese es un tema importante. La categorización de las interferencias y paralelamente entregamos los modelos, pero no había un acceso directo. Ahora se está planteando eso, pero ahí entramos en otro tema que es importante, que es... Vamos a ver, esto del BIM 360 está muy bien, pero requiere el uso de una licencia por persona. Entonces el acceso y manejo y la gestión de esa licencia, yo como BIM Manager digo siempre lo mismo, yo no voy a cerrar la puerta a nadie. O sea, hasta tú puedes, si perteneces al equipo de supervisión, puedes acceder a nuestros modelos y visualizarlos. Vamos a crear sets para supervisión y visualización de los modelos. Ahora bien, la gestión de sus accesos tiene que depender de la persona o de la entidad que va a acceder. No puede depender de un solo, ni mucho menos del BIM Manager.</p>	<p>es importante tener en cuenta porque claro, hay una práctica muy habitual que es que yo te contrato para trabajar en mi empresa y contrato a un compañero tuyo y viene tu compañero y va a la base de datos y me quedo con todos los modelos. O sea, esa es una práctica que, a ver yo no puedo evitarlo, pero es una práctica que no es para nada elegante. Entonces si que es cierto, y eso también, una vez más, se dejó claro en el BIM Execution Plan, que los modelos federados son propiedad del cliente y toda la información en torno al proyecto es confidencial.</p> <p>Pero yo también te digo una cosa que ese un modelo muy sensible, porque el equipamiento de un hospital, como tú bien sabes, va evolucionando cada año. Entonces, de repente un tomógrafo que tú proyectas en el día uno del proyecto, cuando se va a colocar, ya tiene que ser otro. Entonces si que hay cambios en ese sentido.</p>	<p>pues lo que se hizo fue fundamental, es que al inicio pues como estaba un poco que empezando digamos así que trabajásemos todos bajo el mismo techo. Eso fue sumamente importante. Luego, con los otros equipos que estaban en otros países, pues nosotros a base de llamadas de teléfono y video llamadas, coordinábamos. Pero bueno, ahí en ese caso en España, el equipo de España yo ya había trabajado con ellos anteriormente y ya sabía cómo trabajaba. Pero en el caso de equipos que estaban empezando con esta metodología, lo importante es que yo estuviera cerca y que estuviera con ellos. Por eso estaba en Perú.</p>		
<p>7 : COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1</p>	<p>Se necesitan equipos no tan sofisticados, por lo menos, pero si se requiere ese recurso con una buena capacidad de memoria, un buen RAM. Entonces eso si se reforzó, si hubo esa voluntad de reforzar el hardware de los modeladores, porque ellos eran los que manejan los modelos; en cuanto a los especialistas que no podían reforzar sus equipos el entorno ofrecía la capacidad de que puedan acceder sin necesidad de ir al modelo para poder visualizar en este caso el proyecto.</p> <p>hay entidades que te piden todo documento impreso y te observan una, dos, tres, cuatro veces y sigues imprimiendo planos</p> <p>Ha tenido una curva de aprendizaje interesante al inicio, donde podía entenderse que tal vez al proceso de diseño e incluso de intercambio de información se podría haber ralentizado. Pero una vez superada esta etapa de aprendizaje, definitivamente hemos visto los beneficios de las tecnologías empleadas tanto en el uso del CDE como vendría a ser ACONEX, como en el uso de modelos BIM para el intercambio del diseño y coordinación</p> <p>la madurez BIM de los diseñadores, ya que a nivel de gerencia teníamos un conocimiento amplio de lo que se quería implementar, pero a pesar de poder transmitir esta visión hacia el resto de involucrados, igual había una dependencia fuerte en el dominio justamente de estas tecnologías.</p>	<p>me ha pasado de que tampoco se garantiza la propiedad intelectual de los archivos</p> <p>Si, y justo en ese proyecto me ha pasado este problema y me hicieron la queja "arquitecta, me robaron mis familias". Entonces cuando sucedió eso ya tuve que tomar precauciones, ha pasado justo en ese proyecto, me pasó y desde ahí ya en todos. Y yo incluyo en el FEB, en el plan de ejecución, el punto seguridad cibernética, o sea, no solamente es escribir que estos modelos o archivos son de propiedad intelectual de la entidad, sino cómo los cuidas, entonces ofreces esas soluciones.</p>	<p>El Estado todavía trabaja diseño y luego construcción, de tal manera que podemos hacer un buen expediente BIM, muy bien hecho. Pero cuando entra un nuevo equipo de construcción a ejecutar la obra, de repente pueda tener otras formas de darle solución constructiva hasta comprometerse con el proyecto. Entonces como que va a generar un retrabajo, es mejor que ya en el plan BIM Perú ya vienen hablando de ese punto de que se tiene que implementar este tipo de modalidad de contratos colaborativos</p> <p>Eso si generó un retrabajo. Solamente sucedió en el caso de, en realidad una especialidad, nos pasó, que fue Comunicaciones la única. El resto si manejaban BIM, entonces esa especialidad si nos generó un retrabajo y una demora en el entregable.</p> <p>El problema es que al no tener un conocimiento suficiente del alcance de lo que implicaba esta implementación, eso generó que los involucrados, en este caso los diseñadores, se comprometan con ciertos alcances del modelo, como la generación de documentación, planos e intercambios que no eran tan sencillos en la práctica, lo cual generó estas dificultades</p>	<p>Se requiere voluntad de colaboración de estos profesionales para que se mejoren los procesos de diseño, porque eso va a ayudar muchísimo a evitar los retrabajos en la etapa de modelamiento, compatibilización y sobre todo también en la construcción, porque así evitamos que se haga un doble trabajo de hacer un nuevo modelo</p> <p>tiene que haber buena voluntad de las partes y no solamente por parte de la consultoría, sino también por parte la supervisión, ellos también tienen que manejar definitivamente, porque como van a revisar y aprobarlo.</p> <p>Se tiene que implementar mallas curriculares, no solamente las universidades, también en los institutos y a nivel de posgrado, y eso ya se viene trabajando. Ya el Ministerio de Economía y Finanzas está trabajando con la Universidad de Lima para la implementación de estas mallas curriculares, en la que también me invitaron para poder participar en la validación de estas mallas. Definitivamente si ayudaría mucho a que los profesionales que egresen puedan participar en proyectos BIM y entender los procesos desde el inicio.</p>	

<p>8 : COLABORADOR 1 CLÍNICA 1</p>	<p>Si hubo esa necesidad de actualización que se presentó al menos en la Gerencia de Diseño, ya que algunos de los profesionales que trabajaban dentro de nuestro equipo no contaban con los equipos adecuados para manejar plataformas como Revit o Revizto, ya que demandaba una capacidad gráfica mayor a la que tenían las computadoras. Entonces fue necesaria esa actualización de algunos de los equipos.</p>	<p>Y eso también es un problema para la etapa de diseño, porque hay equipos y equipos, hay resonadores que dependiendo del proveedor tienen diferentes características, dimensiones. A veces nosotros para definir alguna dimensión en los ambientes utilizamos ciertas referencias de proveedores, pero al menos en la etapa donde nos encontramos, esto todavía no termina de cerrar</p> <p>El sector privado responde a una demanda y a un nivel de calidad muchas veces superior, ya que la inversión que tiene es mayor. Entonces hay un ambiente no solamente de prestación de servicios, sino también hay un ambiente de competitividad donde el cliente puede ser mucho más celoso con el compartimiento de datos.</p> <p>hay lineamientos, son muy generales. Básicamente no han tenido una asesoría adecuada para poder plantear algo más aterrizado.</p>	<p>el diseño y construcción todavía no lo hemos implementado, ya que estamos todavía en esta primera etapa. Lo que sí hemos hecho es trabajar conceptos de constructabilidad, que es la experiencia que tiene el profesional con respecto a los procesos de construcción para llevarlos a la etapa de diseño y poderlos optimizar</p> <p>fue necesario exponer un poco cuáles eran los procesos que requerían este cambio en las tecnologías y también en el modelo colaborativo de trabajo. Y las implicancias que esto tenía, porque no solamente era indicar que ya íbamos a utilizar BIM y que ya todos entregamos unos modelos con un cierto ritmo, había que mapear cómo era el flujo de diseño de cada diseñador y poder adecuarlo a un ambiente no tan independiente, sino por lo menos en un modelo acordeón que permita el trabajo individual y luego el ejercicio de coordinación con un enfoque colaborativo</p> <p>Con la designación de responsabilidades sí hemos tenido muchos problemas porque tenemos, digamos, especialistas que cuidan mucho su alcance</p> <p>También lo mismo con quien, por ejemplo, modela, yéndonos más por el lado estricto de la implementación BIM, donde hay mucho alcance en relación a los componentes y a la matriz BIM. Es decir, es LOIN lo dejaban en un terreno muy especulativo y básicamente no querían entregar un modelo de información con un nivel de detalle adecuado. Entonces, aquí hubo bastante discusión ida y vuelta para poder alinearlos</p> <p>diría que la mayoría de diseñadores, por no decirte todos, prácticamente, realmente diseñan en planos, sacan modelos y luego te dicen que van a sacar planos del modelo BIM</p> <p>si manejan modelos BIM solo que la supervisión es un poco más celosa con el alcance que ellos tienen sobre su revisión y aquí sí hemos encontrado ciertas trabas a cerca de cómo se iba, justamente, supervisar la documentación; donde ellos han solicitado principalmente documentos 2D como PDFs o planos por encima de los modelos BIM, pero me parece que esta solicitud ha sido más que nada para controlar un tema de revisiones puntuales y no estar revisando de forma constante el modelo, lo cual les quita más tiempo y está fuera de su alcance.</p>	<p>El problema en general es que incluso nosotros no tenemos claro el alcance a un nivel contractual muchas veces. Esto genera que haya ciertas lagunas como había comentado antes, donde tanto el cliente como los diseñadores y las diferentes partes pueden especular acerca del alcance.</p> <p>se trabaja con un modelo de servicios estándar no pensado o no orientado específicamente en el proyecto.</p> <p>hay lineamientos, son muy generales. Básicamente no han tenido una asesoría adecuada para poder plantear algo más aterrizado.</p>	<p>a nivel de herramientas, como dije al inicio, también tienen una brecha que todavía hay que cubrir. Es un proceso de aprendizaje que me atrevería a decir que es en donde se encuentran casi todos los diseñadores hoy en día en el contexto nacional, ya que hay un nivel de madurez bajo</p>
<p>9 : COLABORADOR 2 CLÍNICA 1</p>	<p>el problema son los usuarios que a veces unos dominan más que otros y también es un reto porque al ser un proyecto de diseño, de consultoría y para hospitales, mayormente los que tienen experiencia son ya personas adultas.</p> <p>Sin embargo, hasta que tome la iniciativa de querer saber un poco más, la experiencia es todo un proceso que no es rápido.</p>		<p>de parte de los consultores iba difícil que puedan contratar a alguien que modele o que puedan manejar esta herramienta. Hemos tenido que desarrollar nosotros el modelo, nosotros levantarlo. Pero en conjunto con el proyectista porque el proyectista es el que tiene la experiencia y bueno, el consenso era que, desde un inicio se comentó, se implementó, digamos, las reglas del juego. O sea, todo iba a ser en el modelo, todo se iba a trabajar en el modelo y se tenían que adecuar a eso. Han tenido que contratar a moderadores BIM, sólo a unos dos o tres que no tiene mucha incidencia, que son diseños puntuales ya bueno se le ha aceptado en CAD y luego hemos tenido que apoyar en el modelo.</p> <p>si se ha desarrollado primero en 2D, algunos consultores, porque partiendo de arquitectura el diseño pues lo ven en 2D todavía. Entonces dibujan en 2D y lo pasa, si tienen su equipo de modelo BIM y lo pasa el dibujante.</p> <p>Si tenemos como dos, tres, cuatro proyectistas que, si ellos han desarrollado en CAD y bueno, después han tenido el tiempo para que un modelador BIM lo pueda desarrollar.</p>	<p>La verdad no he leído bien a detalle, sé que hay un Plan BIM que ahora también el Estado trabaja con ello. Pero no te podría decir si hemos tomado a pie de la letra ese plan BIM.</p>	<p>todavía falta que los proyectistas puedan saber todos los beneficios de este programa y el uso.</p>

<p>10 : COLABORADOR 3 CLÍNICA 1</p>	<p>Quisimos también implementar el BIM 360, pero ya por temas también de presupuestos y también por la experiencia que tienen los consultores hubiese sido como tener un iPhone de alta gama y de repente no todos lo saben usar. Entonces buscamos un término intermedio que fue en ACONEX. Entonces funcionó bien. Pero bueno, esperemos que en el próximo proyecto podamos tener el BIM360 también y este pueda ser realmente aprovechado.</p> <p>hubo que implementar y repotenciar computadoras, no solamente a nivel de consultores, sino también nosotros mismos, porque sumado a que la computadora tiene que ser una computadora potente, el Revit lo demanda, el Revit también. La interacción tiene que ser en línea porque los softwares están abiertos. Sumémosle a eso las reuniones virtuales, ya sea Teams, Zoom o Discord, la computadora colapsa. Se vuelve lenta, responde, se cuelga la red. Esos problemas también es algo bastante recurrente que hemos tenido y hasta ahorita continúan, hay veces en las que cuando se tiene abierto el PowerPoint, estoy presentando algo, y el Revit y encima la reunión virtual a veces</p> <p>Que se asocia al objetivo que se tiene el proyecto. De nada nos sirve tener una mega herramienta, la herramienta cuando de repente va a ser utilizada al 30% porque el objetivo, el proyecto lo demanda.</p>		<p>Ha costado, ha sido bien complicado, nos ha costado algunas discusiones, incluso con los terceros, porque no todos están dispuestos a involucrarse en este esfuerzo. Pero bueno, finalmente lo bueno es que se ha tenido el apoyo del cliente y ha servido para que se alineen, en algunos casos les ha costado. Algunos consultores han presentado adicionales para su implementación y este cliente ha invertido en eso. Pero fácil no ha sido, y aún creo yo que falta todavía bastante para poder decir si logramos que la implementación o el diseño sea 100% BIM/VDC. Creo que estamos en una etapa de transición y va a ser todavía así cierto tiempo más.</p> <p>No todo se ha podido implementar, porque lo que pasa es que todos los consultores cuando están en etapa de licitación y también entiendo, es un poco de desconocimiento también, dicen "Si lo voy a hacer". Tu propuesta incluye esto vas a hacer entonces, "Si lo voy a hacer". Mira que quiero esto, "Si lo logro". Pero en el camino se van dando cuenta que es más difícil de lo que pensar y van saliendo los problemas. No, esto no lo tengo presupuestado, no, yo solamente pensé dibujar las bandejas, yo no voy a dibujar nada más y hasta aquí voy a llegar. Entonces ya empiezan ahí siempre las barreras.</p> <p>Entonces conversando buscamos alinear esas cosas cuando nosotros decíamos es esto y él decía no, yo voy a hacer esto, entonces hacemos esto. Ahí también ha sido una casi negociación con cada uno de ellos.</p> <p>Se ha logrado que los planos salgan, sí, pero no en todas las especialidades, pero algunas con mayor nivel de detalle que otras</p> <p>El detalle de las especialidades si y no al 100%, por ejemplo estructuras, el casco en si propiamente dicho, si lo ha hecho directamente en el modelo, pero el detallado de la serie, etcétera ya algunas cosas las está haciendo en 2D y las está levantando, digamos, está haciendo una mezcla</p>	<p>Bueno, la ISO creo que no ha ayudado mucho en este caso. Su aplicación obviamente es en procesos convencionales, digamos, no. Sí, obviamente algunas buenas prácticas seguramente lo hemos llevado de forma natural implementado, pero que hayamos buscado aplicar ISO en la metodología no ha sido lo que se ha buscado.</p> <p>el requerimiento que teníamos para el proyecto era un poco mayor a los estándares que están definidos en el plan BIM, que aún están muy bajos, porque el plan BIM te define el nivel de LOD, así como que puede ser una tabilita, un menú, pero realmente no es así.</p> <p>Nosotros hemos tenido que crear con el Coordinador BIM y su equipo un estándar adaptado específicamente a los requerimientos no solamente del proyecto, sino de cada especialidad y cada consultor. Hay especialidades que tienen más de un nivel LOD en una misma especialidad porque no todo necesita modelarse a un diferente nivel. Eso ha sido definido por especialidad en coordinación con cada consultor, o sea, incluso por elemento.</p>	<p>las competencias a diferencia de antes que había que de repente retener el conocimiento porque no lo tenías a la mano tan accesible. El tema ahora es que hay tanta información que la competencia del profesional es más bien el saber qué información utilizar. El poder manejar tanta información y ser selectivo con la información que tú vas a aplicar, que te sirve y que sea válida.</p>
<p>11 : COLABORADOR 4 CLÍNICA 1</p>	<p>Es que en realidad eso ha partido de la empresa, no del cliente. O sea, como empresa nosotros hemos puesto al servicio del proyecto toda la tecnología disponible</p> <p>la herramienta se expuso sin costo para ellos, porque nuestra empresa cree en eso. Y el proyecto en particular creía muchísimo en eso. Entonces las herramientas han estado, las herramientas tecnológicas han existido incluso más allá, como te digo, porque adquirimos más tecnología</p> <p>En el tema de Hardware, sí, hubo algunas dificultades porque la empresa te da un equipo estándar a veces para determinados puestos y otros, el coordinador BIM y todo el equipo BIM, por ejemplo, tienen un hardware superior. Como máquina, me refiero a la estándar del equipo. Sin embargo, como usamos todo determinado software, se solicitó el cambio de computadoras y se accedió y teníamos todas las máquinas muy potentes, con niveles de memoria y capacidad muy alta.</p>	<p>Y el cliente tampoco. Lamentablemente el cliente tampoco, entonces sí el cliente no apuntala desde arriba en esto, se empieza a desarmar. Entonces hemos tenido ese problema y nos hemos adaptado un poco.</p>	<p>no sé si lo hemos logrado. Esa es mi primera reflexión. Entonces un poco para que siga la idea. Nosotros licitamos con este concepto de VDC/BIM, etcétera. Y todo el mundo dijo si trabajo en BIM. Y ahí nos dimos con la ingrata sorpresa que lo que te mencionaban, para ellos el BIM es un entregable. Un modelo, es más, si tú vas ahorita y hablas con los clientes y te dicen tengo este proyecto para licitar y lo he trabajado en BIM y te entrega el modelo. Y uno cree que lo ha trabajado y tiene muchas incongruencias porque solamente es una entregable final y ahí está el error conceptual.</p> <p>En el proceso y lo ideal sería que todo se integren en un entorno virtual como el BIM 360* y sumen al modelo, pero era mucho pedir. Entonces al final decidimos, dada la brecha que encontramos, que el modelo se entregue semanalmente: igual hay un reproceso, pero se acorta. En otras palabras, diseñaban una semana en 2D, subían ese 2D al modelo y cada quien todos los viernes tenía que entregar un modelo. Nosotros integramos el modelo y lo compartimos, pero había una semana de desfase en una semana de trabajo en 2D que después había que levantarlo a 3D. Y ese modelo 3D era el que nosotros revisamos cuando la información en 2D estaba por otra velocidad, en otro camino, pues ahí hay un desfase que claro, es lo único que logramos.</p> <p>hubo mucha resistencia, mucha resistencia a diseñar entre 3D. Y existe, no solo la mentalidad, sino la creencia muy, muy arraigada en los proyectistas que se pierde tiempo en diseñar en 3D. Y no sólo tienen esa creencia, sino que nuestros proyectistas no están capacitados en diseño en 3D. Nuestro mercado no está capacitado.</p> <p>hay otro problema, que aun diseñando en 3D, los proyectistas conciben el modelo como una geometría. Nosotros le llamamos y acuñamos el término un cubo vacío, entregas una geometría que es un cubo vacío y claro, nos sirve para ver la geometría.</p>	<p>Pero bueno, como te digo, hubo una brecha que seguro que podemos hablar de personas que evitó que se trabaje desde el inicio de esta manera. Hemos terminado trabajando de una manera, nos hemos acomodado a la realidad, lo único que queda, como hace la realidad, como te digo, 2D, modelo semanal, integrar el modelo semanal y se trabajó una matriz BIM de objetos</p>	<p>el cliente incluso no le encuentra mucho valor a la matriz BIM de objetos, encuentra valor a la geometría, pero no concibe el BIM, o sea, para ellos el BIM es la geometría nomás. Entonces no, no entendiendo lo que hay detrás de la geometría y no les genera valor. Es lo más preocupante, porque para ellos igual van a tener su presupuesto, igual van a tener una licitación, igual creen que van a tener un proyecto totalmente compatibilizado. Entonces todo lo que es matriz BIM de objetos para ellos realmente no les genera valor.</p> <p>cómo percibía los proyectistas y el cliente la reunión ICE, la percibía como una pérdida de tiempo. Entonces no colaboraban, un poco que ya cumplían, entonces no leían la agenda. Y hemos tratado de variar nuestra estrategia, se ha caminado, pero no creo que se haya podido potenciar tanto, o sea, tiene mucho más para explotarse, si es que tienes a los actores comprometidos e involucrados al 100% y ese tema de personas es muy fuerte y genera un escollo muy fuerte para salvar.</p> <p>nosotros tenemos que entregar información a la entidad, me refiero al municipio quien nos aprueba los planos es el municipio. Y ¿Qué información pide el municipio? Planos en 2D. Entonces nosotros les exigimos, por un lado, dame el modelo, ellos decían, pero si el municipio me pide más planos en 2D. Entonces para ellos era un trabajo doble. Entonces, mientras no hay un cambio integral en nuestro país, donde las entidades empiecen a girar también al modelamiento en BIM, nuestros proyectistas se capaciten en modelar BIM, los clientes pidan BIM y las consultoras ofrezcan BIM, no hay manera de cerrar el círculo.</p>

		<p>Ahí tuvimos el mayor escollo, porque si para, o sea, como estamos hablando para ellos trabajar en BIM significaba diseñar X tiempo en 2D y levantar un solo entregable y cambiarles ese chip a que semanalmente entreguen un modelo que aún seguirá siendo un reproceso porque era 2D, modelo, 2D, modelo. Pero solamente lo concebían como geometría. Nosotros queríamos información en ese punto. Hemos batallado muchísimo, muchísimo. Hicimos una matriz BIM de objetos con todos los parámetros con todo lo que queríamos, y realmente nos ha costado muchísimo que llenen la información. Lo hemos logrado al final, pero nos costó.</p> <p>todos dijeron que sí trabajan en BIM, que están de acuerdo. Cuando hemos entrado en detalles del diseño, nadie nos entregó al inicio los modelos. Todos trabajan en 2D, todos los proyectistas de este país, o casi todos, yo me animaría a decir que todos trabajan en 2D. Al menos en lo que yo humildemente he trabajado. Entonces ahí se generó un primer, una primera brecha, un conflicto, porque nuestra expectativa estaba en un diseño en 3D. Diseño en 3D y el flujo era mucho más rápido. Todos tener un modelo, se integra y todo fluía más rápido y los proyectistas decían "Sí, yo trabajo en BIM". Pero para su concepción era modelo 2D y de ahí levanto el BIM. Y para generar todavía la mayor brecha, o sea, la mayor distancia a la que estamos, para ellos el BIM era un entregable.</p> <p>En otras palabras, todo el mundo dice yo trabajo en BIM. Pero no tiene la metodología clara. Trabajan en 2D, terminan y te entregan un modelo. Y ese modelo es una cascarrita que no sirve de nada. Es un total retrabajo.</p> <p>No, nosotros queríamos en base al modelo tener alternativas de diseño, o sea, aprovechar justamente la visualización en 3D, en ver alternativas de que, si yo estaba mandando mi ducto por la izquierda, de repente puedo ahorrar espacio si lo mandaba por la derecha. Pero para eso necesitamos que los proyectistas concibieran el proyecto en 3D y diseño en 3D. Entonces eso que buscamos, ha sido muy difícil. En algunos casos hemos logrado algunas buenas alertas y algunas buenas oportunidades, pero mi reflexión final es que no se potenció tanto porque los diseñadores justamente piensan en 2D, leen en 2D y el modelo para ellos ya era una exigencia nuestra y no era un compromiso. Entonces, como que no le dan la importancia que debería tener.</p> <p>cómo percibía los proyectistas y el cliente la reunión ICE, la percibía como una pérdida de tiempo. Entonces no colaboraban, un poco que ya cumplían, entonces no leían la agenda. Y hemos tratado de variar nuestra estrategia, se ha caminado, pero no creo que se haya podido potenciar tanto, o sea, tiene mucho más para explotarse, si es que tienes a los actores comprometidos e involucrados al 100% y ese tema de personas es muy fuerte y genera un escollo muy fuerte para salvar.</p>		<p>Le faltan competencias y aptitudes. Aptitudes con "p" de justamento conocimiento de una capacitación en modelado 3D. O sea, nuestros mejores diseñadores, nuestros mejores proyectistas no modelan en 3D, tienen todavía el plano en 2D. Entonces para ellos es natural diseñar en 2D, integrar en 2D y entregar en 2D, que es lo que pide el municipio, que al final producto, al final recién te entregan una maqueta que tiene "n" problemas.</p> <p>después de bueno, ahí explicar y tratar de cerrar las brechas los proyectistas empezaron ya, no sé si, porque, bueno, tenían que hacerlo, a llenar los parámetros</p> <p>el cliente no le dio valor a esto, lamentablemente no le vio valor a esto y decidí ya decir mira, ya no hacemos más esto y hasta acá nomás, ya no sigamos trabajando en este sentido.</p> <p>Si tú me preguntas diría que no, sinceramente. Para ellos es un retrabajo y lo han expresado muchas veces. Para ellos les demora más diseñar. Y es un retrabajo porque creo yo que les desrueda la deficiencia de diseño de manera temprana y para ellos de eso es un retrabajo</p> <p>Pero ese mensaje, sinceramente creo que no ha calado, tanto proyectistas como cliente ven lo inmediato. Yo tengo un presupuesto para mi ingeniería, no puedo excederme y para ellos pedirles el BIM a los proyectistas hacía que sus presupuestos crezcan un poco. Entonces no estaban dispuestos a invertir más, porque diseñar en BIM al inicio seguro cuesta más, porque las máquinas hay que cambiarlas, los softwares hay que pedirlos y encima seguro le toma más tiempo al inicio porque no están capacitados, entonces al inicio seguro si cuesta más en todo aspecto, en tiempo y en costo, pero no están mirando a futuro. A futuro, seguro después es mucho más rápido, nosotros estamos convencidos de eso, pero lamentablemente nuestros clientes y nuestros proyectistas no, ven lo inmediato y para ellos asegurar el costo de la obra es soltar la licitación ajustar al contratista, un contrato que los cubra y escribir el número.</p>
<p>12 : COLABORADOR 5 CLÍNICA 1</p>	<p>Creo que el único problema es que como el software se tiene que compartir con muchas empresas, no solamente la nuestra, porque como es un trabajo en donde intervienen muchos consultores, ellos algunas veces, bueno, algunos no estaban preparados para poder asimilar esta tecnología.</p> <p>un par de compañeros tuvieron que cambiar de equipo para poder instalar el software en el equipo.</p> <p>sea, lo que pasa es que la idea de poder utilizar estas metodologías es poder compartir la información si es posible a tiempo real. En este caso no se hizo a tiempo real, pero mientras más rápido fluya la información y todo el mundo esté enterado de lo que produce o lo que diseña el resto, tiene mayor conocimiento de todo el proyecto en general. Pues generas un mayor avance para poder trabajar.</p>	<p>los procesos van evolucionando con el tiempo, dependiendo de las necesidades que surjan. Entonces al menos tiene una línea base, el cual se tiene que ir adaptando a las particularidades de cada proyecto.</p> <p>dentro del contrato del proyecto, porque esto también tiene que ver mucho con el contrato, estaba establecido que los consultores tenían que trabajar con esta herramienta. Desde que tú incluyes esto en el contrato, ellos se ven obligados a trabajar con esta herramienta, porque te digo obligado, porque esto significa que dentro del presupuesto tienen que tener asignada una partida, la cual les permita acceder a este software. No solamente por el software, por el hardware, sino también por personas que conozcan y manejen este sistema.</p> <p>todas las empresas están obligadas a utilizar esta metodología de trabajo. Entonces por ahí no es que no es que haya mucho consenso, sino que pues el contrato te obligaba. Pero el ¿cómo se utilizó?, al ser nuestra empresa una empresa un poco más madura que el resto. Entonces ya tiene procesos establecidos, el cual se compartió al resto de los consultores para que ellos asimilen estos procesos, este orden, este flujo, para que puedan, para que pueda haber un orden finalmente en el manejo de la información y en la manera de cómo se va a trabajar. Nuestra empresa fue la que capacitó al resto de las empresas para que puedan utilizar este medio imperfecto.</p>	<p>De los estándares no sé, el estándar que se utilizó yo creo que el coordinador BIM le podría dar mayor detalle.</p>	<p>Entonces desde que contractualmente a todas las empresas se les pidió, entonces se ha tenido que seleccionar a un recurso humano que no solamente conozca de clínica, sino también conozca de las herramientas.</p> <p>Yo creo que hay mucho trabajo por hacer. Lo que pasa es que. Eso yo lo conversaba con el coordinador BIM, lo que pasa es que cuando uno tiene una manera de trabajar y está en su zona de confort, es muy complicado que las personas de por sí quieran salir de esa zona de confort y comenzar a aplicar cosas nuevas. Esa es la naturaleza del ser humano, no de todos, pero de la mayoría. Entonces tú tienes que crear un entorno el cual te permite de que o haga que estas personas salgan de su entorno de confort. Y esto va a ser hasta que las personas vayan adquiriendo estas herramientas, no adquiriendo esas herramientas, sino que vean que es necesario o que es necesario adquirir estas herramientas y que estas herramientas les son útiles para finalmente conseguir el objetivo que uno quiere.</p> <p>Yo pienso que estamos en una transición y que esa transición va a continuar su camino a medida que más proyectos se trabajen así, si es que no se trabajan proyectos es un poco complicado que se vayan desarrollando esas herramientas en las personas.</p>

Estructura del código

Análisis cualitativo BIM

2/09/2022 6:31 p. m.

Nombre jerárquico	Apodo	Agregado	Color asignado por el usuario
-------------------	-------	----------	-------------------------------

Código

Códigos

Códigos\Campos		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\CDE		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Colaboración		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Exigencia del uso de BIM		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Experiencia		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Metrados		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\PEB		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Plan BIM Perú		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Supervisión		No	Ninguno
Códigos\Campos\OTROS\Trabajo directo en BIM		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Colaboración		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Entorno común de datos		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\PEB - Tecnología		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Software		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS\Confidencialidad		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS\PEB - Políticas		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS\Propiedad intelectual de la información		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS\Responsable de la gestión de la información		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.2 POLÍTICAS\Reto en Políticas		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.3 PROCESOS		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.3 PROCESOS\Colaboración en Procesos		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.3 PROCESOS\Constructabilidad		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.3 PROCESOS\Experiencias en Procesos		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.4 ESTÁNDARES		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Estándares		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.4 ESTÁNDARES\PEB - Estándares		No	Ninguno

Nombre jerárquico	Apodo	Agregado	Color asignado por el usuario
Códigos\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.5 PERSONAS		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.5 PERSONAS\Experiencia Personas		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.5 PERSONAS\Experiencia Personas\Capacitación Personas		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.5 PERSONAS\Experiencia Personas\Nivel de conocimiento Personas		No	Ninguno
Códigos\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas		No	Ninguno
Códigos\Sobre Establecimientos de Salud		No	Ninguno



Resumen de codificación según el archivo Análisis cualitativo BIM 2/09/2022 6:33 p. m.

2/09/2022 6:33 p. m.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Documento

Archivos\\01_Entrevista C1H1

Código

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No	0.0585	1	1	DSYC	31/07/2022 12:48 p. m.
----	--------	---	---	------	------------------------

Entonces, sí, contractualmente estaba establecido eso y además indicaban en los anexos el LOD al que debería llegar cada elemento, si bien es cierto hemos tenido que conversar con ellos para lograr que la ingeniería salga bien. Había algunos elementos que no se habían incluido y otros que si, entonces se debía conversar con el cliente.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No	0.1122	1	1	DSYC	31/07/2022 1:42 p. m.
----	--------	---	---	------	-----------------------

Lo que, si hay un poco de desconocimiento, de repente, en el caso de los clientes. Por ejemplo, el PRONIS, si bien es cierto en el TDR indicaba los elementos que hay que poner y su LOD, pero por experiencia que nosotros tenemos había algunos elementos que no correspondían a la etapa que estaba en el TDR, sin embargo, nos exigían que se cumpla ese documento. Por ese desconocimiento se tienen que hacer actividades que no aportan mucho valor a la ingeniería. Se debería mejorar o capacitar mucho más a los revisores o a la contraloría para que tengan las herramientas y observen en función a la herramienta y metodología que estamos utilizando

Archivos\\02_Entrevista C2H1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0656	4	1	DSYC	31/07/2022 3:10 p. m.
----	--------	---	---	------	-----------------------

Necesitamos que los modeladores tengan un buen equipo pues son los que están trabajando en el modelo.

			2	DSYC	31/07/2022 3:10 p. m.
--	--	--	---	------	-----------------------

cuando el modelador tiene una máquina lenta no se puede trabajar.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

3 DSYC 31/07/2022 3:11 p. m.

Lo que esperamos a futuro es que cada disciplina tenga su propio modelador, o sea ahora nuestro modelo estaba centralizado en un equipo BIM y el líder del equipo BIM era el que distribuía el trabajo. Hemos trabajado primero en 2D y ellos lo pasaban al modelo, el reto siempre es trabajar directamente en el modelo.

4 DSYC 31/07/2022 3:11 p. m.

No he usado directamente el software, lo conozco por la capacitación que nos dieron hace unos años.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No 0.0664 2

1 DSYC 31/07/2022 3:15 p. m.

Cuando nosotros hemos diseñado, en esta evolución de pasar del 2D al 3D hemos experimentado, no solo en el diseño de hospitales si no de diferentes tipos de edificaciones, todos los diseñadores estructurales es que antes recibías un edificio y modelabas los elementos estructurales del edificio

2 DSYC 31/07/2022 3:15 p. m.

Es más rico el proceso porque empiezas a detallar y modelar todo, es un poco duro, un poco difícil especificar tanto y en ese barrido o en ese paseo de tener todos estos elementos de hecho encuentras cosas que no están completas en un detalle típico, en un detalle típico no está todo resuelto.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0909 2

1 DSYC 31/07/2022 3:16 p. m.

Y a nivel de todas las especialidades en el caso del proyecto se ha trabajado así, primero 2D y después 3D, entonces el responsable BIM es el que ha estandarizado y a través de información nuestra como qué tipos de elementos estructurales se tiene y que voy a reportar después en el metrado, entonces consistía en alcanzarle una planilla y decirle esto es todo lo que tenemos (vigas, columnas pedestales zapatas, todos los elementos que teníamos) ellos lo que hacían era codificar los elementos que iban modelando de acuerdo la lista que nosotros le habíamos dado.

2 DSYC 31/07/2022 3:39 p. m.

presumo que siempre van a haber cosas sueltas en la cuales ya tu criterio dirá este LOD va a en esto y esto en aquello. El cliente si coloca en los TDR, si bien el cliente los coloca no estoy tan segura que él sepa todo lo que está pidiendo.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.1066 2

1 DSYC 31/07/2022 3:41 p. m.

Yo veo, dos tendencias profesionales o dos grupos, o hasta tres. El grupo que aún es muy reacio y dice que el 3D no funciona; el grupo intermedio que dice sí, puede servir, creo que están migrando del grupo anterior a este, pero "me pones a alguien al costado como si fuera un traductor, como si estuviéramos hablando en otro idioma que haga todo el modelo que yo quiero y que le dé la vuelta a todo", y eso cuesta, veo que a algunos colegas les cuesta aceptar.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

2 DSYC 31/07/2022 3:42 p. m.

los ingenieros más jóvenes que están naciendo en este entorno BIM opinan que si no está diseñado este detalle típico no lo pueden construir, (porque en realidad si es posible extrapolar) y que si no está modelado no se puede leer. Que, si tiene en plano 2D y no tengo el modelo no lo puedo leer, creo que es algo que debemos desterrar. Así como todos tenemos la capacidad de entender el modelo 3D y diseñar a través de un 3D, también debemos tener la capacidad de leer todo en 2D.

Archivos\\03_Entrevista C3H1

Código

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No 0.0521 2

1 DSYC 31/07/2022 3:58 p. m.

El PRONIS subcontrato una empresa supervisora que es la que supervisaba la ingeniería y nos enviaba sus comentarios u observaciones al diseño, pero no tenían una participación directa con el BIM si no a través de planos o archivos en PDF que nosotros emitimos.

2 DSYC 31/07/2022 5:21 p. m.

El especialista terminaba su diseño en AutoCAD y se deriva al área BIM, ellos hacían el desarrollo y después pasaba por un tema de revisión y corroboración del especialista a cargo.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0127 1

1 DSYC 31/07/2022 5:22 p. m.

la revisión de los especialistas era solo a través de planos y documentos, no hacían una revisión al modelo.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.0528 1

1 DSYC 31/07/2022 5:24 p. m.

Te puedo mencionar que a título personal en mi especialidad tengo un grupo de personas que cuando empezó el proyecto del Hospital 1, conocían lo que es el BIM de forma muy básica, los fuimos guiando a través de la BIM Manager para que ellos brinden el apoyo tanto ingenieros de diseño como proyectistas que son digamos uno de los niveles que tenemos en el desarrollo de expedientes, puedan ellos ir tomando conocimiento y manejando la herramienta.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Archivos\\04_ Entrevista C1H2

Código

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.1690	4
----	--------	---

1	DSYC	31/07/2022 5:32 p. m.
---	------	-----------------------

El área BIM necesitaba, porque siendo muchos de los participantes, muchos de los usuarios y los colaboradores no conocían el trabajo en BIM. Tampoco le dijimos que estaban trabajando en BIM. Nosotros nos encargamos de facilitar todo este trabajo colaborativo, que el hecho de que nuestro discurso era. "Lo más importante es que sepas tu ingeniería" los tranquilizó como para poder nosotros en paralelo aplicar nuestros procesos BIM de tal manera que ellos tenían que volcar en todos lo que necesitarían para trabajar en BIM, tanto en software como Revit, Navisworks u otros. Tenían que trabajar ellos, usarlo ellos que son los diseñadores y nosotros íbamos dando vueltas, éramos un equipo que vamos dando soporte a todas las disciplinas, como están todos en el mismo piso, en el mismo nivel.

2	DSYC	31/07/2022 5:35 p. m.
---	------	-----------------------

Estuvimos ayudando a que este proceso entre en el chip o en el ADN de cada usuario, de cada ingeniero, de tal manera de que en la carrera lo fueron aprendiendo.

3	DSYC	31/07/2022 5:38 p. m.
---	------	-----------------------

el cliente es la entidad, no participaban, la supervisión tampoco solamente los que producíamos el expediente técnico

4	DSYC	31/07/2022 6:33 p. m.
---	------	-----------------------

Estamos viendo muchos proyectos que en el cual están pidiendo que se haga en BIM, pero en el cual están entrando empresas donde no han tenido experiencias y en la carrera, durante el proyecto, durante el desarrollo del proyecto están haciendo su implementación, por lo cual al final están teniendo problemas y estos problemas terminan siendo desilusiones no solo por los consultores, sino también por las entidades diciendo esto no puede funcionar.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No	0.1295	2
----	--------	---

1	DSYC	31/07/2022 5:41 p. m.
---	------	-----------------------

No era exigencia del proyecto que sea, BIM, eso fue en el 2016, entonces no fue una exigencia, pero sí marcó bastante, digamos emoción a la supervisión de ver que estábamos trabajando con esta herramienta. Entonces mucho más fácil de comunicar y de involucrarnos. No solo la supervisión, sino a todos los contratistas.

2	DSYC	31/07/2022 5:42 p. m.
---	------	-----------------------

Bueno, todo salía en 2D. Entonces nuestros modelos y nuestros planos están vinculados. Entonces avance de modelo a la vez avanzaba en planos. Nuestro objetivo era que todo, todos los planos, todos salgan del modelo. Entonces revisábamos planos y a la vez revisábamos modelo. Y hay ciertas limitaciones que pueda tener en algunas disciplinas el software. Pero al ver, al convencer o al conversar con la supervisión de que hay algunas limitaciones, podemos utilizar estas alternativas, simbologías, algunas con temas muy puntuales, pero hay que valorar la calidad del proyecto compatibilizado, entonces ellos entendían. Una especie de educación no solo interna, sino externa. Y también porque son software que no son peruanos, son software que necesitan acomodarse a un rigor de supervisión, de revisión que estamos acostumbrados acá en Perú.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
No		0.0293	1	1	DSYC	31/07/2022 6:31 p. m.

no solo es pedir, sino también evaluar a quien va desarrollar estos proyectos para que sepan a ciencia cierta si es que van a poder responder el BIM, no solo en BIM, trabajar en entorno comunes de datos, entregas de forma colaborativas, ver cómo son los metrados.

Archivos\\05_Entrevista C1H3

Código

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
No		0.0758	2	1	DSYC	31/07/2022 9:37 p. m.

El reto que tuvimos en el hospital en la parte de diseño, por ejemplo, es entender el lenguaje de cada profesional. Como te decía, aquí en Perú se manejan una serie de normas, reglas, que son distintas a otros países, distintas España, distintas a Portugal, etc. Entonces, teniendo profesionales de otro país que desarrollaban el mismo proyecto, lo hacían usando criterios distintos a los de aquí.

				2	DSYC	31/07/2022 9:39 p. m.
--	--	--	--	---	------	-----------------------

Igual en arquitectura el concepto que tienen los españoles es mucho más simple. No exigen tanto detalle como acá lo exigimos, es por temas, ya digamos de país: aquí porque siempre el peruano se la pasa de vivo entonces hay que especificar todo, en España o en otro país no es así. No, ellos son más profesionales y ya saben lo que tienen que hacer y lo correcto. Entonces para ellos las cosas es más simple.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
No		0.0234	1	1	DSYC	31/07/2022 9:38 p. m.

cuando hacíamos los entregables teníamos muchas observaciones por parte de los consultores, teníamos muchas observaciones y eso era un retraso porque el lenguaje, como te digo, las normas en otros países son distintas. Pues ese fue el principal reto

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
No		0.0194	1	1	DSYC	31/07/2022 9:59 p. m.

En la parte de diseño, sí, todos los profesionales ahí dominamos el BIM y si no lo dominabas, pues tenías un asistente. El especialista tenía un asistente y coordinábamos todos y avanzábamos el expediente.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Archivos\\06_Entrevista C2H3

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0534	1	1	DSYC	31/07/2022 10:11 p. m.
----	--------	---	---	------	------------------------

Entonces nosotros trabajamos en colaboración for Revit, que la supervisión no tenía acceso y nosotros cada semana entregábamos los archivos Navisworks con las interferencias clasificadas. Ese es un tema importante. La categorización de las interferencias y paralelamente entregamos los modelos, pero no había un acceso directo. Ahora se está planteando eso, pero ahí entramos en otro tema que es importante, que es... Vamos a ver, esto del BIM 360 está muy bien, pero requiere el uso de una licencia por persona. Entonces el acceso y manejo y la gestión de esa licencia; yo como BIM Manager digo siempre lo mismo, yo no voy a cerrar la puerta a nadie. O sea, hasta tú puedes, si perteneces al equipo de supervisión, puedes acceder a nuestros modelos y visualizarlos. Vamos a crear sets para supervisión y visualización de los modelos. Ahora bien, la gestión de sus accesos tiene que depender de la persona o de la entidad que va a acceder. No puede depender de un solo, ni mucho menos del BIM Manager.

Códigos\\Campos\P.2 POLÍTICAS\Reto en Políticas

No	0.0467	2	1	DSYC	31/07/2022 10:06 p. m.
----	--------	---	---	------	------------------------

es importante tener en cuenta porque claro, hay una práctica muy habitual que es que yo te contrato para trabajar en mi empresa y contrato a un compañero tuyo y viene tu compañero y va a la base de datos y me quedo con todos los modelos. O sea, esa es una práctica que, a ver yo no puedo evitarlo, pero es una práctica que no es para nada elegante. Entonces sí que es cierto, y eso también, una vez más, se deja claro en el BIM Execution Plan, que los modelos federados son propiedad del cliente y toda la información en torno al proyecto es confidencial.

			2	DSYC	31/07/2022 10:07 p. m.
--	--	--	---	------	------------------------

Pero yo también te digo una cosa que ese un modelo muy sensible, porque el equipamiento de un hospital, como tú bien sabes, va evolucionando cada año. Entonces, de repente un tomógrafo que tú proyectas en el día uno del proyecto, cuando se va a colocar, ya tiene que ser otro. Entonces sí que hay cambios en ese sentido.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.0324	1	1	DSYC	31/07/2022 10:09 p. m.
----	--------	---	---	------	------------------------

pues lo que se hizo fue fundamental, es que al inicio pues como estaba un poco que empezando digamos así que trabajásemos todos bajo el mismo techo. Eso fue sumamente importante. Luego, con los otros equipos que estaban en otros países, pues nosotros a base de llamadas de teléfono y video llamadas, coordinábamos. Pero bueno, ahí en ese caso en España, el equipo de España yo ya había trabajado con ellos anteriormente y ya sabía cómo trabajaba. Pero en el caso de equipos que estaban empezando con esta metodología, lo importante es que yo estuviera cerca y que estuviera con ellos. Por eso estaba en Perú.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Archivos\\07_Entrevista C1CS1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0430	2				
			1	DSYC		31/07/2022 10:14 p. m.

se necesitan equipos no tan sofisticados, por lo menos, pero sí se requiere ese recurso con una buena capacidad de memoria, un buen RAM. Entonces eso sí se reforzó, si hubo esa voluntad de reforzar el hardware de los modeladores, porque ellos eran los que manejan los modelos; en cuanto a los especialistas que no podían reforzar sus equipos el entorno ofrecía la capacidad de que puedan acceder sin necesidad de ir al modelo para poder visualizar en este caso el proyecto.

			2	DSYC		31/07/2022 10:18 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

hay entidades que te piden todo documento impreso y te observan una, dos, tres, cuatro veces y sigues imprimiendo planos

Códigos\\Campos\P.2 POLÍTICAS\Reto en Políticas

No	0.0411	2				
			1	DSYC		31/07/2022 10:20 p. m.

me ha pasado de que tampoco se garantiza la propiedad intelectual de los archivos

			2	DSYC		31/07/2022 10:21 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

Sí, y justo en ese proyecto me ha pasado este problema y me hicieron la queja "arquitecta, me robaron mis familias". Entonces cuando sucedió eso ya tuve que tomar precauciones, ha pasado justo en ese proyecto, me pasó y desde ahí ya en todos. Y lo incluyo en el PEB, en el plan de ejecución; el punto seguridad cibernética, o sea, no solamente es escribir que estos modelos o archivos son de propiedad intelectual de la entidad, sino cómo los cuidas, entonces ofreses esas soluciones.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.0536	2				
			1	DSYC		31/07/2022 10:23 p. m.

El Estado todavía trabaja diseño y luego construcción, de tal manera que podemos hacer un buen expediente BIM, muy bien hecho. Pero cuando entra un nuevo equipo de construcción a ejecutar la obra, de repente pueda tener otras formas de darle solución constructiva hasta comprometerse con el proyecto. Entonces como que va a generar un retrabajo, es mejor que ya en el plan BIM Perú ya vienen hablando de ese punto de que se tiene que implementar este tipo de modalidad de contratos colaborativos

			2	DSYC		31/07/2022 10:24 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

Eso sí generó un retrabajo. Solamente sucedió en el caso de, en realidad una especialidad, nos pasó, que fue Comunicaciones la única. El resto sí manejaban BIM, entonces esa especialidad si nos generó un retrabajo y una demora en el entregable.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No	0.0771	3
----	--------	---

1	DSYC	31/07/2022 10:27 p. m.
---	------	------------------------

Se requiere voluntad de colaboración de estos profesionales para que se mejoren los procesos de diseño, porque eso va a ayudar muchísimo a evitar los retrabajos en la etapa de modelamiento, compatibilización y sobre todo también en la construcción, porque así evitamos que se haga un doble trabajo de hacer un nuevo modelo

2	DSYC	31/07/2022 10:27 p. m.
---	------	------------------------

tiene que haber buena voluntad de las partes y no solamente por parte de la consultoría, sino también por parte la supervisión, ellos también tienen que manejar definitivamente, porque como van a revisar y aprobarlo.

3	DSYC	31/07/2022 10:29 p. m.
---	------	------------------------

Se tiene que implementar mallas curriculares, no solamente las universidades, también en los institutos y a nivel de posgrado, y eso ya se viene trabajando. Ya el Ministerio de Economía y Finanzas está trabajando con la Universidad de Lima para la implementación de estas mallas curriculares, en la que también me invitaron para poder participar en la validación de estas mallas. Definitivamente sí ayudaría mucho a que los profesionales que egresen puedan participar en proyectos BIM y entender los procesos desde el inicio.

Archivos\\08_Entrevista C1CL1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.1118	4
----	--------	---

1	DSYC	31/07/2022 11:04 p. m.
---	------	------------------------

Ha tenido una curva de aprendizaje interesante al inicio, donde podría entenderse que tal vez el proceso de diseño e incluso de intercambio de información se podría haber ralentizado. Pero una vez superada esta etapa de aprendizaje, definitivamente hemos visto los beneficios de las tecnologías empleadas tanto en el uso del CDE como vendría a ser ACONEX, como en el uso de modelos BIM para el intercambio del diseño y coordinación

2	DSYC	31/07/2022 11:05 p. m.
---	------	------------------------

la madurez BIM de los diseñadores, ya que a nivel de gerencia teníamos un conocimiento amplio de lo que se quería implementar, pero a pesar de poder transmitir esta visión hacia el resto de involucrados, igual había una dependencia fuerte en el dominio justamente de estas tecnologías.

3	DSYC	31/07/2022 11:07 p. m.
---	------	------------------------

sí hubo esa necesidad de actualización que se presentó al menos en la Gerencia de Diseño, ya que algunos de los profesionales que trabajaban dentro de nuestro equipo no contaban con los equipos adecuados para manejar plataformas como Revit o Revizto, ya que demandaba una capacidad gráfica mayor a la que tenían las computadoras. Entonces fue necesaria esa actualización de algunos de los equipos.

4	DSYC	29/08/2022 11:28 p. m.
---	------	------------------------

Lo que pasa es que la figura con los equipamientos, sobre todo el equipamiento médico en general, es provista por un consultor, no por un diseñador. Este consultor presenta una lista que tiene que ser homologada de acuerdo al Ministerio de Salud, sobre el equipamiento normativo que tiene que tener todo centro de salud, sea privado o estatal. Esta lista se alimenta, muchas veces, de ciertas referencias en lo que vendría a ser proveedores, pero como tales no, no se propone.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Códigos\\Campos\P.2 POLÍTICAS\Reto en Políticas

No 0.0571 3

1 DSYC 31/07/2022 11:11 p. m.

Y eso también es un problema para la etapa de diseño, porque hay equipos y equipos, hay resonadores que dependiendo del proveedor tienen diferentes características, dimensiones. A veces nosotros para definir alguna dimensión en los ambientes utilizamos ciertas referencias de proveedores, pero al menos en la etapa donde nos encontramos, esto todavía no termina de cerrar

2 DSYC 31/07/2022 11:12 p. m.

El sector privado responde a una demanda y a un nivel de calidad muchas veces superior, ya que la inversión que tiene es mayor. Entonces hay un ambiente no solamente de prestación de servicios, sino también hay un ambiente de competitividad donde el cliente puede ser mucho más celoso con el compartimiento de datos.

3 DSYC 31/07/2022 11:18 p. m.

hay lineamientos, son muy generales. Básicamente no han tenido una asesoría adecuada para poder plantear algo más aterrizado.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No 0.1595 7

1 DSYC 31/07/2022 11:07 p. m.

El problema es que al no tener un conocimiento suficiente del alcance de lo que implicaba esta implementación, eso generó que los involucrados, en este caso los diseñadores, se comprometían con ciertos alcances del modelo, como la generación de documentación, planos e intercambios que no eran tan sencillos en la práctica, lo cual generó estas dificultades

2 DSYC 31/07/2022 11:12 p. m.

el diseño y construcción todavía no lo hemos implementado, ya que estamos todavía en esta primera etapa. Lo que sí hemos hecho es trabajar conceptos de constructabilidad, que es la experiencia que tiene el profesional con respecto a los procesos de construcción para llevarlos a la etapa de diseño y poderlos optimizar

3 DSYC 31/07/2022 11:14 p. m.

fue necesario exponer un poco cuáles eran los procesos que requerían este cambio en las tecnologías y también en el modelo colaborativo de trabajo. Y las implicancias que esto tenía, porque no solamente era indicar que ya íbamos a utilizar BIM y que ya todos entregamos unos modelos con un cierto ritmo, había que mapear cómo era el flujo de diseño de cada diseñador y poder adecuarlo a un ambiente no tan independiente, sino por lo menos en un modelo acordeón que permita el trabajo individual y luego el ejercicio de coordinación con un enfoque colaborativo

4 DSYC 31/07/2022 11:14 p. m.

Con la designación de responsabilidades sí hemos tenido muchos problemas porque tenemos, digamos, especialistas que cuidan mucho su alcance

5 DSYC 31/08/2022 9:55 p. m.

También lo mismo con quien, por ejemplo, modela, yéndonos más por el lado estricto de la implementación BIM, donde hay mucho alcance en relación a los componentes y a la matriz BIM.

6 DSYC 31/07/2022 11:16 p. m.

diría que la mayoría de diseñadores, por no decirte todos, prácticamente, realmente diseñan en planos, sacan modelos y luego te dicen que van a sacar planos del modelo BIM

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

7 DSYC 31/07/2022 11:21 p. m.

si manejan modelos BIM solo que la supervisión es un poco más celosa con el alcance que ellos tienen sobre su revisión y aquí sí hemos encontrado ciertas trabas a cerca de cómo se iba, justamente, supervisar la documentación; donde ellos han solicitado principalmente documentos 2D como PDFs o planos por encima de los modelos BIM, pero me parece que esta solicitud ha sido más que nada para controlar un tema de revisiones puntuales y no estar revisando de forma constante el modelo, lo cual les quita más tiempo y está fuera de su alcance.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0796 5

1 DSYC 31/08/2022 9:56 p. m.

Es decir, es LOIN lo dejaban en un terreno muy especulativo y básicamente no querían entregar un modelo de información con un nivel de detalle adecuado. Entonces, aquí hubo bastante discusión ida y vuelta para poder alinearnos.

2 DSYC 31/08/2022 9:56 p. m.

La matriz BIM de objetos fue un concepto que ya lo venía conversando hace algún tiempo y en la clínica se pudo de una u otra forma implementar este primer esquema para eliminar la interpretación del LOD, del LOIN y evitar este tiempo especulando acerca de qué cosa es qué y filosofando y tener que depender de modelos de información como el NATSPEC u otros planteamientos que vienen de afuera.

3 DSYC 31/07/2022 11:19 p. m.

El problema en general es que incluso nosotros no tenemos claro el alcance a un nivel contractual muchas veces. Esto genera que haya ciertas lagunas como había comentado antes, donde tanto el cliente como los diseñadores y las diferentes partes pueden especular acerca del alcance.

4 DSYC 31/07/2022 11:20 p. m.

se trabaja con un modelo de servicios estándar no pensado o no orientado específicamente en el proyecto.

5 DSYC 31/07/2022 11:19 p. m.

hay lineamientos, son muy generales. Básicamente no han tenido una asesoría adecuada para poder plantear algo más aterrizado.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.0198 1

1 DSYC 31/07/2022 11:18 p. m.

a nivel de herramientas, como dije al inicio, también tienen una brecha que todavía hay que cubrir. Es un proceso de aprendizaje que me atrevería a decir que es en donde se encuentran casi todos los diseñadores hoy en día en el contexto nacional, ya que hay un nivel de madurez bajo

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Archivos\\09_Entrevista C2CL1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0367	2				
			1	DSYC		31/07/2022 11:24 p. m.

el problema son los usuarios que a veces unos dominan más que otros y también es un reto porque al ser un proyecto de diseño, de consultoría y para hospitales, mayormente los que tienen experiencia son ya personas adultas.

			2	DSYC		31/07/2022 11:25 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

Sin embargo, hasta que tome la iniciativa de querer saber un poco más, la experiencia es todo un proceso que no es rápido.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.1155	3				
			1	DSYC		31/07/2022 11:27 p. m.

de parte de los consultores iba difícil que puedan contratar a alguien que modele o que puedan manejar esta herramienta. Hemos tenido que desarrollar nosotros el modelo, nosotros levantarlo. Pero en conjunto con el proyectista porque el proyectista es el que tiene la experiencia y bueno, el consenso era que, desde un inicio se comentó, se implementó, digamos, las reglas del juego. O sea, todo iba a ser en el modelo, todo se iba a trabajar en el modelo y se tenían que adecuar a eso. Han tenido que contratar a moderadores BIM, sólo a unos dos o tres que no tiene mucha incidencia, que son diseños puntuales ya bueno se le ha aceptado en CAD y luego hemos tenido que apoyar en el modelo.

			2	DSYC		31/07/2022 11:28 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

sí se ha desarrollado primero en 2D, algunos consultores, porque partiendo de arquitectura el diseño pues lo ven en 2D todavía. Entonces dibujan en 2D y lo pasa, si tienen su equipo de modelo BIM y lo pasa el dibujante.

			3	DSYC		31/07/2022 11:28 p. m.
--	--	--	---	------	--	------------------------

Si tenemos como dos, tres, cuatro proyectistas que, si ellos han desarrollado en CAD y bueno, después han tenido el tiempo para que un modelador BIM lo pueda desarrollar.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No	0.0190	1				
			1	DSYC		31/07/2022 11:28 p. m.

La verdad no he leído bien a detalle, sé que hay un Plan BIM que ahora también el Estado trabaja con ello. Pero no te podría decir si hemos tomado a pie de la letra ese plan BIM.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No	0.0101	1		1	DSYC	31/07/2022 11:29 p. m.
----	--------	---	--	---	------	------------------------

todavía falta que los proyectistas puedan saber todos los beneficios de este programa y el uso.

Archivos\\10_Entrevista C3CL1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0956	3		1	DSYC	1/08/2022 12:00 p. m.
----	--------	---	--	---	------	-----------------------

Quisimos también implementar el BIM 360, pero ya por temas también de presupuestos y también por la experiencia que tienen los consultores hubiese sido como tener un iPhone de alta gama y de repente no todos lo saben usar. Entonces buscamos un término intermedio que fue en ACONEX. Entonces funcionó bien. Pero bueno, esperemos que en el próximo proyecto podamos tener el BIM360 también y este pueda ser realmente aprovechado.

				2	DSYC	1/08/2022 12:01 p. m.
--	--	--	--	---	------	-----------------------

hubo que implementar y repotenciar computadoras, no solamente a nivel de consultores, sino también nosotros mismos, porque sumado a que la computadora tiene que ser una computadora potente, el Revit lo demanda, el Revizto también. La interacción tiene que ser en línea porque los softwares están abiertos. Sumémosle a eso las reuniones virtuales, ya sea Teams, Zoom o Discord, la computadora colapsa. Se vuelve lenta, responde, se cuelga la red. Esos problemas también es algo bastante recurrente que hemos tenido y hasta ahorita continúan, hay veces en las que cuando se tiene abierto el PowerPoint, estoy presentando algo, y el Revit y encima la reunión virtual a veces

				3	DSYC	1/08/2022 12:01 p. m.
--	--	--	--	---	------	-----------------------

Que se asocia al objetivo que se tiene el proyecto. De nada nos sirve tener una mega herramienta, la herramienta cuando de repente va a ser utilizada al 30% porque el objetivo, el proyecto lo demanda.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.1373	5		1	DSYC	1/08/2022 12:03 p. m.
----	--------	---	--	---	------	-----------------------

Ha costado, ha sido bien complicado, nos ha costado algunas discusiones, incluso con los terceros, porque no todos están dispuestos a involucrarse en este esfuerzo. Pero bueno, finalmente lo bueno es que se ha tenido el apoyo del cliente y ha servido para que se alinee, en algunos casos les ha costado. Algunos consultores han presentado adicionales para su implementación y este cliente ha invertido en eso. Pero fácil no ha sido, y aún creo yo que falta todavía bastante para poder decir sí logramos que la implementación o el diseño sea 100% BIM/VDC. Creo que estamos en una etapa de transición y va a ser todavía así cierto tiempo más.

				2	DSYC	1/08/2022 12:04 p. m.
--	--	--	--	---	------	-----------------------

No todo se ha podido implementar, porque lo que pasa es que todos los consultores cuando están en etapa de licitación y también entiendo, es un poco de desconocimiento también, dicen "Sí lo voy a hacer". Tu propuesta incluye esto vas a hacer entonces, "Sí lo voy a hacer". Mira que quiero esto, "Sí lo logro". Pero en el camino se van dando cuenta que es más difícil de lo que pensaron y van saliendo los problemas. No, esto no lo tengo presupuestado, no, yo solamente pensé dibujar las bandejas, yo no voy a dibujar nada más y hasta aquí voy a llegar. Entonces ya empiezan ahí siempre las barreras.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

3 DSYC 1/08/2022 12:05 p. m.

Entonces conversando buscamos alinear esas cosas cuando nosotros decíamos es esto y él decía no, yo voy a hacer esto, entonces hagamos esto. Ahí también ha sido una casi negociación con cada uno de ellos.

4 DSYC 1/08/2022 12:05 p. m.

Se ha logrado que los planos salgan, sí, pero no en todas las especialidades, pero algunas con mayor nivel de detalle que otras

5 DSYC 1/08/2022 12:06 p. m.

El detalle de las especialidades sí y no al 100%, por ejemplo estructuras, el casco es si propiamente dicho, si lo ha hecho directamente en el modelo, pero el detallado de la serie, etcétera ya algunas cosas las está haciendo en 2D y las está levantando, digamos, está haciendo una mixtura

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0741 3

1 DSYC 1/08/2022 12:07 p. m.

Bueno, la ISO creo que no ha ayudado mucho en este caso. Su aplicación obviamente es en procesos convencionales, digamos, no. Sí, obviamente algunas buenas prácticas seguramente lo hemos llevado de forma natural implementado, pero que hayamos buscado aplicar ISO en la metodología no ha sido lo que se ha buscado.

2 DSYC 1/08/2022 12:07 p. m.

el requerimiento que teníamos para el proyecto era un poco mayor a los estándares que están definidos en el plan BIM, que aún están muy bajos, porque el plan BIM te define el nivel de LOD, así como que puede ser una tablita, un menú, pero realmente no es así.

3 DSYC 1/08/2022 12:07 p. m.

Nosotros hemos tenido que crear con el Coordinador BIM y su equipo un estándar adaptado específicamente a los requerimientos no solamente del proyecto, sino de cada especialidad y cada consultor. Hay especialidades que tienen más de un nivel LOD en una misma especialidad porque no todo necesita modelarse a un diferente nivel. Eso ha sido definido por especialidad en coordinación con cada consultor, o sea, incluso por elemento.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.0279 1

1 DSYC 1/08/2022 12:09 p. m.

las competencias a diferencia de antes que había que de repente retener el conocimiento porque no lo tenías a la mano tan accesible. El tema ahora es que hay tanta información que la competencia del profesional es más bien el saber qué información utilizar. El poder manejar tanta información y ser selectivo con la información que tú vas a aplicar, que te sirve y que sea válida.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

Archivos\\11_Entrevista C4CL1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No	0.0460	3				
			1	DSYC		1/08/2022 2:05 p. m.

Es que en realidad eso ha partido de la empresa, no del cliente. O sea, como empresa nosotros hemos puesto al servicio del proyecto toda la tecnología disponible

			2	DSYC		1/08/2022 2:05 p. m.
--	--	--	---	------	--	----------------------

la herramienta se expuso sin costo para ellos, porque nuestra empresa cree en eso. Y el proyecto en particular creía muchísimo en eso. Entonces las herramientas han estado, las herramientas tecnológicas han existido incluso más allá, como te digo, porque adquirimos más tecnología

			3	DSYC		1/08/2022 2:06 p. m.
--	--	--	---	------	--	----------------------

En el tema de Hardware, sí, hubo algunas dificultades porque la empresa te da un equipo estándar a veces para determinados puestos y otros, el coordinador BIM y todo el equipo BIM, por ejemplo, tienen un hardware superior. Como máquina, me refiero a la estándar del equipo. Sin embargo, como usamos todo determinado software, se solicitó el cambio de computadoras y se accedió y teníamos todas las máquinas muy potentes, con niveles de memoria y capacidad muy alta.

Códigos\\Campos\P.2 POLÍTICAS\Reto en Políticas

No	0.0103	1				
			1	DSYC		1/08/2022 2:36 p. m.

Y el cliente tampoco. Lamentablemente el cliente tampoco, entonces si el cliente no apuntala desde arriba en esto, se empieza a desarmar. Entonces hemos tenido ese problema y nos hemos adaptado un poco.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No	0.2392	9				
			1	DSYC		1/08/2022 2:07 p. m.

no sé si lo hemos logrado. Esa es mi primera reflexión. Entonces un poco para que siga la idea. Nosotros licitamos con este concepto de VDC/BIM, etcétera. Y todo el mundo dijo sí trabajo en BIM. Y ahí nos dimos con la ingrata sorpresa que lo que te mencionaban, para ellos el BIM es un entregable. Un modelo, es más, si tú vas ahorita y hablas con los clientes y te dicen tengo este proyecto para licitar y lo he trabajado en BIM y te entrega el modelo. Y uno cree que lo ha trabajado y tiene muchas incongruencias porque solamente es una entregable final y ahí está el error conceptual.

			2	DSYC		1/08/2022 2:08 p. m.
--	--	--	---	------	--	----------------------

En el proceso y lo ideal sería que todo se integren en un entorno virtual como el BIM 360° y sumen al modelo, pero era mucho pedir. Entonces al final decidimos, dada la brecha que encontramos, que el modelo se entregue semanalmente. Igual hay un reproceso, pero se acorta. En otras palabras, diseñaban una semana en 2D, subían ese 2D al modelo y cada quien todos los viernes tenía que entregar un modelo. Nosotros integramos el modelo y lo compartimos, pero había una semana desfase en una semana de trabajo en 2D que después había que levantarlo a 3D. Y ese modelo 3D era el que nosotros revisamos cuando la información en 2D estaba por otra velocidad, en otro camino, pues ahí hay un desfase que claro, es lo único que logramos.

			3	DSYC		1/08/2022 2:09 p. m.
--	--	--	---	------	--	----------------------

hubo mucha resistencia, mucha resistencia a diseñar entre 3D. Y existe, no solo la mentalidad, sino la creencia muy, muy arraigada en los proyectistas que se pierde tiempo en diseñar en 3D. Y no sólo tienen esa creencia, sino que nuestros proyectistas no están capacitados en diseño en 3D. Nuestro mercado no está capacitado.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

4 DSYC 1/08/2022 2:09 p. m.

hay otro problema, que aun diseñando en 3D, los proyectistas conciben el modelo como una geometría. Nosotros le llamamos y acuñamos el término un cubo vacío, entregamos una geometría que es un cubo vacío y claro, nos sirve para ver la geometría

5 DSYC 1/08/2022 2:10 p. m.

Aquí tuvimos el mayor escollo, porque si para, o sea, como estamos hablando para ellos trabajar en BIM significaba diseñar X tiempo en 2D y levantar un solo entregable y cambiarles ese chip a que semanalmente entreguen un modelo que aún seguirá siendo un reproceso porque era 2D, modelo, 2D, modelo. Pero solamente lo concebían como geometría. Nosotros queríamos información en ese punto. Hemos batallado muchísimo, muchísimo. Hicimos una matriz BIM de objetos con todos los parámetros con todo lo que queríamos, y realmente nos ha costado muchísimo que llenen la información. Lo hemos logrado al final, pero nos costó.

6 DSYC 1/08/2022 2:11 p. m.

todos dijeron que sí trabajan en BIM, que están de acuerdo. Cuando hemos entrado en detalles del diseño, nadie nos entregó al inicio los modelos. Todos trabajan en 2D, todos los proyectistas de este país, o casi todos, yo me animaría a decir que todos trabajan en 2D. Al menos en lo que yo humildemente he trabajado. Entonces ahí se generó un primer, una primera brecha, un conflicto, porque nuestra expectativa estaba en un diseño en 3D. Diseño en 3D y el flujo era mucho más rápido. Todos tener un modelo, se integra y todo fluía más rápido y los proyectistas decían "Si, yo trabajo en BIM". Pero para su concepción era modelo 2D y de ahí levanto el BIM. Y para generar todavía la mayor brecha, o sea, la mayor distancia a la que estamos, para ellos el BIM era un entregable.

7 DSYC 1/08/2022 2:11 p. m.

En otras palabras, todo el mundo dice yo trabajo en BIM. Pero no tiene la metodología clara. Trabajan en 2D, terminan y te entregan un modelo. Y ese modelo es una cascarita que no sirve de nada. Es un total retrabajo.

8 DSYC 1/08/2022 2:35 p. m.

No, nosotros queríamos en base al modelo tener alternativas de diseño, o sea, aprovechar justamente la visualización en 3D, en ver alternativas de que, si yo estaba mandando mi ducto por la izquierda, de repente puedo ahorrar espacio si lo mandaba por la derecha. Pero para eso necesitamos que los proyectistas conciban el proyecto en 3D y diseño en 3D. Entonces eso que buscamos, ha sido muy difícil. En algunos casos hemos logrado algunas buenas alertas y algunas buenas oportunidades, pero mi reflexión final es que no se potenció tanto porque los diseñadores justamente piensan en 2D, leen en 2D y el modelo para ellos ya era una exigencia nuestra y no era un compromiso. Entonces, como que no le dan la importancia que debería tener.

9 DSYC 1/08/2022 2:36 p. m.

cómo percibía los proyectistas y el cliente la reunión ICE, la percibía como una pérdida de tiempo. Entonces no colaboraban, un poco que ya cumplían, entonces no leían la agenda. Y hemos tratado de variar nuestra estrategia, se ha caminado, pero no creo que se haya podido potenciar tanto, o sea, tiene mucho más para explotarse, si es que tienes a los actores comprometidos e involucrados al 100% y ese tema de personas es muy fuerte y genera un escollo muy fuerte para salvar.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0182 1

1 DSYC 1/08/2022 2:19 p. m.

Pero bueno, como te digo, hubo una brecha que seguro que podemos hablar de personas que evitó que se trabaje desde el inicio de esta manera. Hemos terminado trabajando de una manera, nos hemos acomodado a la realidad, lo único que queda, como hace la realidad, como te digo, 2D, modelo semanal, integrar el modelo semanal y se trabajó una matriz BIM de objetos

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.1815 8

1 DSYC 1/08/2022 2:34 p. m.

el cliente incluso no le encuentra mucho valor a la matriz BIM de objetos, encuentra valor a la geometría, pero no concibe el BIM, o sea, para ellos el BIM es la geometría nomás. Entonces no, no entienden lo que hay detrás de la geometría y no les genera valor. Es lo más preocupante, porque para ellos igual van a tener su presupuesto, igual van a tener una licitación, igual creen que van a tener un proyecto totalmente compatibilizado. Entonces todo lo que es matriz BIM de objetos para ellos realmente no les genera valor.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
				2	DSYC	1/08/2022 2:39 p. m.
				cómo percibía los proyectistas y el cliente la reunión ICE, la percibía como una pérdida de tiempo. Entonces no colaboraban, un poco que ya cumplían, entonces no leían la agenda. Y hemos tratado de variar nuestra estrategia, se ha caminado, pero no creo que se haya podido potenciar tanto, o sea, tiene mucho más para explotarse, si es que tienes a los actores comprometidos e involucrados al 100% y ese tema de personas es muy fuerte y genera un escollo muy fuerte para salvar.		
				3	DSYC	1/08/2022 2:38 p. m.
				nosotros tenemos que entregar información a la entidad, me refiero al municipio quien nos aprueba los planos es el municipio. Y ¿Qué información pide el municipio? Planos en 2D. Entonces nosotros les exigimos, por un lado, dame el modelo, ellos decían, pero si el municipio me pide mis planos en 2D. Entonces para ellos era un trabajo doble. Entonces, mientras no hay un cambio integral en nuestro país, donde las entidades empiecen a girar también al modelamiento en BIM, nuestros proyectistas se capaciten en modelar BIM, los clientes pidan BIM y las consultoras ofrezcan BIM, no hay manera de cerrar el círculo.		
				4	DSYC	1/08/2022 2:40 p. m.
				Le faltan competencias y aptitudes. Aptitudes con "p" de justamente conocimiento de una capacitación en modelado 3D. O sea, nuestros mejores diseñadores, nuestros mejores proyectistas no modelan en 3D, tienen todavía el plano en 2D. Entonces para ellos es natural diseñar en 2D, integrar en 2D y entregar en 2D, que es lo que pide el municipio, que al final producto, al final recién te entregan una maqueta que tiene "n" problemas.		
				5	DSYC	1/08/2022 2:40 p. m.
				después de bueno, ahí explicar y tratar de cerrar las brechas los proyectistas empezaron ya, no sé si, porque, bueno, tenían que hacerlo, a llenar los parámetros		
				6	DSYC	1/08/2022 2:41 p. m.
				el cliente no le dio valor a esto, lamentablemente no le dio valor a esto y decidió ya decir mira, ya no hacemos más esto y hasta acá nomás, ya no sigamos trabajando en este sentido.		
				7	DSYC	1/08/2022 2:41 p. m.
				Si tú me preguntas diría que no, sinceramente. Para ellos es un retrabajo y lo han expresado muchas veces. Para ellos les demora más diseñar. Y es un retrabajo porque creo yo que les desnuda la deficiencia de diseño de manera temprana y para ellos de eso es un retrabajo		
				8	DSYC	1/08/2022 2:43 p. m.
				Pero ese mensaje, sinceramente creo que no ha calado, tanto proyectistas como cliente ven lo inmediato. Yo tengo un presupuesto para mi ingeniería, no puedo excederme y para ellos pedirles el BIM a los proyectistas hacía que sus presupuestos crezcan un poco. Entonces no estaban dispuestos a invertir más, porque diseñar en BIM al inicio seguro cuesta más, porque las máquinas hay que cambiarlas, los softwares hay que pedirlos y encima seguro le toma más tiempo al inicio porque no están capacitados, entonces al inicio seguro si cuesta más en todo aspecto, en tiempo y en costo, pero no están mirando a futuro. A futuro, seguro después es mucho más rápido, nosotros estamos convencidos de eso, pero lamentablemente nuestros clientes y nuestros proyectistas no, ven lo inmediato y para ellos asegurar el costo de la obra es soltar la licitación ajustar al contratista, un contrato que los cubra y escribir el número.		

Archivos\\12_Entrevista C5CL1

Código

Códigos\\Campos\P.1 TECNOLOGÍA\Reto en Tecnología

No 0.0666 3

1 DSYC 1/08/2022 2:43 p. m.

Creo que el único problema es que como el software se tiene que compartir con muchas empresas, no solamente la nuestra, porque como es un trabajo en donde intervienen muchos consultores, ellos algunas veces, bueno, algunos no estaban preparados para poder asimilar esta tecnología.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

2 DSYC 1/08/2022 2:44 p. m.

un par de compañeros tuvieron que cambiar de equipo para poder instalar el software en el equipo.

3 DSYC 29/08/2022 11:03 p. m.

lo que pasa es que la idea de poder utilizar estas metodologías es poder compartir la información si es posible a tiempo real. En este caso no se hizo a tiempo real, pero mientras más rápido fluya la información y todo el mundo esté enterado de lo que produce o lo que diseña el resto, tiene mayor conocimiento de todo el proyecto en general.

Códigos\\Campos\P.3 PROCESOS\Reto en Procesos

No 0.1297 3

1 DSYC 1/08/2022 2:46 p. m.

los procesos van evolucionando con el tiempo, dependiendo de las necesidades que surjan. Entonces al menos tiene una línea base, el cual se tiene que ir adaptando a las particularidades de cada proyecto.

2 DSYC 1/08/2022 2:47 p. m.

dentro del contrato del proyecto, porque esto también tiene que ver mucho con el contrato, estaba establecido que los consultores tenían que trabajar con esta herramienta. Desde que tú incluyes esto en el contrato, ellos se ven obligados a trabajar con esta herramienta, porque te digo obligado, porque esto significa que dentro del presupuesto tienen que tener asignada una partida, la cual les permita acceder a este software. No solamente por el software, por el hardware, sino también por personas que conozcan y manejen este sistema.

3 DSYC 1/08/2022 2:47 p. m.

todas las empresas están obligados a utilizar esta metodología de trabajo. Entonces por ahí no es que no es que haya mucho consenso, sino que pues el contrato te obligaba. Pero el ¿cómo se utilizó?, al ser nuestra empresa una empresa un poco más madura que el resto. Entonces ya tiene procesos establecidos, el cual se compartió al resto de los consultores para que ellos asimilen estos procesos, este orden, este flujo, para que puedan, para que pueda haber un orden finalmente en el manejo de la información y en la manera de cómo se va a trabajar. Nuestra empresa fue la que capacitó al resto de las empresas para que puedan utilizar este medio imperfecto.

Códigos\\Campos\P.4 ESTÁNDARES\Reto en Estándares

No 0.0102 1

1 DSYC 1/08/2022 2:48 p. m.

De los estándares no sé, el estándar que se utilizó yo creo que el coordinador BIM te podría dar mayor detalle.

Códigos\\Campos\P.5 PERSONAS\Reto en Personas

No 0.1152 3

1 DSYC 1/08/2022 10:51 p. m.

Entonces desde que contractualmente a todas las empresas se les pidió, entonces se ha tenido que seleccionar a un recurso humano que no solamente conozca de clínica, sino también conozca de las herramientas.

Clasificación	Agregado	Cobertura	Número de referencias de codificación	Número de referencia	Codificado por Iniciales	Modificado el
---------------	----------	-----------	---------------------------------------	----------------------	--------------------------	---------------

2

DSYC

1/08/2022 10:52 p. m.

Yo creo que hay mucho trabajo por hacer. Lo que pasa es que. Eso yo lo conversaba con el coordinador BIM, lo que pasa es que cuando uno tiene una manera de trabajar y está en su zona de confort, es muy complicado que las personas de por sí quieran salir de esa zona de confort y comenzar a aplicar cosas nuevas. Esa es la naturaleza del ser humano, no de todos, pero de la mayoría. Entonces tú tienes que crear un entorno el cual te permite de que o haga que estas personas salgan de su entorno de confort. Y esto va a ser hasta que las personas vayan adquiriendo estas herramientas, no adquiriendo esas herramientas, sino que vean que es necesario o que es necesario adquirir estas herramientas y que estas herramientas les son útiles para finalmente conseguir el objetivo que uno quiere.

3

DSYC

1/08/2022 10:52 p. m.

Yo pienso que estamos en una transición y que esa transición va a continuar su camino a medida que más proyectos se trabajen así, si es que no se trabajan proyectos es un poco complicado que se vayan desarrollando esas herramientas en las personas.



Anexo D: Entrevistas

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

Considero que, si ha sido de mucha ayuda, se usó el software de coordinación *Revizto* y los especialistas pudieron comprender mejor que es lo que van a plasmar. Se han hecho optimizaciones y se han podido coordinar la resolución de interferencias o solucionar conflictos. Si ha sido muy bueno para entregar una buena ingeniería. Cada vez el mercado saca más softwares que permite agilizar el proceso de diseño y coordinación, por ejemplo, ahora han sacado el *Collaborate Pro* de Autodesk que antes era *BIM 360* que permite no solo trabajar en tiempo real y si no además tener de forma ordenada los entregables. Hasta ahora se manejaba en carpetas en el servidor, tenerlo en la nube y estructurado es mucho mejor porque le da un orden y hace que no haya tanto desperdicio en tiempo, se pierdan documentos, se tiene la última información. Entonces es una gran ventaja.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

En este caso el cliente, que es el que ha solicitado el servicio es el PRONIS, ellos serían los propietarios de esta información del modelo y todos los entregables. En ese sentido si se respeta bastante la confidencialidad, no estar compartiendo la información de los modelos, las coordinaciones para resolver alguna ingeniería, etc. Nosotros tenemos un coordinador de proyectos que se encarga de gestionar la información, a quien se transmite los entregables, quien lo recepciona, como se manejan las observaciones; él es el responsable junto con el gerente del proyecto de hacer una buena transferencia de esta información entre los involucrados. Si hablamos del modelo, en este caso sería mi persona.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

Primero, hace varios proyectos trabajamos con el *Revizto*, con *Revit* y en tiempo real sincronizado con otros modelos. Se ha visto cómo funcionan estos softwares y a esto se ha implementado cual es el proceso de diseño, se ha ensamblado ambos y se ha generado un flujo de trabajo. Por ejemplo, para la compatibilización de la ingeniería tenemos un proceso que nos da un orden de cómo empezar con la compatibilización, establecer prioridades de cual resuelvo primero, segundo y en qué etapas.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

Primero para lo que es la definición de LOD de cada elemento nos basamos en el BIM Forum, no es un estándar. Pero el BIM Forum lo que hace es uniformizar los conceptos de LOD por cada elemento, entonces eso es lo que hemos hecho para definir los elementos que vamos a incluir en cada etapa. Eso se ha trasladado al cliente (PRONIS) para establecer que elementos van a tener tal LOD en la etapa de ante proyecto, etapa de expediente técnico, etc.

INVESTIGADORA

¿Utilizan estándares internacionales o se guían por el Plan BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

LA ISO 19650, también hemos revisado el Plan BIM de Perú, cuando nosotros iniciamos en el 2019 también estaban definiendo a los involucrados de un proyecto, según ellos se iban ampliando nosotros también tratábamos de alinearnos. Por ejemplo, que se tenga un coordinador BIM, que se hagan las coordinaciones con el cliente (si bien es cierto a nosotros nos contrata una empresa, las coordinaciones de la ingeniería se realizaban con el cliente final que sería PRONIS). Coordinábamos con ellos el desarrollo de esta ingeniería. Tratábamos de alinearnos al Plan BIM y a la ISO.

INVESTIGADORA

¿Hay algún acuerdo contractual?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

En los términos de referencia hay un apartado para BIM y también explican la etapa de anteproyecto, expediente técnico y expediente definitivo que indica cual es el alcance de BIM y que entregables tiene que tener, también menciona un poco el proceso. Entonces, sí, contractualmente estaba establecido eso y además indicaban en los anexos el LOD al que debería llegar cada elemento, si bien es cierto hemos tenido que conversar con ellos para lograr que la ingeniería salga bien. Había algunos elementos que no se habían incluido y otros que sí, entonces se debía conversar con el cliente.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 1

En la empresa, los ingenieros de diseño ya tienen experiencia en varios proyectos, entonces ya conocen cual es el proceso y además a cada proyecto, a medida que van desarrollando los proyectos se van aprendiendo nuevas cosas con ellos. Hay una conciencia de trabajar con BIM. Lo que, si hay un poco de desconocimiento, de repente, en el caso de los clientes. Por ejemplo, el PRONIS, si bien es cierto en el TDR indicaba los elementos que hay que poner y su LOD, pero por experiencia que nosotros tenemos había algunos elementos que no correspondían a la etapa que estaba en el TDR, sin embargo, nos exigían que se cumpla ese documento. Por ese desconocimiento se tienen que hacer actividades que no aportan mucho valor a la ingeniería. Se debería mejorar o capacitar mucho más a los revisores o a la contraloría para que tengan las herramientas y observen en función a la herramienta y metodología que estamos utilizando

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Sí, claro. Necesitamos que los modeladores tengan un buen equipo pues son los que están trabajando en el modelo. A nosotros nos ayudaba bastante el equipo BIM, a los ingenieros de diseño y a los líderes, que nos exporten a un visor que era el Revizto, donde podíamos ver el modelo de manera bastante simple, lo volteabas, tomabas medidas, etc, y la maquina no era tan lenta. Pero si cuando el modelador tiene una máquina lenta no se puede trabajar. Lo que esperamos a futuro es que cada disciplina tenga su propio modelador, o sea ahora nuestro modelo estaba centralizado en un equipo BIM y el líder del equipo BIM era el que distribuía el trabajo. Hemos trabajado primero en 2D y ellos lo pasaban al modelo, el reto siempre es trabajar directamente en el modelo.

INVESTIGADORA

¿En relación al software?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

No he usado directamente el software, lo conozco por la capacitación que nos dieron hace unos años. Creo que ayuda mucho, mis proyectistas han usado algunos softwares compatibles con el Revit para dibujos de estructuras metálicas, y sí, es muy grato ver que se conversen entre si los dos softwares. No solo que ayuden al modelo, si no al modelo del análisis estructural.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Eso lo definió la gerencia, la gerencia decidió contratar a un líder BIM que sea a quien todos teníamos que solicitar autorización ya sea para ingresar al modelo o ingresar al Revizto.

INVESTIGADORA

¿Se definió el propietario de los datos por el tema de confidencialidad?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Yo entiendo que sí, pero no recuerdo si nos dijeron este es el “dueño”. Pero cuando he tenido que trabajar algún modelo lo que he hecho siempre es hablar con este líder o esta líder para pedir autorización para acceder al modelo y también al ingeniero con el que estábamos trabajando en el proyecto.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Cuando nosotros hemos diseñado, en esta evolución de pasar del 2D al 3D hemos experimentado, no solo en el diseño de hospitales si no de diferentes tipos de edificaciones, todos los diseñadores estructurales es que antes recibías un edificio y modelabas los elementos estructurales del edificio. No modelabas el elemento no

estructural de algo, por ejemplo, no modelabas el elemento no estructural de algo, no modelabas el sardinel del muro de un tabique porque era algo no estructural. Si el arquitecto me decía necesito el diseño de un sardinel para mi tabique yo hacía un detalle genérico y ponía un título “sardinel para tabiques”. Ahora no es así, como esto tiene que estar modelado, ya no es voltean donde el arquitecto y le preguntan esto va a poyado sobre algo y él dice si pregúntele a estructuras ellos deben tener un sardinel. Entonces preguntan dónde están los sardineles, y le dices ponle un sardinel de tanto, por tanto, pero preguntan dónde. Es más rico el proceso porque empiezas a detallar y modelar todo, es un poco duro, un poco difícil especificar tanto y en ese barrido o en ese paseo de tener todos estos elementos de hecho encuentras cosas que no están completas en un detalle típico, en un detalle típico no está todo resuelto.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Bueno, la empresa donde trabajo tiene todo estandarizado, desde los documentos, desde el documento de informe técnico, la codificación, nuestros planos y hace unos años cuando hemos trabajado este tema que te comenté hace un momento que no era un hospital, era un edificio de viviendas si logramos en ese momento que los planos salgan desde el mismo modelo y en esa emisión logramos que todo el aspecto del plano se trabajó desde el modelo y al imprimir comparabas. Ese fue un trabajo bastante arduo, lo que salía de tu modelo 3D como plano entregable tenga el mismo aspecto que un plano 2D, en este proyecto, en los últimos proyectos fue una iniciativa que se frenó, se ha retomado después. Y a nivel de todas las especialidades en el caso del proyecto se ha trabajado así, primero

2D y después 3D, entonces el responsable BIM es el que ha estandarizado y a través de información nuestra como qué tipos de elementos estructurales se tiene y que voy a reportar después en el metrado, entonces consistía en alcanzarle una planilla y decirle esto es todo lo que tenemos (vigas, columnas pedestales zapatas, todos los elementos que teníamos) ellos lo que hacían era codificar los elementos que iban modelando de acuerdo la lista que nosotros le habíamos dado. Entiendo que han hecho más que eso, más que asignarle a la familia o crear la familia columna y que todas se llamen columnas, entiendo que han hecho más que eso, qué tanto más no sabría decirte. El saber que han hecho algo más, lo percibo por como luego se ha hecho la comparación de metrados, se ha hecho un metrado extraído del BIM y uno hecho a mano a través de Excel. Al momento de las incongruencias es que entrabamos a comprar y yo notaba que había la forma como ellos podían decirme, mira tenemos todas estas columnetas, que con un click muestren todo me hacía ver que habían estandarizado muy bien la identificación de diferentes elementos.

INVESTIGADORA

¿Están asociados a alguna normativa ISO o Plan BIM?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

De hecho, ellos tienen un plan BIM e imagino que es plan BIM está de acuerdo o tienes partes de la normativa, pero son supuestos.

INVESTIGADORA

Sobre los LODs solicitados por el cliente...

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Los LODs también son un tema porque no sé si todos están al tanto de lo que cada LOD significa, de hecho, hace unos 3 años empezamos a ver el tema de LODs para otro proyecto, era buscar en google “que es este LOD, que es un LOD 300, a ver que dice, pero yo he encontrado otra página que dice esto”. Creo que después ha venido el Plan

BIM, pero no lo he estudiado; es más, no quiero criticar al equipo que ha trabajado el Plan, pero presumo que siempre van a haber cosas sueltas en la cuales ya tu criterio dirá este LOD va a en esto y esto en aquello. El cliente si coloca en los TDR, si bien el cliente los coloca no estoy tan segura que él sepa todo lo que está pidiendo.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 1

Yo veo, dos tendencias profesionales o dos grupos, o hasta tres. El grupo que aún es muy reacio y dice que el 3D no funciona; el grupo intermedio que dice sí, puede servir, creo que están migrando del grupo anterior a este, pero “me pones a alguien al costado como si fuera un traductor, como si estuviéramos hablando en otro idioma que haga todo el modelo que yo quiero y que le dé la vuelta a todo”, y eso cuesta, veo que a algunos colegas les cuesta aceptar. La verdad que desde hace 30 años que todavía estaba en la universidad, personalmente yo soñaba que en algún momento hubiera una especie de ploter gigante que pudiera pasarme de mi plano en computadora al terreno todo mi trazo de cimentaciones, entonces cuando el BIM apareció para mí era la gloria entonces dije que bien, para mí es un reto porque me gustaría manejar el software para el modelo (te hablo de las personas de mi generación). Y también veo el grupo de ingenieros de 30 años a menos que es una maravilla, ni siquiera quieres usar papel, tienen la capacidad de ver todo en la pantalla ya sea en 2D, en 3D y no necesitar tomar un apunte o nada. La verdad a mí me avergüenza un poco decirlo: que sigo trabajando con algunas hojas y sobre ellas resalto y pinto porque también es la forma como yo proceso la información que reviso. Creo que todos estamos capacitados para entender los modelos 3D, creo que nos muestran

más de lo que nosotros a veces podemos ver, también creo que los ingenieros más jóvenes que están naciendo en este entorno BIM opinan que si no está diseñado este detalle típico no lo pueden construir, (porque en realidad si es posible extrapolar) y que si no está modelado no se puede leer. Que, si tiene en plano 2D y no tengo el modelo no lo puedo leer, creo que es algo que debemos desterrar. Así como todos tenemos la capacidad de entender el modelo 3D y diseñar a través de un 3D, también debemos tener la capacidad de leer todo en 2D.



COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Nosotros como área de ingeniería tenemos diferentes software y diferentes aplicativos que colaboran con lo que es el diseño, uno de estos es el programa BIM, en específico en el Hospital 1 se hizo la implementación del BIM, 1) porque ya la entidad del Estado requiere o solicita que se haga la implementación de este sistema 2) Nosotros ya venimos como empresa implementando esta plataforma como un medio colaborativo entre el área ingeniería construcción y sobre todo para que nos permite hacer mejoras, optimizaciones en tanto a levantamiento observaciones interferencias, metrados y nos permite a nosotros poder detectar posibles áreas que no estén definidas, o sea que en un 2D, en un plano de planta no nos permite visualizar ciertas definiciones. Entonces en ese sentido el área BIM sí nos permitió a nosotros el poder levantar interferencias gruesas, llegar también incluso a un nivel de interferencias casi finas, no finas porque hay ciertas interferencias que se resuelven en campo finalmente.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Obviamente en lo que son obras por impuestos, hay temas de confidencialidad de la información que recae sobre nosotros y nosotros somos los responsables de la administración de la información, de la modificación, del almacenaje. A partir la entrega es que ya la entidad del PRONIS pasan a ser responsables de esta información. El responsable de la gestión de la información es el PRONIS.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Para lo que es proyectos hospitalarios la innovación tecnológica fue el empleo del BIM, el desarrollo de todo lo que es, este modelado era compartido con la gente de construcción que a su vez revisaba el modelado, hacia la constructabilidad del modelo y nos emitía comentarios u observaciones respecto al modelo, o en todo caso nos hacía alguna observación puntual en base a los criterios de constructabilidad o de los faseos que la parte de construcción venía realizando, tenían un cronograma desarrollado completo, acomodaban ese cronograma al modelo y en base a eso nosotros recibíamos la información o *feedback* de parte de ellos para poder corregir optimizar o hacer alguna modificación pequeña.

INVESTIGADORA

¿Se podría decir que ya tenían ese modelo de proceso ya estandarizado?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Estandarizado si, incluso lo hemos aplicado en diferentes proyectos, en donde en construcción desarrollamos y nos guiábamos mucho del modelo. Lo hemos implementado en también en otro proyecto donde sí se hizo el desarrollo en BIM también y se hizo lo mismo la integración con la parte de la construcción: la constructabilidad.

INVESTIGADORA

En este proceso de diseño hubo participación del cliente o de contratistas

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Básicamente el cliente MINSA no, es a través del PRONIS. El PRONIS subcontrato una empresa supervisora que es la que supervisaba la ingeniería y nos enviaba sus comentarios u observaciones al diseño, pero no tenían una participación directa con el BIM si no a través de planos o archivos en PDF que nosotros emitimos. El proyecto se hizo en cuatro entregas o cuatro etapas, las dos primeras que nosotros le decimos el anteproyecto que es la etapa en la que hacemos desarrollo grueso en este caso de hospital hacemos el desarrollo de las zonificaciones, distribución de las UPSS (Unidades Prestadoras de Servicio de Salud), de las UPS para las UPSS y el flujo complementar las especialidades con el brindar áreas que cada especialidad requería, por ejemplo, el área de la cisterna, cuarto de bombas, el área del data center, subestación, grupo electrógeno. Nosotros brindamos información a la parte de arquitectura para que ellos en el desarrollo de anteproyecto puedan plasmar estos requerimientos de cada especialidad y podamos compatibilizar en conjunto.

INVESTIGADORA

¿Se modeló directamente y a partir de eso se extrajeron los planos o se hicieron planos y luego se pasó al modelo?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

El modelo sí fue directamente en 3D, salvo algunas especialidades que hacían desarrollo en AutoCAD. Pero posterior al desarrollo en AutoCAD pasamos al desarrollo en Revit, como es el caso de estructuras, por ejemplo, las demás especialidades si trabajan directamente en el modelo. El especialista terminaba su diseño en AutoCAD y se deriva al área BIM, ellos hacían el desarrollo y después pasaba por un tema de revisión y corroboración del especialista a cargo.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Si tenemos nosotros un plan BIM, un plan BEP, tenemos elaborado dentro de nuestra política y estándares tenemos un Plan BIM para el desarrollo de BIM.

INVESTIGADORA

¿Existieron arreglos contractuales para la implementación de BIM?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

No, digamos era un requerimiento del proyecto, pero contractualmente, bueno contractualmente nos solicitaban que se haga el desarrollo BIM, incluso forma parte de una entrega. Pero internamente como ya teníamos todo el proceso, el plan establecido digamos la integración al proyecto fue muy rápido.

INVESTIGADORA

¿Era parte de los TDR? Entonces también se presentaba los modelos a la supervisión o únicamente los dibujos 2D.

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Si forma parte de los TDRs la entrega del modelo, dentro de los TDRs te piden todo lo que son documentos, planos, fotomontaje, recorrido virtual e inclusive el modelo BIM. Pero la revisión de los especialistas era solo a través de planos y documentos, no hacían una revisión al modelo.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Si es importante, es muy importante que las personas que lideran o encabezan deben contar con experiencia en el sector hospitalario, como cada infraestructura particular tiene sus temas de conocimientos de experiencia. Con respecto a lo que es el BIM, nosotros como habíamos tenido ya una experiencia en un proyecto para el desarrollo de lo que es el BIM, ahí fue que conocimos a la BIM Manager interactuamos mucho con ella, vimos su nivel de conocimiento al respecto y lo que es muy importante la actitud de la persona. El ser bastante presto a ayudar, brindarte soluciones ante los posibles problemas o inconvenientes que surjan, eso ayudó mucho. Eso fue uno de los motivos por los cuales la gerencia se fijó en ella y terminado ese proyecto decidimos contratarla y formar parte del grupo. Dentro del grupo de ingeniería los líderes tenemos una conexión muy allegada para poder salvar inconvenientes que puedan surgir. Cada líder ya cuenta con una trayectoria y una experiencia en el sector hospitalario.

INVESTIGADORA

¿En relación a personas que no contaban con tanta experiencia, hubo capacitación?

COLABORADOR 3 HOSPITAL 1

Si se les capacitó. Te puedo mencionar que a título personal en mi especialidad tengo un grupo de personas que cuando empezó el proyecto del Hospital 1, conocían lo que es el BIM de forma muy básica, los fuimos guiando a través de la BIM Manager para que ellos brinden el apoyo tanto ingenieros de diseño como proyectistas que son digamos uno de los niveles que tenemos en el desarrollo de expedientes, puedan ellos ir tomando conocimiento y manejando la herramienta. El objetivo final es que tanto ingenieros como proyectistas manejen la herramienta y así como hubo una época de migrar de los dibujos a mano al AutoCAD estamos en ese proceso de migración del CAD hacia que se haga todo con el modelo y si hay capacitación, se capacita al personal, se les ayuda y se les guía para que puedan desarrollar esas habilidades y ahora actualmente, por ejemplo, en el desarrollo de esta clínica particular, ya las personas sobre todo en mi área ya han tenido experiencia y están aplicándolo ahora en este proyecto.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Sí, claro que sí. Claro, es una herramienta que nos ayudó a hacer mucho más efectivos. Nos ha ayudado a colaborar eficientemente, nos ha ayudado a comunicar no sólo a los que estamos produciendo un expediente técnico, sino a los que estamos visualizando y coordinando externamente con equipos de construcción, costos, todos estos. Ha hecho mucho más efectivo el trabajo.

INVESTIGADORA

¿Y en relación al Software, algún inconveniente o en la transferencia de datos durante el proceso de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

No, hemos tenido ningún inconveniente. Este ha cumplido las expectativas que nos trazamos. Es importante tener claro cuáles expectativas tiene, que nivel de madurez tiene la empresa para exigir a un software y cuál es la capacidad de los de los participantes o usuarios del proyecto en cuanto al software. Entonces, teníamos todo esto bastante madurado para empezar. Y la exigencia fue lo que esperábamos.

P.2 Políticas

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Previamente, dentro de nuestra experiencia con o sin BIM, tenemos una metodología de quién es el responsable de la información que vamos volcando entonces hay una serie de organizaciones, de permisos, de comunicaciones que tenemos muy claro cómo tenemos que trabajar y eso se volcó a lo que trabajamos en BIM. Se marcan jerarquías de quiénes son los que tienen que prevalecer sobre los cambios de entre uno u otra especialidad de acuerdo al nivel, el tipo, el ambiente, lo que se está trabajando. Todo eso de la mano también con los de equipamiento médico, que es una exigencia bastante diferente a los de una edificación que tienen también sus requisitos de alimentación eléctrica sanitarios. Y todo va siendo visualizado. Usándose ese gran repositorio que era el BIM.

P.3 Procesos

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

El área BIM necesitaba, porque siendo muchos de los participantes, muchos de los usuarios y los colaboradores no conocían el trabajo en BIM. Tampoco le dijimos que estaban trabajando en BIM. Nosotros nos encargamos de facilitar todo este trabajo colaborativo, que el hecho de que nuestro discurso era. "Lo más importante es que sepas tu ingeniería" los tranquilizó como para poder nosotros en paralelo aplicar nuestros

procesos BIM de tal manera que ellos tenían que volcar en todos lo que necesitarían para trabajar en BIM, tanto en software como Revit, Navisworks u otros. Tenían que trabajar ellos, usarlo ellos que son los diseñadores y nosotros íbamos dando vueltas, éramos un equipo que vamos dando soporte a todas las disciplinas, como están todos en el mismo piso, en el mismo nivel. Éramos como 60 personas, pero de los cuales 40 eran los que usaban el BIM, el Revit, es decir, fuera de los líderes que estaban revisando también. Estuvimos ayudando a que este proceso entre en el chip o en el ADN de cada usuario, de cada ingeniero, de tal manera de que en la carrera lo fueron aprendiendo. Pero no fue un proceso que lo inventamos y lo pusimos a prueba, sino ya lo habíamos utilizado en proyectos anteriores. Es importante esto, para tener un proyecto de magnitud tienes que haber probado tus herramientas y tus metodologías. Y nosotros ya habíamos hecho eso en diferentes tipos de proyectos, de diferentes aplicaciones, en colegios, en plataformas mineras, industriales. Pero ya sabíamos cómo era el comportamiento de los usuarios, lo más importante de esto. Entonces por ese lado tratamos de hacer que entren a esta metodología sin que les signifique un trauma de cambio.

INVESTIGADORA

En este *Big Room* ¿quiénes eran los que estaban participando? El contratista, el cliente puede ser el cliente.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Bueno, el cliente es la entidad, no participaban, la supervisión tampoco solamente los que producíamos el expediente técnico y como era un proyecto EPC que incluía todo el costo. Entonces nosotros íbamos avanzando, la constructora iba revisando y nos iban aterrizando, porque a veces el diseñador vuela mucho con sus diseños, entonces nos iban diciendo: "no, esto está generando demasiado costo, hay que ir cambiando" y estaba

entonces la constructora, el consorcio médico, el equipamiento, la empresa de equipamiento médico y la empresa ingeniería.

P.4 Estándares

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Bueno, no había todavía todo este avance que estamos viendo ahora con normas y decretos supremos que nos hubiesen ayudado a socializar más el uso del BIM. Los estándares que utilizamos son los que nosotros hemos desarrollado internamente. Están basados en el estándar del MS 11 92 de los británicos y por supuesto tropicalizado a nuestra forma de trabajo de nuestra empresa. Entonces ese es un punto de partida. Pero no sólo esto. El estándar que trabajamos nosotros se basaban en gran parte en el estándar británico y en el estándar de Australia, Nueva Zelanda y en el americano en menor parte

INVESTIGADORA

¿Había algún arreglo contractual?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

para la implementación o fue una iniciativa de la empresa. No era exigencia del proyecto que sea, BIM, eso fue en el 2016, entonces no fue una exigencia, pero sí marcó bastante, digamos emoción a la supervisión de ver que estábamos trabajando con esta herramienta. Entonces mucho más fácil de comunicar y de involucrarnos. No solo la supervisión, sino a todos los contratistas.

INVESTIGADORA

¿Cómo era la relación con la supervisión?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Bueno, todo salía en 2D. Entonces nuestros modelos y nuestros planos están vinculados. Entonces avance de modelo a la vez avanzaba en planos. Nuestro objetivo era que todo, todos los planos, todos salgan del modelo. Entonces revisábamos planos y a la vez revisábamos modelo. Y hay ciertas limitaciones que pueda tener en algunas disciplinas el software. Pero al ver, al convencer o al conversar con la supervisión de que hay algunas limitaciones, podemos utilizar estas alternativas, simbologías, algunas con temas muy puntuales, pero hay que valorar la calidad del proyecto compatibilizado, entonces ellos entendían. Una especie de educación no solo interna, sino externa. Y también porque son software que no son peruanos, son software que necesitan acomodarse a un rigor de supervisión, de revisión que estamos acostumbrados acá en Perú. Entonces es esto fue una parte importante, pero interesante porque se logra convencer. Hubo buena disponibilidad de todas las partes para poder utilizar esto y bueno, creo que el hecho de que se haya desarrollado completamente el expediente en BIM planos y modelo, entonces eso. Eso ayuda. Es un resultado justamente de esta buena disposición de todas las partes.

P.5 Personas

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 2

Si las aptitudes y las condiciones son las adecuadas. Pero para entrar a un proyecto de grandes magnitudes tienes que tener una metodología y una implementación hecha. Estamos viendo muchos proyectos que en el cual están pidiendo que se haga en BIM, pero en el cual están entrando empresas donde no han tenido experiencias y en la carrera,

durante el proyecto, durante el desarrollo del proyecto están haciendo su implementación, por lo cual al final están teniendo problemas y estos problemas terminan siendo desilusiones no solo por los consultores, sino también por las entidades diciendo esto no puede funcionar. Pero eso no es culpa de nuestros profesionales, sino que hay un tiempo de preparación para que funcionen estas cosas. Nosotros en nuestras experiencias hemos tenido aciertos y desaciertos, hemos entrado y tenemos mucho tiempo probando las herramientas. Algo así tenemos que llevar, no solo es pedir, sino también evaluar a quien va desarrollar estos proyectos para que sepan a ciencia cierta si es que van a poder responder el BIM no solo en BIM, trabajar en entorno comunes de datos, entregas de forma colaborativas, ver cómo son los metrados. Hay muchos componentes que se tienen que entender y pedir, no sólo a nivel del profesional, sino del que está pidiendo los términos de referencia. Eso es muy importante, que estemos todos alineados con supervisión. Entidad y constructor tenemos que saber qué es lo que podemos pedirle al BIM. Tal vez estamos en una etapa de madurez que no, no nos puede dar todo en un principio, pero muchos hemos visto que sí hay buenos resultados.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Sí, en realidad la implementación del BIM es muy eficiente, o sea, he trabajado antes en proyectos que sólo usan CAD y el proceso es digamos... Que en rapidez el CAD es más rápido, pero a la larga usar el BIM es mucho más eficiente. El reto que tuvimos en el hospital en la parte de diseño, por ejemplo, es entender el lenguaje de cada profesional. Como te decía, aquí en Perú se manejan una serie de normas, reglas, que son distintas a otros países, distintas España, distintas a Portugal, etc. Entonces, teniendo profesionales de otro país que desarrollaban el mismo proyecto, lo hacían usando criterios distintos a los de aquí. Entonces nosotros avanzábamos, los especialistas, por ejemplo, instalaciones de comunicaciones: avanzaban su modelo y obviamente los planos, el especialista coordinaba con su equipo y trabajábamos en colaboración en la nube; pero cuando hacíamos los entregables teníamos muchas observaciones por parte de los consultores, teníamos muchas observaciones y eso era un retraso porque el lenguaje, como te digo, las normas en otros países son distintas. Pues ese fue el principal reto. Igual en arquitectura el concepto que tienen los españoles es mucho más simple. No exigen tanto detalle como acá lo exigimos, es por temas, ya digamos de país: aquí porque siempre el peruano se la pasa de vivo entonces hay que especificar todo, en España o en otro país no es así. No, ellos son más profesionales y ya saben lo que tienen que hacer y lo correcto. Entonces para ellos las cosas es más simple.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

En la parte de ejecución de obra, el principal reto fue obviamente ir a la par con la construcción, que el modelo esté actualizado y todas las actualizaciones que se hacen en obra, porque es distinto, tú recibes un expediente, pero ese expediente es en papel y la ejecución es muy diferente. Tienes que... Tal vez algo salió mal, algún estudio salió mal. De repente el terreno en ese lugar cambió alguna característica y tienes que considerar nuevas tecnologías de estructuras, que se yo. Y ahí te cambia el proyecto, te cambia el expediente, tienes que presentar de nuevo un expediente y eso te tienen que aprobar y tienes que ir actualizando todas las instalaciones que llevan en consecuencia. El reto principal ha sido ese en construcción.

INVESTIGADORA

¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

En el software no tuvimos problemas compramos las licencias de Autodesk. Trabajamos netamente con Revit, con los visores de Revit este y con Navisworks. Navisworks es una herramienta manejable, donde puedes detectar las interferencias muy rápido y la exportación de esas interferencias es muy dinámica y es simple porque se lo puedes pasar a cualquier otro profesional y la lectura es clara. Entonces, en los softwares utilizamos netamente los programas de Autodesk.

INVESTIGADORA

Quería consultarle antes de continuar, ¿la empresa que se encargó del diseño, no era peruana?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

No, la empresa del diseño es una empresa española. Esta empresa, aparte de ejecutar, mejor dicho, de diseñar hospitales, también brinda lo que es maestrías en arquitectura hospitalaria. Entonces por ahí fue muy grato trabajar con ellos, en verdad. Posteriormente hemos participado en exposiciones, ellos mejor dicho han hecho exposiciones aquí en Perú con APAES, que es una asociación de arquitectos peruanos, arquitectos e ingenieros peruanos y han hecho (qué se yo, cómo se dice esto, como unas exposiciones para para el público) como seminarios y congresos.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Bueno, ahí en la gestión de la información. Cuando estaba en el expediente técnico, es decir, 2017/2018, teníamos un BIM Manager, y él era el que organizaba toda la data. Teníamos un equipo de modeladores, coordinadores, pero él era el encargado de organizar toda esa información, los parámetros, verificar que todos los parámetros estén en los modelos que se llenen y ya en la ejecución de obra. Yo era la que verificaba que esos parámetros se cumplieran y se actualizarán de acuerdo a las fichas técnicas porque cada proveedor su ficha es diferente. Entonces se trataba de actualizar.

INVESTIGADORA

Y el dueño de la información, ¿Cómo lo definieron? Es decir, como había información tanto de mantenimiento o de los equipos, la información que se iba modelando, ¿cómo definieron quién iba a ser el dueño? ¿Hubo acuerdos de no divulgar información?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Y en realidad todo el expediente, toda la obra se trabajó bajo un régimen de confidencialidad e igual cada profesional que estuvimos ahí, que participamos, tenemos prohibido, por ejemplo, hacer exposiciones sobre eso. Relacionado a este edificio público, sí, pero a la vez no, porque es de la policía. Entonces sí se manejó el tema de confidencialidad.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Bueno, en obra, cuando yo ya ingresé ya tenían la implementación BIM y eso lo trabajaron con una empresa exterior. Si, esta empresa se encargó de implementar el BIM en la obra, o sea, explicar, digamos este dar clases a los profesionales, explicar de qué forma se iba a trabajar en obra. Todo esto era un trabajo de implementación que lo hizo una empresa exterior

INVESTIGADORA

¿Y durante la etapa de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Durante la etapa de diseño teníamos... Lo que pasa es que, en los mismos términos de referencia que te exigía el Ministerio del Interior, ya te decía que tienes que utilizar el BIM. En los términos de referencia ya estaba establecido. Es decir, el cliente exigió de

esa manera que desde el diseño se utilice esta metodología. Entonces lo que se manejó simplemente parámetros, y el BIM Manager era el que coordinaba todo y se trabajó.

INVESTIGADORA

Entonces como empresa, ya tenían cómo implementar el BIM entonces. Y los roles y responsabilidades ya lo tenían definido.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

En la parte de diseño sí, porque la empresa, trabaja con BIM desde hace muchos años. Entonces para ellos es muy fácil usar el programa. Obviamente la empresa española no tiene una sede aquí en Perú. Entonces buscó un aliado que fue una empresa peruana. Entonces usando digamos la consultora de la empresa peruana y utilizando los profesionales de ahí es que se pudo trabajar el diseño del hospital en coordinación con la empresa española obviamente. Ellos manejaban todos los cambios, etc. y en la empresa peruana hacíamos lo que ellos exigían, por decirlo así.

INVESTIGADORA

También me podría comentar sobre cómo elaboraron el modelo fue primero en 2D o si llegaron a realizar directamente el modelo. Como estuve conversando con o de otros proyectos, lo que pasa aquí todavía es que utilizan primero 2D, luego 3D que sería un retrabajo.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Como te digo. La empresa española que fue la empresa que ganó la licitación del diseño. Trabaja netamente con el BIM y desde el anteproyecto lo trabajaron en BIM. Entonces

fue muy satisfactorio trabajar con ellos en ese momento porque adquiriste o adquirí mejor dicho mucha información, mucha experiencia por parte de ellos.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

¿A qué te refieres con estándares?

INVESTIGADORA

Por ejemplo, si tenían un estándar oficial para implementar BIM o los arreglos contractuales, o tal vez utilizaban alguna normativa internacional como la ISO o el plan BIM

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Teníamos un plan de ejecución BIM, el cual fue establecido durante la ejecución de obra fue aprobado por la entidad. Y con eso la supervisión y nosotros empezamos a trabajar. Esa implementación te la podría pasar en PDF para que la leas. Ahí está en qué nivel, cómo son los entregables, cuántos entregables, en qué nivel de detalle tenía que estar cada entregables, los parámetros, los colores que se tenía que usar por cada especialidad, qué se tenía que modelar, que no, algunas restricciones, cómo se iba a manejar las interferencias. Entonces ahí, en ese pequeño plan teníamos nosotros en claro cómo es que teníamos que trabajar, y no desviarnos.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

Como te digo, al menos en el Hospital 3 no se usó adecuadamente el BIM, porque los profesionales no estaban acostumbrados, no están acostumbrados a usar esa plataforma todavía y les ha costado. En el hospital fue muy costoso usar el BIM porque no se aprovechó al máximo. Entonces más que una ganancia fue una pérdida, porque perdíamos tiempo.

INVESTIGADORA

¿Se refiere a la etapa de diseño?

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

No, en la parte de ejecución. En la parte de diseño, sí, todos los profesionales ahí dominamos el BIM y si no lo dominabas, pues tenías un asistente. El especialista tenía un asistente y coordinábamos todos y avanzábamos el expediente.

COLABORADOR 1 HOSPITAL 3

No sé si te interesa, pero, ahorita estoy en Huancavelica, estoy trabajando en un hospital de la zona y aquí nuestro entregable también es en BIM, la ejecución es en BIM. Entonces la forma en la que estamos trabajando es: nosotros hemos recibido un expediente: el sistema aquí es que tienes que hacer tal cual te dice el plano. Y aquí, por ejemplo, es muy diferente porque tenemos una mejor organización del área BIM. Tenemos un especialista. Tenemos un coordinador y tenemos modeladores. Entonces, los planos que tenemos del expediente del diseño, no son suficientes para la ejecución de obra. Siempre falta

información o hay que complementar esa información. Entonces, todos los días, todos los planos de trabajo salen del área BIM y nuestro objetivo obviamente es avanzar con la digitalización, usar menos ploteos, menos planos y usar mayormente la tecnología con tabletas, que se yo, teniendo un código QR en un ambiente y que el obrero o el capataz pueda con su celular ver simplemente el código QR y le abre el 3D. Entonces ese tipo de cosas estamos implementando en esta obra, en este hospital particularmente.



COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Cuando tenía más o menos tu edad. Trabajaba con un tablero de madera donde ponías un papel de este transparente. Cogías tu bolígrafo de tinta. No, no, yo trabajaba así. Yo he empezado en una en un estudio de ingeniería eléctrica y entonces me tiraba horas dibujando. ¿Sabes lo que eran los circuitos? Toda la infraestructura. Porque yo mi carrera la he pagado yo y trabajaba en ese estudio para pagar mi carrera. Entonces, yo he pasado horas dibujando a mano. Me parece bueno, pues una idea romántica muy bonita, pero necesariamente desde entonces todo ha cambiado, yo he empezado con los primeros ordenadores, tengo la suerte de haber nacido en el año que nací para poder aprovechar esta bisagra. Sabes de una forma de trabajar a otra completamente diferente. Entonces he visto los primeros plotters. Los primeros plotters eran también con bolígrafo. Tenías un boli, entonces había un brazo mecánico que iba eligiendo los diferentes bolígrafos y los iba dibujando. Bueno, de ahí hemos pasado al jet tinta y etc., hasta digamos al año 2000 el grande cambio que yo había notado fue de trabajar con una mesa de madera de dos por dos trabajadores de pie. Y eso sí que echo de menos, porque es que trabajamos de pie y no estaba tanto tiempo sentado y eso sí que me resulta muy confortable y echo de menos no trabajar de pie y entonces hemos empezado a trabajar con que es una pantalla. Yo he empezado a trabajar con una pantalla que sólo tenía dos colores: negro y el verde. Entonces yo trabajaba con una pantalla que tenía, que era un fondo verde y las líneas negras. Entonces era una pantalla de 12 pulgadas, que ya era un avance tecnológico. Yo

en ese estudio que empezaba a dibujar a mano. En seguida me compraba una computadora. Y me han puesto como el más top de la empresa, porque era lo único que dominaba el AutoCAD y de vez en cuando venía el ingeniero jefe y me decía oye, no hagas tantos Zooms, porque claro, cada vez que hacías un zoom tardabas como dos minutos de resolver toda la geometría del dibujo. Y te estoy hablando de tres líneas al ser una cosa tremenda, luego para imprimir. Yo me acuerdo que a la hora de imprimir yo mandaba imprimir antes del almuerzo, antes de la comida porque se quedaba a imprimir toda. Tardaba como dos horas para imprimir un plano. Te estoy hablando de una época, bueno, de la prehistoria, ¿no? De todo esto. Bueno, el gran cambio que he notado fue, ha habido avances a nivel de los ordenadores. Mientras tanto, Mackintosh empieza a lanzar el ordenador personal, que fue un gran avance. IBM no quiso quedar detrás. HP tampoco. Y entonces bueno, pues empezaba a surgir los primeros ordenadores el 386, que fue todo un avance y realmente. O sea, cuando yo llegaba a un estudio me decían tú tienes un 386. Era como una pasada. Estoy hablando de un ordenador que hoy en día tarda 5 minutos emprenderse. Entonces era increíble tener eso. Entonces, trabajabas en el Autocad y realmente yo el grande cambio que noté fue de tener un tablero de dos por dos a tener un tablero universal que era el AutoCAD. En el AutoCAD podéis dibujar en cualquier lado y podéis tener toda la información ahí dibujada y ya me parecía increíble. Pero me di cuenta de una cosa que es que, sabes qué pasó, en mi época, cuando yo he empezado a trabajar, había unas personas que no eran con titulación superior, se llamaban delineantes proyectistas. Y esa gente era gente que tenía conocimientos de construcción. Vale, entonces ellos dibujaban, pero dibujaban siempre pensando en la construcción. Y a mí me llamaba mucho la atención, esa era una gente que ahora yo tengo la edad de esa gente de cuando empecé a trabajar, y esa gente mientras tanto se ha jubilado. Entonces, ¿Qué es lo que ha pasado? Los jóvenes como yo hemos copiado lo que esa gente hacía en un

dibujo en AutoCAD. Pero a la hora de copiar se ha perdido mucha información. ¿Sabes? Entonces se ha quedado ahí una especie de limbo y AutoCAD se ha perdido, se ha desvirtuado un poco porque el AutoCAD es una herramienta muy buena de detalle, pues no es una herramienta de proyecto. Entonces, yo cuando di el salto del AutoCAD al Revit me di cuenta de que realmente fue una pena que esa gente que se ha quedado atrás no hubiese pasado directamente al Revit, porque realmente el Revit requiere personas conocimiento de construcción, hubiera sido una auténtica revolución. Entonces, a nivel de environment y data environment, la gran diferencia que yo he notado es que, pues nosotros no trabajamos en AutoCAD; teníamos una carpeta donde colocábamos todos los archivos, imagínate yo ahora estoy haciendo una clínica en San Borja, que tiene trece pisos por encima del piso 1 y ocho por debajo del piso 1. Entonces, ¿Qué es lo que haces habitualmente? Pues es un archivo por cada piso y tienes las XREF, etcétera. Bueno, pues entonces ya había formas de parametrizar y en AutoCAD yo he llegado a parametrizar mucha información, sobre todo a nivel de puertas, a nivel de ambientes. Sí que he conseguido parametrizar bastantes cosas, pero no dejabas de tener un montón de archivos, una nube de archivos sueltos por ahí y tenías que vigilar bien para que cada uno de la gente del equipo trabajase con el mismo (el último archivo) y los equipos asociados a arquitectura o las ingenierías, etcétera. De repente yo me encuentro con un programa que tiene toda la información en un solo archivo. ¿Vale? Tienes los niveles, ya lo tienes diferentes archivos, tienes niveles. Y ahí es donde se produce un cambio muy grande, porque toda la información que tú puedes tener dentro de un proyecto está dentro de ese archivo y vinculado a ese archivo. Tú tienes una serie de modelos que son el modelo de arquitectura, el modelo de MPE, el modelo de estructura que están vinculados, pertenece a un archivo federado y ese archivo federado que es el final donde tienes toda la información ya ni siquiera tiene que tener links, ya es el archivo final que es el que

entregas al cliente. Y ahora si a esto, le puedes añadir, bueno, mientras tanto Internet ha evolucionado bastante. Tú ya puedes tener ambientes colaborativos y trabajar, como te he dicho anteriormente, puedes trabajar con diferentes husos horarios. Nosotros ahora mismo y también (en el hospital). Estamos trabajando en diferentes latitudes. Tenemos gente trabajando en Perú, gente trabajando en Colombia, gente trabajando en Europa, en España y, bueno, si de repente tienes a alguien en Tokio pues ya cubres las 24 horas del día. Porque realmente nosotros en ocho horas de trabajo conseguíamos tener 16 horas productivas. Porque yo ahora mismo, para mí son las 06:15, para ti son las 11:15; entonces yo dejo de trabajar, tú te quedas todavía trabajando más horas y entonces consigues aprovechar mucho más el tiempo. Y mañana yo cuando retome el trabajo, pues ya tengo la información que tú has tenido. Pero sobre todo con este ambiente.

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Entonces consigues aprovechar mucho más el tiempo y mañana yo cuando retome el trabajo pues ya tengo la información que tú has tenido y sobre todo con este ambiente y ya. Si quieres podemos hablar de BIM 3 60 que es una plataforma que yo disfruto mucho trabajando con ella, sobre todo con eso. Tú lo que consigues es el rigor de tener siempre la última información. De tener la seguridad de que lo estás viendo es lo que está viendo todo el mundo a la vez. No sé si te he contestado a la pregunta, pero interrumpas cuando quieras.

INVESTIGADORA

Y en relación, por ejemplo, ya que eran profesionales de diferentes países, los criterios que tienen para hacer el diseño son los mismos. ¿Hubo algún reto?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Sí, claro. A ver, el criterio es siempre el del cliente. Vamos a ver, yo he tenido proyectos, por ejemplo, en Argelia que hablan francés y mi equipo eran ingleses, españoles y yo que

soy portugués. Entonces al final hemos dicho, mira el idioma aquí es el francés, entonces todo lo tenemos que hacer en francés. Los criterios, los marca el cliente y también a nivel BIM el equipo de diseño. Y para eso está este documento que te he hablado anteriormente, que es el plan de ejecución BIM. El plan de ejecución BIM. Qué es una cosa, no sé si a ti te suena, en plan de ejecución BIM, normalmente es una cosa que se pasa por encima, pero es una cosa a la que hay que dedicarle tiempo, sobre todo porque el plan de ejecución BIM luego se convierte en otro documento y es una cosa que al igual que el modelo acompaña al edificio. O sea, plan de ejecución BIM, no es una cosa que lo hagas una vez y ya está. Hay que actualizarlo, hay que ir introduciendo todos los cambios al trabajo. En definitiva, es un documento contractual que tiene una serie de exigencias que se establecen, premisas que, de parte del cliente, que de parte del equipo de diseño y donde se establecen y se definen todos esos criterios que tú me hablas, desde una cosa tan tonta como el idioma, los equipos de trabajo, el ambiente colaborativo, se define absolutamente todo. Y ese documento es lo que tú vas a presentar y decir mira, mi trabajo se va a hacer de esta forma y se va a hacer con la gente y se va a hacer de esta manera. Entonces este documento obviamente es algo que es sumamente importante, es vital para trabajar en nuestro sector de la construcción. Entonces es muy importante tener en cuenta que nosotros ya no trabajamos de forma, pues cada uno en su estudio ¿no?, o sea, nosotros cada vez más trabajamos en equipos, en equipos multidisciplinares de forma transversal. Ya no existe esta jerarquía, entonces hace falta crear entornos colaborativos de forma que entre todos podamos llevar adelante el objetivo final, que es la construcción del edificio; para eso sirve ese documento.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Por supuesto. A ver, todo lo que tú produces como ingeniero o bueno, o como arquitecto. Yo te hablo como arquitecto, todo lo que yo hago, si tú me encargas una vivienda, yo te hago una vivienda y a partir de ese momento es tuya, no es mía. O sea, yo te vendo mi conocimiento y tú adquieres y eres propietaria de ese objeto. Entonces los modelos en el caso BIM son también propiedad del cliente final. ¿Qué es lo que pasa? Que los modelos son, o sea, tú tienes que mirar al modelo como dos, digamos dos troncos principales: que es el modelo federado, que es un modelo que incluye toda la información del proyecto; y el modelo de desarrollo, cada equipo tiene un modelo y va trabajando sobre su modelo, pero en federado es el que entregas al cliente y ese es suyo. O sea, tú no tienes derechos sobre esos, a no ser que estén establecidos en tu contrato. Pero es importante tener en cuenta porque claro, hay una práctica muy habitual que es que yo te contrato para trabajar en mi empresa y contrato a un compañero tuyo y viene tu compañero y va a la base de datos y me quedo con todos los modelos. O sea, esa es una práctica que, a ver yo no puedo evitarlo, pero es una práctica que no es para nada elegante. Entonces sí que es cierto, y eso también, una vez más, se deja claro en el BIM Execution Plan, que los modelos federados son propiedad del cliente y toda la información en torno al proyecto es confidencial. Eso, por supuesto.

INVESTIGADORA

Entonces, ¿En el diseño también estaban involucrados los que brindan los equipos del hospital?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

¿A qué te refieres? ¿A proyectos de equipamiento?

INVESTIGADORA

Si, al equipamiento, ¿esa información también estaba incluida en los modelos?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

No ese es un modelo a parte, el modelo del equipamiento es un modelo aparte. A ver, tú cuando organizas un proyecto tienes que mirarlo por especialidades. Entonces tú tienes un modelo de estructura de arquitectura, de fachada que es aparte de la arquitectura, de cada una de las especialidades de ingeniería y el de equipamiento. Entonces son modelos independientes que trabajan de forma transversal y que luego están todos unidos en un modelo federado. Pero es un modelo a parte que contiene toda la información con respecto al equipamiento. Pero yo también te digo una cosa que ese un modelo muy sensible, porque el equipamiento de un hospital, como tú bien sabes, va evolucionando cada año. Entonces, de repente un tomógrafo que tú proyectas en el día uno del proyecto, cuando se va a colocar, ya tiene que ser otro. Entonces sí que hay cambios en ese sentido.

INVESTIGADORA

¿Cómo definieron el responsable de la gestión de la información?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Sí, yo como BIM manager, pero ¿te refieres a que a la información modelada? Claro, entonces sí.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Nuestro equipo, era un equipo que en el pico teníamos como unas 40 personas solo en BIM, de esas 40 personas 10 eran de Perú. Y bueno, pues lo que se hizo fue fundamental, es que al inicio pues como estaba un poco que empezando digamos así que trabajásemos todos bajo el mismo techo. Eso fue sumamente importante. Luego, con los otros equipos que estaban en otros países, pues nosotros a base de llamadas de teléfono y video llamadas, coordinábamos. Pero bueno, ahí en ese caso en España, el equipo de España yo ya había trabajado con ellos anteriormente y ya sabía cómo trabajaba. Pero en el caso de equipos que estaban empezando con esta metodología, lo importante es que yo estuviera cerca y que estuviera con ellos. Por eso estaba en Perú.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Bueno, el plan BIM Perú se acaba de aprobar. Creo que la semana anterior se ha aprobado. Yo tengo ese documento ahí y los estoy mirando. Entonces nosotros nos hemos basado en normas europeas, inglesas y españolas que ya tienen también un desarrollo importante. Pero sobre todo las inglesas.

INVESTIGADORA

En todo caso, como aún no estaba el plan BIM. ¿Había algún problema con la supervisión?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Como te digo... A ver, la persona que estaba encargada de todo el tema BIM de la supervisión, era una persona con bastante conocimiento en el tema BIM. Entonces eso se agradece. O sea, lo peor que te puede pasar es que te toque una persona que no tenía conocimiento y entonces ya sí que tienes un problema. Pero siendo una persona con un conocimiento suficiente y un nivel bastante alto de todo el tema del entorno BIM, pues es mucho más fácil poder interactuar y dialogar con esa persona. Como te he dicho, esa persona tenía. Tenía esa soltura y ese conocimiento. Y fácilmente pudimos pues poner en marcha todo este proceso y fue de suma ayuda que esa persona. O sea, fue súper útil que se esa persona tuviera ese conocimiento.

INVESTIGADORA

¿Ustedes le presentaban los modelos directamente a la supervisión? ¿O eran planos?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

Nosotros hacíamos las reuniones semanales ICE, donde se entregaban los archivos de Naviswork y semanalmente se hacía la entrega de modelos que nosotros descargamos desde nuestro ambiente común. O sea, había un ambiente de trabajo que entonces se llamaba colaboración for Revit, no era BIM 360 porque no había BIM 360 es posterior, es del año 2017/2018. Entonces nosotros trabajamos en colaboración for Revit, que la supervisión no tenía acceso y nosotros cada semana entregábamos los archivos Navisworks con las interferencias clasificadas. Ese es un tema importante. La categorización de las interferencias y paralelamente entregamos los modelos, pero no había un acceso directo. Ahora se está planteando eso, pero ahí entramos en otro tema que es importante, que es... Vamos a ver, esto del BIM 360 está muy bien, pero requiere el uso de una licencia por persona. Entonces el acceso y manejo y la gestión de esa licencia; yo como BIM Manager digo siempre lo mismo, yo no voy a cerrar la puerta a

nadie. O sea, hasta tú puedes, si perteneces al equipo de supervisión, puedes acceder a nuestros modelos y visualizarlos. Vamos a crear sets para supervisión y visualización de los modelos. Ahora bien, la gestión de sus accesos tiene que depender de la persona o de la entidad que va a acceder. No puede depender de un solo, ni mucho menos del BIM Manager.

INVESTIGADORA

Sí, claro, me parece muy bueno que también la supervisión esté involucrada, porque estuve viendo otros proyectos y hay casos en los que la supervisión en realidad no implementa o no utiliza el BIM, no revisan modelos directamente.

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

En el caso del hospital 3 no fue así, o sea, la supervisión estaba muy involucrada con el tema BIM y era conjuntamente conmigo, el responsable BIM de la supervisión con el que establecíamos estas reuniones semanales para poder poner en marcha. Y te estoy hablando con supervisores viejitos de 80 años que no tenían ni idea de lo que era. Y cuando, claro, cuando de repente veían el edificio en 3D, se maravillaban, sacaban el teléfono, la gente grabando; me parecía bastante divertido. Pero me gusta, me gusta que tengan ese interés, ¿no? O sea, es despertar esa curiosidad. Y sí, o sea, aunque no obtengas el conocimiento de la herramienta, pero que te puedan presentar es sumamente importante. Claro que ya otra generación como la tuya, por ejemplo, ya son ingenieros que vienen con ese conocimiento de raíz. En vuestro ADN ya estáis metidos con todo el tema de ordenadores, de tecnología, ya no supone una barrera. Entonces yo creo que dentro de 20 años estaremos hablando de otra cosa, otra forma de supervisar los proyectos, eso lo doy por hecho.

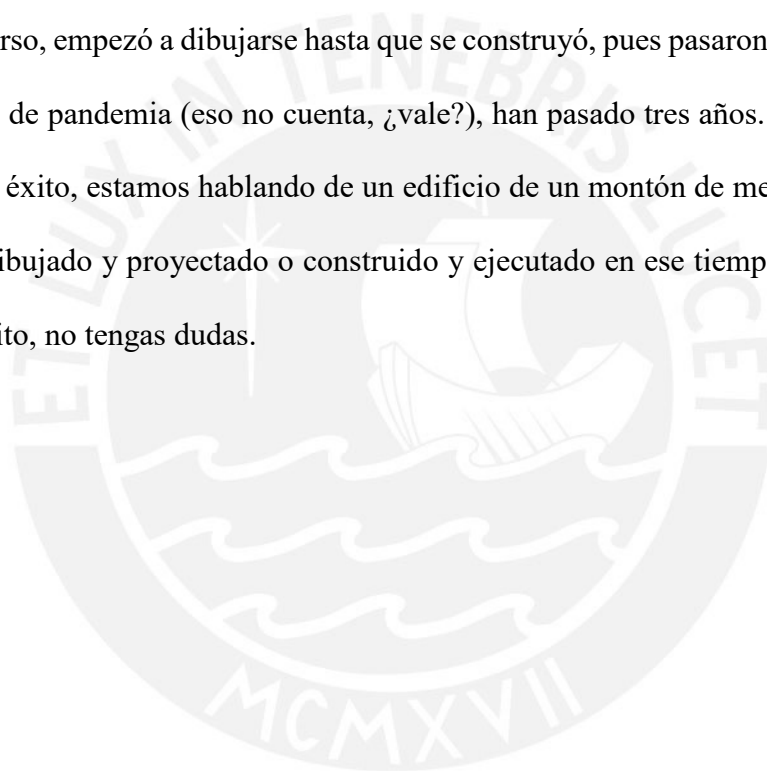
P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 2 HOSPITAL 3

No tengo dudas, cada uno de los profesionales que están ahí tienen esa aptitud. Bueno, a ver, tener en cuenta que el hospital, porque yo estaba en el equipo de diseño desde que se ganó el concurso, empezó a dibujarse hasta que se construyó, pues pasaron, bueno, hemos tenido un año de pandemia (eso no cuenta, ¿vale?), han pasado tres años. O sea, yo creo que eso es un éxito, estamos hablando de un edificio de un montón de metros cuadrados y que se ha dibujado y proyectado o construido y ejecutado en ese tiempo. Yo creo que es todo un éxito, no tengas dudas.



COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Si, definitivamente la tecnología ha sido un punto muy importante, sobre todo porque desde un comienzo la entidad reconoció la voluntad de manejar un entorno común para todos los involucrados y que puedan acceder al proyecto desde etapas tempranas y poder generar la coordinación, las consultas, etcétera. Independientemente del software de modelado, sí es importante rescatar que se necesitan equipos no tan sofisticados, por lo menos, pero sí se requiere ese recurso con una buena capacidad de memoria, un buen RAM. Entonces eso sí se reforzó, si hubo esa voluntad de reforzar el hardware de los modeladores, porque ellos eran los que manejan los modelos; en cuanto a los especialistas que no podían reforzar sus equipos el entorno ofrecía la capacidad de que puedan acceder sin necesidad de ir al modelo para poder visualizar en este caso el proyecto. Eso significa que no hay pretexto para decir no, no puedo ver el modelo, no puedo coordinar porque mi máquina no me da, porque eso anteriormente se ha comentado y me ha pasado. Ahora ya hay herramientas para todos y accesibles para todos. El reto es que, aunque los especialistas no tengan la experiencia en BIM, porque todavía aún se están formando, si tienen la voluntad de colaborar, no hay necesidad de que se les capacite en BIM. Porque ya me ha pasado con una experiencia, teníamos un proyecto donde el ingeniero no manejaba BIM, pero colaboraba bastante, ¿Qué quiere decir? Se reunía constantemente con mi equipo de modeladores y en estas reuniones el bosquejaba sus recorridos: ramales, tuberías, todo eso. Y desde ese bosquejo modelábamos, o sea, nunca hemos utilizado AutoCAD. Entonces, cuando hay esa voluntad de

colaboración, las cosas se hacen mucho más fáciles. 1) Eso ya depende de que haya esa voluntad de colaborar y 2) que la misma entidad motive a que todo el equipo involucrado, sea capacitado en el manejo del entorno. Eso sí es vital el entorno para que todos puedan entrar a intercambiar la información, a generar los RFI's, los aportes, los mismos entregables. Porque para qué vamos a entregar documentos en físico cuando podemos ir al entorno y virtualmente hacer las revisiones, que el documento físico sirva cuando ya te han aprobado la entregables, ahí ya puedes entregar impreso, pero todavía hay entidades que te piden todo documento impreso y te observan una, dos, tres, cuatro veces y sigues imprimiendo planos. Pero felizmente, en la guía técnica del BIM que salió hace un par de semanas, hay un punto donde mencionan eso, que tenemos que desprendernos de documentos en físico para poder utilizar la documentación de manera virtual y así poder reducir estos tiempos. Porque ahora, como todo, estamos todavía trabajando virtual con mayor razón. Entonces considero que esos serían los retos prácticamente.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Y a la propiedad intelectual de los datos es en este caso, saber utilizar el entorno bueno, yo manejo y administro el entorno. Yo tengo licencia de Trimble Connect de BIM 360 y de Revizto por la necesidad de que algunas entidades. Te piden cierta herramienta y como administradora asignaba los permisos para que las personas que entraban en el entorno puedan visualizar ciertas carpetas y así garantizamos la propiedad intelectual de los modelos solamente en el caso de que estén en esta etapa de proceso o en revisión aún, porque cuando está en ese proceso o en el estado en proceso

de acuerdo a la ISO 19650. Tenemos estados en proceso, compartido, publicado y archivado. Entonces ahí garantizábamos que había información que no podía ser compartida por otros y eso es lo que yo vengo capacitando a los a mis estudiantes. Tenemos que cuidar la propiedad de los archivos, pero, aunque no lo creas de manera interna, me ha pasado de que tampoco se garantiza la propiedad intelectual de los archivos. Entonces, felizmente ya existen aplicaciones para cuidar que no te editen las familias, que no te lo extraigan. Y también aseguramos el tema de la seguridad informática. Porque me ha sucedido entonces, hay que implementar ese punto, si es posible incluirlo en el plan de ejecución de la seguridad cibernética, de cómo evitar que tus archivos se extraigan, se pierdan o se editen, te lo roben. Entonces hay aplicaciones que ayudan.

INVESTIGADORA

Claro, supongo que también tenían información de los equipos que van a estar en el centro de salud ¿no?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Sí, y justo en ese proyecto me ha pasado este problema y me hicieron la queja "arquitecta, me robaron mis familias". Entonces cuando sucedió eso ya tuve que tomar precauciones, ha pasado justo en ese proyecto, me pasó y desde ahí ya en todos. Y lo incluyo en el PEB, en el plan de ejecución; el punto seguridad cibernética, o sea, no solamente es escribir que estos modelos o archivos son de propiedad intelectual de la entidad, sino cómo los cuidas, entonces ofreces esas soluciones.

INVESTIGADORA

Justo le iba a preguntar si había algún acuerdo legal o algún acuerdo contractual sobre ese tema.

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Claro, porque en el contrato te pide, hay una cláusula que te indica ese punto, o sea, ese mismo que está en las bases que hay que agregarlo en el PEB, también va en el contrato, pero no solamente como te digo colocar eso, sino además de decirlo hacerlo.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Ya, para integrar el proceso de diseño y construcción, definitivamente necesitamos trabajar con un solo un equipo integrador, en el proyecto Centro de salud 1 no me está pasando eso, pero si en un hospital de tipo IV en Áncash, con la Reconstrucción Con Cambios, bajo el sistema Fast Track, ahí se está trabajando diseño y construcción de tal manera que nos permite ahorrar tiempos porque es un solo contrato colaborativo. El contratista es quien gestiona el diseño y la obra, de tal manera entonces que se mejoran. Porque los profesionales de construcción están comprometidos desde el diseño, los subcontratistas participan en el diseño para las mejores soluciones constructivas. De tal forma que ahí sí te podría garantizar que tiene que ser un solo contrato. Estado todavía trabaja diseño y luego construcción, de tal manera que podemos hacer un buen expediente BIM, muy bien hecho. Pero cuando entra un nuevo equipo de construcción a ejecutar la obra, de repente pueda tener otras formas de darle solución constructiva hasta comprometerse con el proyecto. Entonces como que va a generar un retrabajo, es mejor que ya en el plan BIM Perú ya vienen hablando de ese punto de que se tiene que implementar este tipo de modalidad de contratos colaborativos y ya lo está haciendo la PEIP, el programa especial de Inversión Pública. Ellos ya están trabajando bajo

esta modalidad en algunos proyectos especiales, independientemente de la Reconstrucción Con Cambios.

INVESTIGADORA

Entonces en el Centro de salud, ¿si se consideró la etapa de construcción para hacer el diseño?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Se está pidiendo una simulación 4D, es lo que decía las bases. Entonces eso es lo que estamos ya preparando, como ya prácticamente tenemos el modelo completo, eso podría ayudar a mejorar los procesos en la pre construcción antes de iniciar la obra, independientemente de los costos, porque como los costos también son extraídos del modelo, también te ayuda a mejorar los procesos de construcción, a darle mayor predictibilidad, en este caso.

INVESTIGADORA

¿Se modeló directamente y a partir de eso se extrajo los planos o se hicieron planos y luego se pasaron al modelo?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

En este caso el arquitecto manejaba el BIM, entonces eso facilitó muchísimo que no existiera ningún plano en CAD, todo se hizo en el modelo directo

INVESTIGADORA

Y de las especialidades que no manejaban BIM. ¿Eso también lo modelaba ustedes?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Sí. Eso sí generó un retrabajo. Solamente sucedió en el caso de, en realidad una especialidad, nos pasó, que fue Comunicaciones la única. El resto sí manejaban BIM, entonces esa especialidad si

nos generó un retrabajo y una demora en el entregable. Pero felizmente el supervisor entendió esto y nos llegó a aceptar el entregables sin que esté completa esa especialidad para poder subsanarlo posteriormente y así evitar las multas, las penalidades. O sea, logramos solucionar, pero sí, definitivamente tenemos que cambiar esos procesos, porque del CAD al BIM sí genera retrabajos.

INVESTIGADORA

¿Y los planos sí los obtenían directamente del modelo?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Sí, de hecho, todos los planos se han obtenido del modelo. En el centro de salud 1 sí hay ese nivel de detalle en el modelo bastante alto. Por eso ha sido el tiempo mayor, pero el detalle es muy bueno. Solamente estamos resolviendo algunos temas de compatibilización, pero después muy bueno el detalle.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Bueno, una de las ventajas que ha tenido el equipo es que yo como, yo soy parte del Subcomité Técnico Normalización acá en Perú. Entonces yo tengo a la mano antes de que saliera publicada la ISO 19650 como norma técnica peruana 1 y 2. Dentro de esas normas te hablan de los procesos de colaboración, la gestión de la información, el entorno, de verdad que hubo ahí prácticamente un respaldo y naturalmente se utilizaron como base esas normas antes de que saliera, en este caso, hace 15 días, la guía técnica del BIM. Yo podría decir que sí se ha considerado como estándar en

la ISO 19650 uno y dos específicamente, pero eso es porque yo soy parte del subcomité en realidad. Entonces ahí podía gestionar mejor el entorno y porque la base es eso el entorno y eso lo he incluido ahí en el proyecto.

INVESTIGADORA

¿Se contaba con un PEB?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Sí, un plan de ejecución BIM en el cual también detallé los procesos por cada entregable, como debería ser los procesos y también las referencias de los estándares. Como no tenemos oficialmente una plantilla PEB, recién en esta guía técnica del BIM hay un modelo como ficha, pero yo tengo un plan de ejecución. Bueno, la referencia que yo utilizo aparte de la 1960 es la guía de Pensilvania, la guía azul donde es la más utilizada a nivel mundial y esa también es una referencia que yo utilicé y utilizo en todos mis proyectos.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Se requiere voluntad de colaboración de estos profesionales para que se mejoren los procesos de diseño, porque eso va a ayudar muchísimo a evitar los retrabajos en la etapa de modelamiento, compatibilización y sobre todo también en la construcción, porque así evitamos que se haga un doble trabajo de hacer un nuevo modelo, porque el modelo recibido, no te ha garantizado que sea eficiente, bien hecho. Así que tiene que haber buena voluntad de las partes y no solamente por

parte de la consultoría, sino también por parte la supervisión, ellos también tienen que manejar definitivamente, porque como van a revisar y aprobarlo. Ellos tienen que manejar de todas maneras el BIM y acelerarte que las revisiones se hagan tempranamente y evitar esos retrabajos porque he tenido experiencias negativas con la supervisión porque no entendía los procesos; y también he tenido experiencias muy positivas con la entidad en donde se impulsó el BIM. Y ahora ha sido todo un éxito que hasta lo lanzaron en las redes el proyecto terminado y están ahorita licitando BIM para otros proyectos más, entonces ha sido un éxito la implementación porque hubo la voluntad de la misma entidad en hacer ese trabajo.

INVESTIGADORA

Y en relación a lo académico, digamos la Academia, ¿Cómo considera que estamos actualmente en este tema? ¿Cómo salen los profesionales actualmente?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Se tiene que implementar mallas curriculares, no solamente las universidades, también en los institutos y a nivel de posgrado, y eso ya se viene trabajando. Ya el Ministerio de Economía y Finanzas está trabajando con la Universidad de Lima para la implementación de estas mallas curriculares, en la que también me invitaron para poder participar en la validación de estas mallas. Definitivamente sí ayudaría mucho a que los profesionales que egresen puedan participar en proyectos BIM y entender los procesos desde el inicio. Y académicamente hay universidades y están trabajando, y sé que Danny Murguía, él está motivando muchísimo en la católica en este tema del BIM es uno de los impulsores. Y también la Universidad de Lima igual con Alexandre Almeida, que es otro ingeniero al cual admiro, los dos prácticamente los admiro mucho porque están haciendo cambios muy sustanciales y se nota. Los alumnos están saliendo con muchísimas capacidades, no sólo informáticas, sino también en la mejora de procesos constructivos. Y sí,

ayuda bastante a mejorar la industria de la construcción. Que se cambie, o sea que simplemente estas mallas curriculares el BIM en estas carreras ingeniería y arquitectura si ayuda.



COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 1 CENTRO DE SALUD 1

Ha tenido una curva de aprendizaje interesante al inicio, donde podría entenderse que tal vez el proceso de diseño e incluso de intercambio de información se podría haber ralentizado. Pero una vez superada esta etapa de aprendizaje, definitivamente hemos visto los beneficios de las tecnologías empleadas tanto en el uso del CDE como vendría a ser ACONEX, como en el uso de modelos BIM para el intercambio del diseño y coordinación. Uno de los puntos más importantes, aunque esto abarca todo, es la madurez BIM de los diseñadores, ya que a nivel de gerencia teníamos un conocimiento amplio de lo que se quería implementar, pero a pesar de poder transmitir esta visión hacia el resto de involucrados, igual había una dependencia fuerte en el dominio justamente de estas tecnologías. El problema es que al no tener un conocimiento suficiente del alcance de lo que implicaba esta implementación, eso generó que los involucrados, en este caso los diseñadores, se comprometían con ciertos alcances del modelo, como la generación de documentación, planos e intercambios que no eran tan sencillos en la práctica, lo cual generó estas dificultades, las cuales estoy describiendo.

INVESTIGADORA

¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Realmente no muchos, porque la ventaja en este punto es que el proyecto cuenta con un presupuesto importante, así que este cualquier requerimiento que había se podía contemplar. Pero ya que lo mencionas, sí hubo esa necesidad de actualización que se presentó al menos en la Gerencia de Diseño, ya que algunos de los profesionales que trabajaban dentro de nuestro equipo no contaban con los equipos adecuados para manejar plataformas como Revit o Revizto, ya que demandaba una capacidad gráfica mayor a la que tenían las computadoras. Entonces fue necesaria esa actualización de algunos de los equipos.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

La gestión de la información va por cuenta del diseñador y también por cuenta de la gerencia, ya que el diseñador es quien crea la información como tal y nosotros como gestores somos responsables de compartirla y difundir los datos. Con respecto a la propiedad intelectual para el final del diseño, me parece, no lo tengo completamente claro, pero me parece que por un tema de contratos debería quedar para el cliente, quién puede disponer después para una etapa de construcción sobre el uso o no de los modelos BIM en este caso.

INVESTIGADORA

¿Y en este caso se va a incluir equipamiento médico en el modelo de AsBuilt? ¿Cómo se maneja el tema de la propiedad intelectual o la información confidencial brindada por los proveedores?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Lo que pasa es que la figura con los equipamientos, sobre todo el equipamiento médico en general, es provista por un consultor, no por un diseñador. Este consultor presenta una lista que tiene que ser homologada de acuerdo al Ministerio de Salud, sobre el equipamiento normativo que tiene que tener todo centro de salud, sea privado o estatal. Esta lista se alimenta, muchas veces, de ciertas referencias en lo que vendría a ser proveedores, pero como tales no, no se propone. Y eso también es un problema para la etapa de diseño, porque hay equipos y equipos, hay resonadores que dependiendo del proveedor tienen diferentes características, dimensiones. A veces nosotros para definir alguna dimensión en los ambientes utilizamos ciertas referencias de proveedores, pero al menos en la etapa donde nos encontramos, esto todavía no termina de cerrar. Entonces, dicho esto, lo comento porque todavía no me encuentro con una figura donde la propiedad o, mejor dicho, las referencias con los proveedores, pueda generar ahí cierto conflicto. Pero me imagino que en etapas ya de cierre, donde de repente se van a afinar un poco más estas listas y de repente queremos ser un poco más detallados en lo que viene a ser el alcance del costo podríamos optar por ellos. Y de repente ahí sí podríamos, no sé, me imagino que podría haber cierto diálogo con estas personas para poder llegar a un acuerdo y de repente ya plantear el uso de sus equipos y demás a futuro.

INVESTIGADORA

¿Existen acuerdos de no divulgar la información y para el tema de la confidencialidad?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Sí, no entre las partes del proyecto, pero definitivamente fuera del proyecto. No se nos está permitido compartir la información, sobre todo porque es de origen privado. Entiendo que por la normativa anticorrupción y de libre compartición de la información es que, en un proyecto estatal, si puedes tú solicitar el expediente, incluso si es que está en

desarrollo, entiendo porque por política es abierto para todos. Sin embargo, en un sector privado la cosa cambia. El sector privado responde a una demanda y a un nivel de calidad muchas veces superior, ya que la inversión que tiene es mayor. Entonces hay un ambiente no solamente de prestación de servicios, sino también hay un ambiente de competitividad donde el cliente puede ser mucho más celoso con el compartimiento de datos.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Bueno, el diseño y construcción todavía no lo hemos implementado, ya que estamos todavía en esta primera etapa. Lo que sí hemos hecho es trabajar conceptos de constructabilidad, que es la experiencia que tiene el profesional con respecto a los procesos de construcción para llevarlos a la etapa de diseño y poderlos optimizar. O sea, esto como concepto se está realizando, pero sinceramente no es algo que requiera de todas maneras el uso de tecnologías, es una práctica que se puede desarrollar independientemente y es algo que estamos haciendo. También lo combinamos con otros conceptos como Ingeniería de valor, que es básicamente optimizar los recursos para poder entregar un producto con un mínimo costo y una máxima eficiencia.

INVESTIGADORA

¿Qué procesos facilitaron la colaboración para implementar BIM?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Definitivamente la implementación de un entorno común de datos es un punto bastante fuerte. También fue necesario exponer un poco cuáles eran los procesos que requerían

este cambio en las tecnologías y también en el modelo colaborativo de trabajo. Y las implicancias que esto tenía, porque no solamente era indicar que ya íbamos a utilizar BIM y que ya todos entregamos unos modelos con un cierto ritmo, había que mapear cómo era el flujo de diseño de cada diseñador y poder adecuarlo a un ambiente no tan independiente, sino por lo menos en un modelo acordeón que permita el trabajo individual y luego el ejercicio de coordinación con un enfoque colaborativo.

INVESTIGADORA

¿Cómo se designaron los roles y las responsabilidades de los involucrados?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Con la designación de responsabilidades sí hemos tenido muchos problemas porque tenemos, digamos, especialistas que cuidan mucho su alcance. Entonces, en esta medida, digamos que a veces se disuade un poco la línea entre quién es quién, quién tiene el trabajo como el de una supervisión, por ejemplo, ya que nosotros muchas veces ejercemos ese tipo de tareas y también los roles por parte del diseñador y el alcance. Porque muchas veces no se llegan a comprometer en algunas soluciones que se pueden plantear, sobre todo cuando son colaborativas. También lo mismo con quien, por ejemplo, modela, yéndonos más por el lado estricto de la implementación BIM, donde hay mucho alcance en relación a los componentes y a la matriz BIM. Es decir, es LOIN lo dejaban en un terreno muy especulativo y básicamente no querían entregar un modelo de información con un nivel de detalle adecuado. Entonces, aquí hubo bastante discusión ida y vuelta para poder alinearnos. La matriz BIM de objetos fue un concepto que ya lo venía conversando hace algún tiempo y en la clínica se pudo de una u otra forma implementar este primer esquema para eliminar la interpretación del LOD, del LOIN y evitar este tiempo especulando acerca de qué cosa es qué y filosofando y tener que depender de modelos de información como el NATSPEC u otros planteamientos que vienen de afuera.

INVESTIGADORA

¿Se está modelando directamente y a partir de eso se extraen los planos o se está haciendo planos y luego se pasan al modelo?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Un híbrido, aunque diría que la mayoría de diseñadores, por no decirte todos, prácticamente, realmente diseñan en planos, sacan modelos y luego te dicen que van a sacar planos del modelo BIM. Pero en la realidad esto no es así, hay especialidades puntuales que aparentemente si se está haciendo esto como es en las especialidades de agua contra incendio, extinción, detección, señalización y evacuación, en el caso de instalaciones mecánicas me parece que también hay un trabajo donde se ha visto mejoras en este procedimiento de modelar y luego sacar planos. Pero, por ejemplo, arquitectura, al ser básicamente la base de todo proyecto y tener un nivel de complejidad muy alto, realmente acá es mucho más difícil, la valla está muy elevada para hacer esto y tenemos conocimiento de que el diseñador saca planos directamente, no genera modelos de los cuales se va a generar documentación.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Tenemos de referencia la ISO 19650. Pero honestamente muy a so-so modo. Hemos también empleado ciertas referencias que hemos venido trabajando con los años en nuestra empresa, porque tenemos también ciertos estándares BIM y también hemos tomado referencias de afuera, sobre todo para la matriz de objetos, como ha sido el NBSPEC, que plantea justamente un modelo de componentes en proyectos tomando la

referencia Uniclass, Unifomat para la gestión de la información. Cada uno de estos elementos digamos que han sido la piedra base para plantear el modelo de gestión que hoy en día tenemos en la clínica.

INVESTIGADORA

Se hicieron arreglos contractuales sobre, por ejemplo, los estándares que se van a utilizar o incluso si el proyecto se solicitó como BIM desde un inicio.

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Ok, muy muy soso, la verdad es que ahí yo creo que muchas empresas patinan. El problema en general es que incluso nosotros no tenemos claro el alcance a un nivel contractual muchas veces. Esto genera que haya ciertas lagunas como había comentado antes, donde tanto el cliente como los diseñadores y las diferentes partes pueden especular acerca del alcance. Y esto se ha visto reflejado de cerca con el diseñador de instalaciones, por ejemplo, con quien si revisabas las bases o los términos del contrato de servicios que ellos enviaban podías ver que el documento era genérico, hablaban dentro de su plan de ejecución acerca de estructuras, por ejemplo, y arquitectura cuando ellos no tenían en el alcance esto, lo cual te permite ver que realmente se trabaja con un modelo de servicios estándar no pensado o no orientado específicamente en el proyecto.

INVESTIGADORA

Pero el cliente sí solicitó que se implemente BIM. ¿Cierto?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Claro. O sea, a nivel de contratos colocas se solicita el uso de modelos BIM

INVESTIGADORA

¿Les dieron algunos lineamientos?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Correcto, sí, si es que hay lineamientos, son muy generales. Básicamente no han tenido una asesoría adecuada para poder plantear algo más aterrizado.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

A nivel de conocimientos técnicos y de asistencia técnica del diseño. Diría yo que cada una de las partes tienen un nivel bastante competitivo. Sin embargo, a nivel de herramientas, como dije al inicio, también tienen una brecha que todavía hay que cubrir. Es un proceso de aprendizaje que me atrevería a decir que es en donde se encuentran casi todos los diseñadores hoy en día en el contexto nacional, ya que hay un nivel de madurez bajo. Sin embargo, también veo ciertos cambios que antes, en proyectos anteriores o años atrás no veía. Por ejemplo, veo a los coordinadores de proyecto, ojo, no coordinadores BIM, sino quienes lideran cada una de las especialidades emplear el uso de estos modelos, manejarse con los modelos e incluso ya hablar con ciertos términos y referencias un poco más técnicos en relación con los modelos, lo cual es bueno.

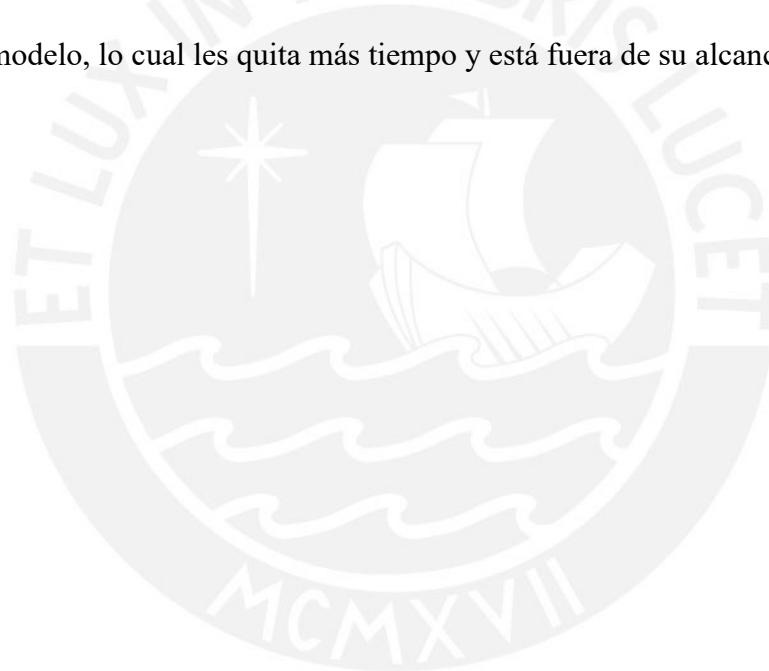
INVESTIGADORA

Y en este caso, ¿la supervisión tenía conocimientos de BIM?

COLABORADOR 1 CLÍNICA 1

Tanto la consultora como la supervisión, bueno, en el caso de la consultoría se trata de un consultor chileno. Chile a nivel de BIM tiene cierta ventaja, sobre todo en diseño en Perú. No hemos podido realmente intercambiar tanta información con ellos, ya que su

consultoría es muy puntual sin embargo ellos si manejan claramente los términos, entienden la información y la solicitan en esta forma. En el caso de la otra supervisión es un tanto curioso porque es una consultora o una supervisión internacional, funciona en varios países, esta es la sede de Perú, técnicamente si manejan modelos BIM solo que la supervisión es un poco más celosa con el alcance que ellos tienen sobre su revisión y aquí sí hemos encontrado ciertas trabas a cerca de cómo se iba, justamente, supervisar la documentación; donde ellos han solicitado principalmente documentos 2D como PDFs o planos por encima de los modelos BIM, pero me parece que esta solicitud ha sido más que nada para controlar un tema de revisiones puntuales y no estar revisando de forma constante el modelo, lo cual les quita más tiempo y está fuera de su alcance.



COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

En el proyecto de la clínica, sí, es una herramienta que nos permite visualizar rápidamente, digamos, interferencias, incompatibilidades. Al ser un establecimiento de salud se rige por varias normas, más que todo considerando la asepsia de tales ambientes. El problema que hemos tenido mayormente son todas estas tuberías colgadas de redes de drenaje que caen encima de ambientes y por normativas no se permiten, por temas de asepsia y también ambientes con equipos técnicos, que puede malograr, digamos, el funcionamiento de esos equipos. Entonces el programa nos ha servido no solamente para identificar, sino para que el cliente y los proyectistas puedan entender fácilmente los problemas que a veces en plano en 2D no permite visualizar más allá que lo que se ven en planta.

INVESTIGADORA

¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Bueno, el problema son los usuarios que a veces unos dominan más que otros y también es un reto porque al ser un proyecto de diseño, de consultoría y para hospitales, mayormente los que tienen experiencia son ya personas adultas. Por ejemplo, nosotros tenemos un consultor que ve el equipamiento médico que tiene años de experiencia y es

una persona mayor. Sin embargo, el tema del Revit (del modelo) no lo maneja. Esto ha sido reciente también, él toda la vida ha trabajado con dibujantes de AutoCAD, entonces la problemática ha sido eso, empujar y demostrar a los consultores que sí se puede trabajar. Capaz si se sabe que es una herramienta muy útil, por ejemplo, el que te menciono, el equipador médico con el cual yo estoy con él coordinando se da cuenta. Además, hemos hecho reuniones de trabajo y se da cuenta de que este software rápidamente te identifica dónde está el cambio y dónde puedes mover tus equipos. Entonces sabe el ahorro de tiempo y la rapidez con la que te permite visualizar que a veces en el AutoCAD pues tienes cuantas horas perdidas buscando dónde está el camino. Sin embargo, hasta que tome la iniciativa de querer saber un poco más, la experiencia es todo un proceso que no es rápido.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

El coordinador BIM de nosotros es el que manejaba la información. Nosotros claro, entramos al modelo, pero todo el estatus de qué modelos se ha subido, cuánto porcentaje de avance, él es el que revisa eso y además para revisar se implementó, digamos, todos los viernes hasta cierta hora los consultores debían o colgaban (Nosotros estamos manejando también con el ACONEX, es una plataforma que uno envía información y la persona que entra puede visualizar la información que está enviando de arquitectura y de equipamiento), entonces, todos los viernes cada proyectista tenía la responsabilidad de subir su modelo hasta cierta hora. Entonces este todo esto lo recibía el coordinador BIM

y ya pasábamos a revisión: si hay alguna incompatibilidad o información pendiente de recibir.

INVESTIGADORA

¿Existen acuerdos de no divulgar para proteger la información?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

En el contrato que tiene el cliente hay una cláusula que uno debe firmar que todo es confidencial.

INVESTIGADORA

¿Cómo se maneja el tema de la propiedad intelectual o la información confidencial brindada por los proveedores?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Esta información todo es propiedad de la clínica.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Digamos que de parte de los consultores iba difícil que puedan contratar a alguien que modele o que puedan manejar esta herramienta. Hemos tenido que desarrollar nosotros el modelo, nosotros levantarlo. Pero en conjunto con el proyectista porque el proyectista es el que tiene la experiencia y bueno, el consenso era que, desde un inicio se comentó, se implementó, digamos, las reglas del juego. O sea, todo iba a ser en el modelo, todo se iba a trabajar en el modelo y se tenían que adecuar a eso. Han tenido que contratar a moderadores BIM, sólo a unos dos o tres que no tiene mucha incidencia, que son diseños

puntuales ya bueno se le ha aceptado en CAD y luego hemos tenido que apoyar en el modelo.

INVESTIGADOR

¿Cómo se designaron los roles y las responsabilidades de los involucrados?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Cuando ya se terminó la fase del diseño esquemático se hizo un plan BIM, cómo se iba a trabajar con cada especialista y quienes iban a ser los responsables para que tanto el equipo BIM de parte de nosotros con los demás consultores, pudieran ir revisando semanalmente, o tener una comunicación fluida. Se implementó una metodología BIM, bajo eso todos regían el proceso.

INVESTIGADORA

¿Se está modelando directamente y a partir de eso se extraen los planos o se está haciendo planos y luego se pasan al modelo?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Por lo que te menciono, sí se ha desarrollado primero en 2D, algunos consultores, porque partiendo de arquitectura el diseño pues lo ven en 2D todavía. Entonces dibujan en 2D y lo pasa, si tienen su equipo de modelo BIM y lo pasa el dibujante. Como lo que dijimos anteriormente en AutoCAD, uno dibujaba en papel y lo pasaba luego el dibujante cadista, pero ahí es volver a repetir el proceso, y es el tiempo el que se pierde. Si tenemos como dos, tres, cuatro proyectistas que, si ellos han desarrollado en CAD y bueno, después han tenido el tiempo para que un modelador BIM lo pueda desarrollar.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Antes de empezar el proyecto hemos indicado cómo se iba a manejar la información, con revisiones, la manera de cómo iba a ser la comunicación por medio de ACONEX, quién era el que responsable de repartir la información, de transmitir la información, en este caso los coordinadores de proyecto de cada especialidad o los jefes de proyecto. En este caso tenemos a una jefa de proyecto y ella manejaba toda la información, nosotros la recibíamos, observábamos y la comunicamos a ella y ella transmitía la información, bien sea al cliente o bien a un consultor. Entonces sobre todo ese manejo de comunicación también se hizo un documento de cómo se iba trabajar en este proyecto, cómo se iba a codificar la información, los planos y documentos.

INVESTIGADORA

¿Y además se utilizó algún estándar internacional como la ISO o incluso el plan BIM Perú?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

La verdad no he leído bien a detalle, sé que hay un Plan BIM que ahora también el Estado trabaja con ello. Pero no te podría decir si hemos tomado a pie de la letra ese plan BIM.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Como te digo, todavía falta que los proyectistas puedan saber todos los beneficios de este programa y el uso. Estamos ahí gateando todavía, pero al menos la idea de que nosotros le demos el soporte es también enseñar que existe otra metodología de trabajo más eficaz y con menos porcentaje de error.

INVESTIGADORA

¿y sobre los profesionales que están saliendo actualmente. ¿Considera que sí hay un cambio notorio?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

¿te refieres a los jóvenes que están saliendo de la universidad?

INVESTIGADORA

Sí, claro. En temas relacionados a BIM ¿hay un mayor conocimiento?

COLABORADOR 2 CLÍNICA 1

Sí, bueno, yo creo que el AutoCAD va a pasar a la historia. Entonces es una herramienta de trabajo que pues es la moda de ahora y ya lo manejan muy bien las personas últimas que están saliendo de todo lo que es el tema del diseño, la construcción. Pero, aun así, falta todavía, nos falta porque, ¿por qué estoy diciendo eso? Mira, yo ahorita estoy fuera del país, yo estoy en Canadá y bueno me comentaron que en BIM, ellos trabajan con otro programa, vector Works, que es entre el BIM y el diseño en 3D. Allá no solamente lo utilizan para ver incompatibilidades, sino lo adicionan también para sus presentaciones en 3D. Igual la construcción, yo también he estado en construcción, el tema de los tareas que nosotros hacemos en plantilla a mano, ellos todo es digital, uno ingresa a un aplicativo y pone su hora de ingreso y salida, y me imagino que hay un control, un centro de control que valida todo eso. Nosotros seguimos con imprimir hojas, con escribir, cuando puedes

hacerlo todo mediante plataformas. Nos falta todavía. La idea es siempre investigar, creo que todo va cambiando, el mundo va cambiando, la tecnología va más rápido, estamos ya en una era digital prácticamente pero aún nos falta por descubrir más cosas y la única manera de saberlo es investigar, salir a investigar, que se está haciendo en otros países, que hacen otros profesionales, es creo, la única manera de estar un paso adelante.



COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Sí, hemos implementado, hemos tenido que implementar. Al principio comenzamos, por ejemplo, en la plataforma, implementamos ACONEX y ha sido de mucha ayuda, porque eso ha sido hasta ahorita la plataforma con la que no solamente transmitimos documentos sino también las especialidades suben todos los viernes el modelo entonces ya hay una sinergia ahí de trabajo. Quisimos también implementar el BIM 360, pero ya por temas también de presupuestos y también por la experiencia que tienen los consultores hubiese sido como tener un iPhone de alta gama y de repente no todos lo saben usar. Entonces buscamos un término intermedio que fue en ACONEX. Entonces funcionó bien. Pero bueno, esperemos que en el próximo proyecto podamos tener el BIM360 también y este pueda ser realmente aprovechado.

INVESTIGADORA

¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

En tecnologías también, obviamente hubo que implementar y repotenciar computadoras, no solamente a nivel de consultores, sino también nosotros mismos, porque sumado a que la computadora tiene que ser una computadora potente, el Revit lo demanda, el Revizto también. La interacción tiene que ser en línea porque los softwares están abiertos.

Sumémosle a eso las reuniones virtuales, ya sea Teams, Zoom o Discord, la computadora colapsa. Se vuelve lenta, responde, se cuelga la red. Esos problemas también es algo bastante recurrente que hemos tenido y hasta ahorita continúan, hay veces en las que cuando se tiene abierto el PowerPoint, estoy presentando algo, y el Revit y encima la reunión virtual a veces se queda. Pasa, creo que a todo el mundo le ha pasado, pero sí es importante el implementar este tipo de herramientas es clave, pero el nivel de la herramienta, la complejidad, obviamente está asociada a lo que se necesita y lo que se quiere lograr con ella. Que se asocia al objetivo que se tiene el proyecto. De nada nos sirve tener una mega herramienta, la herramienta cuando de repente va a ser utilizada al 30% porque el objetivo, el proyecto lo demanda. Entonces, como decía, tecnología sí es algo fundamental para cualquier tipo proyecto en el nivel que este lo requiera.

INVESTIGADORA

¿Se presentó algún problema relacionado a la compatibilidad del software con la transferencia de datos o con la compatibilidad entre los softwares?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

No, lo bueno es que son compatibles. O sea, lo que buscamos es software compatible, que la información de uno pudiera verse en el otro y no se tuviera interferencia. Por eso usamos más el Revit de repente que otro visualizador, ¿no? Porque ya es súper compatible con el Revit. Entonces este por ese lado no hemos tenido problemas de compatibilidad.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Bueno, tenemos un contrato. Nuestro contrato y los contratos de todas las consultorías tienen una cláusula de confidencialidad bastante exigentes, fuertes y rigurosos. Entonces todos tenemos que alinearnos a eso, la confidencialidad de la información está definida desde la contratación, desde ahí está regulada. Y, por otro lado, la propiedad intelectual de toda la información que se genera en el proyecto es del cliente, y eso también está regulado desde el contrato, desde la firma del contrato. Toda la información relacionada, no solamente la información de diseño, sino toda la información que se genere durante el desarrollo del proyecto por cualquiera de los involucrados. Seamos nosotros, los consultores, la información que envía un proveedor, todo, todo, todo entra dentro de esta bolsa de confidencialidad y es propiedad intelectual del cliente.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Ha costado, ha sido bien complicado, nos ha costado algunas discusiones, incluso con los terceros, porque no todos están dispuestos a involucrarse en este esfuerzo. Pero bueno, finalmente lo bueno es que se ha tenido el apoyo del cliente y ha servido para que se alinee, en algunos casos les ha costado. Algunos consultores han presentado adicionales para su implementación y este cliente ha invertido en eso. Pero fácil no ha sido, y aún creo yo que falta todavía bastante para poder decir sí logramos que la implementación o el diseño sea 100% BIM/VDC. Creo que estamos en una etapa de transición y va a ser todavía así cierto tiempo más.

INVESTIGADORA

Entonces, ¿El cliente fue el que solicitó que se implemente BIM?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Sí. Y la propuesta nuestra y la de cliente y los consultores nace ya con parámetros como un plan BIM. No todo se ha podido implementar, porque lo que pasa es que todos los consultores cuando están en etapa de licitación y también entiendo, es un poco de desconocimiento también, dicen "Sí lo voy a hacer". Tu propuesta incluye esto vas a hacer entonces, "Sí lo voy a hacer". Mira que quiero esto, "Sí lo logro". Pero en el camino se van dando cuenta que es más difícil de lo que pensaron y van saliendo los problemas. No, esto no lo tengo presupuestado, no, yo solamente pensé dibujar las bandejas, yo no voy a dibujar nada más y hasta aquí voy a llegar. Entonces ya empiezan ahí siempre las barreras. Y está también mucho el tema subjetivo, ¿no? Porque de repente lo vimos con el mismo Coordinador BIM, lo analizamos, la matriz BIM de objetos que está muy bien hecha, digo, ya a ver qué significa este concepto. Y él me decía no está bien, porque para que el consultor haga eso, estamos seguros de que el consultor está interpretando lo mismo que tú estás interpretando con esa línea y ahí comenzamos a reunirnos con cada uno de ellos. A ver, defíneme por ejemplo el modelado de cenefas por decir o falso cielorraso y para nosotros era una cosa y para ellos era otra. Y eso que decía lo mismo. Entonces conversando buscamos alinear esas cosas cuando nosotros decíamos es esto y él decía no, yo voy a hacer esto, entonces hagamos esto. Ahí también ha sido una casi negociación con cada uno de ellos.

INVESTIGADORA

¿Se está modelando directamente y a partir de eso se extraen los planos o se está haciendo planos y luego se pasan al modelo?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Se ha logrado que los planos salgan, sí, pero no en todas las especialidades, pero algunas con mayor nivel de detalle que otras, o sea, es decir por ejemplo la especialidad de arquitectura sí está todo modelado, se hacen los *Sheets* en cada hoja, cada piso, piso 1, piso 2, piso 3, todo, pero hay algunas cosas o detalles que el arquitecto no va a modelar, no lo va a incluir en el modelo. Estos están ya colocando el 2D en el chip. Entonces se está haciendo esa lectura y eso mismo en realidad está pasando en mayor o menor grado en las diferentes especialidades, por ejemplo, equipamiento médico, el equipamiento médico, si bien el equipo está modelado, por ejemplo, el resonador, el tomógrafo y así, etcétera hasta los equipos más chiquitos, y estos están en el modelo 3D. En el 2D se incluyen ya como una imagen los tomacorrientes, porque eso no tiene ahorita utilidad incluirlos en modelo, se está haciendo una mixtura, pero sí, todos están saliendo del modelo, si lo queremos ver así con estos complementos están saliendo del modelo.

INVESTIGADORA

¿De todas formas el diseño comienza en AutoCAD o también depende de la especialidad?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

El detalle de las especialidades sí y no al 100%, por ejemplo, estructuras, el casco en si propiamente dicho, si lo ha hecho directamente en el modelo, pero el detallado de la serie, etcétera ya algunas cosas las está haciendo en 2D y las está levantando, digamos, está haciendo una mixtura, pero digamos que ellos son los que más implementación en 3D han tenido, el detallado del acero de refuerzo si lo van a hacer en 2D, pero ya en los *Sheets* que tienen del modelo. Arquitectura también tiene bastante información que sale directamente del modelo a los *Sheets*, pero también los detalles los está complementando con vistas en 2D, pero finalmente su impresión sale del modelo con los complementos. Equipamiento médico es quien más tiene el laminado, por decirlo, el laminado lo está

haciendo con esta interacción. En sistemas de agua contra incendio, etc., ellos son los que más información tienen el modelo. Entonces algunos detalles de arquitectura están incluyendo los *Sheets* pero también están saliendo como laminado del modelo 3D. Y así las especialidades también, en general las especialidades como instalaciones tienen un mayor nivel de modelado, densidad de elementos en el modelo, las notas, por ejemplo, pase, ducto, etc., eso no se está poniendo en el modelo, lo están poniendo directamente en el 2D.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Bueno, la ISO creo que no ha ayudado mucho en este caso. Su aplicación obviamente es en procesos convencionales, digamos, no. Sí, obviamente algunas buenas prácticas seguramente lo hemos llevado de forma natural implementado, pero que hayamos buscado aplicar ISO en la metodología no ha sido lo que se ha buscado.

INVESTIGADORA

¿Se tuvo en cuenta el plan BIM Perú que salió recientemente?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Ehm, no, la verdad que no, o sea, sí lo vimos en algún momento, pero realmente creo que el requerimiento que teníamos para el proyecto era un poco mayor a los estándares que están definidos en el plan BIM, que aún están muy bajos, porque el plan BIM te define el nivel de LOD, así como que puede ser una tablita, un menú, pero realmente no es así. Nosotros hemos tenido que crear con el Coordinador BIM y su equipo un estándar

adaptado específicamente a los requerimientos no solamente del proyecto, sino de cada especialidad y cada consultor. Hay especialidades que tienen más de un nivel LOD en una misma especialidad porque no todo necesita modelarse a un diferente nivel. Eso ha sido definido por especialidad en coordinación con cada consultor, o sea, incluso por elemento.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

Bueno, eso está asociado obviamente a la experiencia que tienen, porque las competencias naturales que tiene la persona finalmente se complementa con la experiencia. Entonces definitivamente para poder hacer un proyecto hospitalario tienes que haber tenido el manejo, la experiencia en ver otro proyecto de esta o de similar complejidad. Y esto aplica no solamente en el tema de diseño, sino también en el tema de gestión del diseño, finalmente, sino también en la gestión BIM. Entonces yo creo que eso, porque al hablar de experiencia a veces uno piensa en personas mayores, pero no necesariamente, porque podría por ejemplo ser como nuestro coordinador BIM que es joven, pero tiene su experiencia en el tema que él está manejando. Entonces sí necesita que se tenga experiencia para proyectos complejos. Y se van a poder trabajar bastante en equipo de interacción.

INVESTIGADORA

También a nivel académico, como los profesionales están siendo formados actualmente.

¿Cree que es una ayuda?

COLABORADOR 3 CLÍNICA 1

No estoy muy al tanto de cuál sea la currícula en las universidades, pero al menos desde lo que estoy viendo y he visto, actualmente he tomado el curso de la Universidad de Lima VDC y ahí hemos interactuado con varios chicos, no solamente de esa universidad, sino también de otras universidades que están tomando la certificación y la verdad yo veo ahí sí una, una muy buena preparación, o sea, en la nueva que están formando pensando en esto, entonces ahí es donde viene este cambio. Nosotros estamos ahorita viviendo la etapa de cambios, las nuevas generaciones de profesionales están saliendo pensando en eso, para ellos ya parece que ya no existe, por ejemplo, algunos no conocen el AutoCAD, o bueno sí lo conocen, pero no han dibujado de CAD. Entonces ya las nuevas generaciones ya para ellos ni siquiera va a ser una opción, va a ser de frente bajo la metodología y eso es bueno, yo creo que están saliendo mucho más preparados este tecnológicamente hablando y en cuanto a herramientas, y no solo eso, en cuanto a conocimiento, pues porque toda la información está disponible a un solo clic, entonces puedes tener información o adquirir experiencia indirecta de proyectos, pues en Dubái o como lo están haciendo en otros países del mundo, a solamente internet de distancia, entonces es muy potente, pero las competencias a diferencia de antes que había que de repente retener el conocimiento porque no lo tenías a la mano tan accesible. El tema ahora es que hay tanta información que la competencia del profesional es más bien el saber qué información utilizar. El poder manejar tanta información y ser selectivo con la información que tú vas a aplicar, que te sirve y que sea válida. Entonces es distinto, ahí es diferente, distinto lo que se viene, súper preparados, yo la verdad estoy sorprendida, se viene una generación muy preparada para esto.

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Mira, en el proyecto nivel de tecnología, nosotros hemos tenido toda la tecnología que consideramos necesaria, incluso hemos indagado un poco más allá de lo que inicialmente nos planteamos. Para tratar de innovar. Y tanto es así que no sólo, nosotros comenzamos evidentemente por el objetivo de diseñar en BIM, por el proceso adoptamos el reto de automatizar algún presupuesto en base a los metrados que pueda arrojar el BIM y tratar de enlazar el presupuesto con el metrado para evitarnos el metrado manual con Excel que normalmente se hace. Pues ahí todavía incorporamos nueva tecnología a lo que ya conocíamos, tratando de justamente buscar esa innovación. Entonces a nivel de tecnología, el proyecto. si ha estado, yo creo, a la altura, y lo hemos irradiado también hacia los subcontratistas y hacia el cliente, hemos ofrecido las plataformas tanto para el BIM como para el control documentario para que integre de la mejor forma todas las especialidades.

INVESTIGADORA

Entonces, en este caso, ¿Sí hubo apoyo del cliente directamente?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Es que en realidad eso ha partido de la empresa, no del cliente. O sea, como empresa nosotros hemos puesto al servicio del proyecto toda la tecnología disponible. ¿No? Y que no le ha costado al cliente, lo ha asumido la empresa por eso que digamos, si tú dices

vamos a ver a nivel de tecnología, de ahí entraríamos a procesos, a personas, de ahí que lo hayan aprovechado es otra historia. Pero la herramienta se expuso sin costo para ellos, porque nuestra empresa cree en eso. Y el proyecto en particular creía muchísimo en eso. Entonces las herramientas han estado, las herramientas tecnológicas han existido incluso más allá, como te digo, porque adquirimos más tecnología. Después de investigar un poco sobre el BIM y los presupuestos que nos ayudan en el proceso innovación de automatizar los metrados para las propuestas.

INVESTIGADORA

Claro estaríamos hablando del software en específico, ¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

En el tema de Hardware, sí, hubo algunas dificultades porque la empresa te da un equipo estándar a veces para determinados puestos y otros, el coordinador BIM y todo el equipo BIM, por ejemplo, tienen un hardware superior. Como máquina, me refiero a la estándar del equipo. Sin embargo, como usamos todo determinado software, se solicitó el cambio de computadoras y se accedió y teníamos todas las máquinas muy potentes, con niveles de memoria y capacidad muy alta.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

A nivel de política, como empresa la política de la empresa es estar a la vanguardia y trabajar los modelos en BIM como política de empresa. Como política de protección de

datos, no sé si te refieres al hecho que, en otras palabras, el cliente está pagando por este servicio, por lo tanto, tiene derecho intelectual sobre el modelo, el modelo es del cliente. Hay acuerdos de confidencialidad en los contratos y con los subcontratistas hay acuerdo de confidencialidad de no divulgar información sin autorización del cliente, información de cualquier índole del modelo, de una hoja técnica, de un plano, etcétera. O sea, toda información técnica está dentro del marco de confidencialidad que tienen los contratos que hemos firmado con el cliente. Entonces todos los contratos hablan de propiedad intelectual y confidencialidad y hay cláusulas que nos obligan a mantener la reserva y no poder divulgar. Salvo autorización expresa del cliente con información y eso es general para todos. Sea equipamiento médico, sea estructura, sea arquitectura, quien sea. Toda la información del proyecto está protegida en un marco de confidencialidad y propiedad intelectual que hemos firmado todos.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Bueno, sí, no sé si lo hemos logrado. Esa es mi primera reflexión. Entonces un poco para que siga la idea. Nosotros licitamos con este concepto de VDC/BIM, etcétera. Y todo el mundo dijo sí trabajo en BIM. Y ahí nos dimos con la ingrata sorpresa que lo que te mencionaban, para ellos el BIM es un entregable. Un modelo, es más, si tú vas ahorita y hablas con los clientes y te dicen tengo este proyecto para licitar y lo he trabajado en BIM y te entrega el modelo. Y uno cree que lo ha trabajado y tiene muchas incongruencias porque solamente es una entregable final y ahí está el error conceptual. ¿Por qué? Eso es importante acotarlo, para nosotros el BIM al ser una herramienta de diseño, justamente

es una herramienta que la usas en el proceso. Así como usas el software del CAD para diseñar, tienes que usar el software de Revit para diseñar. En el proceso y lo ideal sería que todo se integren en un entorno virtual como el BIM 360° y sumen al modelo, pero era mucho pedir. Entonces al final decidimos, dada la brecha que encontramos, que el modelo se entregue semanalmente. Igual hay un reproceso, pero se acorta. En otras palabras, diseñaban una semana en 2D, subían ese 2D al modelo y cada quien todos los viernes tenía que entregar un modelo. Nosotros integramos el modelo y lo compartimos, pero había una semana desfase en una semana de trabajo en 2D que después había que levantarlo a 3D. Y ese modelo 3D era el que nosotros revisamos cuando la información en 2D estaba por otra velocidad, en otro camino, pues ahí hay un desfase que claro, es lo único que logramos. Se logró bastante en realidad, porque hubo mucha resistencia, mucha resistencia a diseñar entre 3D. Y existe, no solo la mentalidad, sino la creencia muy, muy arraigada en los proyectistas que se pierde tiempo en diseñar en 3D. Y no sólo tienen esa creencia, sino que nuestros proyectistas no están capacitados en diseño en 3D. Nuestro mercado no está capacitado. Entonces, ¿qué es lo que hacen? Yo, que soy el capo en instalaciones por decir, yo diseño en 2D y tengo un dibujante que me levanta el modelo en 3D. Entonces se rompe el concepto del diseño, de la mirada integral, del diseño. Es un primer problema, ahora hay otro problema, que aun diseñando en 3D, los proyectistas conciben el modelo como una geometría. Nosotros le llamamos y acuñamos el término un cubo vacío, entregas una geometría que es un cubo vacío y claro, nos sirve para ver la geometría. Pero el BIM, tiene tres funciones en geometría, información y automatización, nosotros queríamos implementar las dos primeras geometría e información y para nosotros era fundamental ingresar información al elemento, no solo la geometría que le pongan dos por dos por tres ¿no? Que me digas qué material es, qué espesor, qué características una serie de parámetros que permiten extraer información que para

nosotros era fundamental para poder mejorar y apuntamos a después en base a información poner hojas técnicas, manuales de uso, etcétera. Ahí tuvimos el mayor escollo, porque si para, o sea, como estamos hablando para ellos trabajar en BIM significaba diseñar X tiempo en 2D y levantar un solo entregable y cambiarles ese chip a que semanalmente entreguen un modelo que aún seguirá siendo un reproceso porque era 2D, modelo, 2D, modelo. Pero solamente lo concebían como geometría. Nosotros queríamos información en ese punto. Hemos batallado muchísimo, muchísimo. Hicimos una matriz BIM de objetos con todos los parámetros con todo lo que queríamos, y realmente nos ha costado muchísimo que llenen la información. Lo hemos logrado al final, pero nos costó.

INVESTIGADORA

¿Se está modelando directamente y a partir de eso se extraen los planos o se está haciendo planos y luego se pasan al modelo?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Nosotros como gerencia teníamos el encargo de licitar a los especialistas, al ingeniero estructural, al arquitecto o al mecánico, o al eléctrico, etc. Y nosotros hicimos un plan BIM/VDC. Sí, porque nosotros nos enfocamos en una metodología que es el VDC donde el BIM es una herramienta. De una trilogía, digamos que es el VDC. Para nosotros el BIM es una excelente herramienta que potencia la metodología. VDC, una herramienta que integra. Entonces planteamos un plan de trabajo VDC. Donde incluyamos el plan de ejecución, particularmente el PEB como le llamamos nosotros plan de ejecución BIM, eso fue el marco, digamos, conceptual para la licitación. Y efectivamente, todos dijeron que sí trabajan en BIM, que están de acuerdo. Cuando hemos entrado en detalles del diseño, nadie nos entregó al inicio los modelos. Todos trabajan en 2D, todos los proyectistas de este país, o casi todos, yo me animaría a decir que todos trabajan en 2D.

Al menos en lo que yo humildemente he trabajado. Entonces ahí se generó un primer, una primera brecha, un conflicto, porque nuestra expectativa estaba en un diseño en 3D. Diseño en 3D y el flujo era mucho más rápido. Todos tener un modelo, se integra y todo fluía más rápido y los proyectistas decían "Si, yo trabajo en BIM". Pero para su concepción era modelo 2D y de ahí levanto el BIM. Y para generar todavía la mayor brecha, o sea, la mayor distancia a la que estamos, para ellos el BIM era un entregable. O sea, yo trabajo cuatro meses en 2D, termino mi diseño y te entrego mi modelo y ese concepto está muy arraigado en este país. En otras palabras, todo el mundo dice yo trabajo en BIM. Pero no tiene la metodología clara. Trabajan en 2D, terminan y te entregan un modelo. Y ese modelo es una cascarita que no sirve de nada. Es un total retrabajo. No sólo eso, y no sé si en la siguiente pregunta ahí complemento con otra idea.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Los estándares fueron justamente los que nuestra empresa en este proyecto puso la premisa desde el plan de trabajo VDC y el plan de ejecución BIM, se pusieron estándares muy claros de lo que queríamos a nivel de geometría y a nivel de información. Se definieron niveles de LOD, por ejemplo, y se definió una matriz BIM de objetos con ciertos parámetros desde el inicio. Pero bueno, como te digo, hubo una brecha que seguro que podemos hablar de personas que evitó que se trabaje desde el inicio de esta manera. Hemos terminado trabajando de una manera, nos hemos acomodado a la realidad, lo único que queda, como hace la realidad, como te digo, 2D, modelo semanal, integrar el modelo semanal y se trabajó una matriz BIM de objetos. Pero ahí quizá me estoy adelantando al

tema de personas ahí el cliente incluso no le encuentra mucho valor a la matriz BIM de objetos, encuentra valor a la geometría, pero no concibe el BIM, o sea, para ellos el BIM es la geometría nomás. Entonces no, no entienden lo que hay detrás de la geometría y no les genera valor. Es lo más preocupante, porque para ellos igual van a tener su presupuesto, igual van a tener una licitación, igual creen que van a tener un proyecto totalmente compatibilizado. Entonces todo lo que es matriz BIM de objetos para ellos realmente no les genera valor.

INVESTIGADORA

Claro y justamente como lo acaba de mencionar, el tema de las incompatibilidades. ¿Este atraso semanal generaba algún inconveniente para compatibilizar?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Sí, sí, claro que sí. Cuando nos dedicamos a compatibilizar, nosotros teníamos separados dos tipos, las incompatibilidades, que para nosotros eran secundarias, que son los típicos cruces de tubería con luminaria, por ejemplo, esas incompatibilidades van existir y no nos preocupan porque se van a levantar y son muy mecánicas. Y creo que a eso nos hemos acostumbrado todos, ¿No? Cliente, diseñadores, hasta consultores, que con eso hemos trabajado en BIM. O sea que nos sentimos satisfechos haber detectado que dos tubitos se cruzaron y los ponemos a la izquierda y listo resolvemos el problema. No, nosotros queríamos en base al modelo tener alternativas de diseño, o sea, aprovechar justamente la visualización en 3D, en ver alternativas de que, si yo estaba mandando mi ducto por la izquierda, de repente puedo ahorrar espacio si lo mandaba por la derecha. Pero para eso necesitamos que los proyectistas conciban el proyecto en 3D y diseño en 3D. Entonces eso que buscamos, ha sido muy difícil. En algunos casos hemos logrado algunas buenas alertas y algunas buenas oportunidades, pero mi reflexión final es que no se potenció tanto porque los diseñadores justamente piensan en 2D, leen en 2D y el modelo para ellos ya

era una exigencia nuestra y no era un compromiso. Entonces, como que no le dan la importancia que debería tener.

INVESTIGADORA

Entonces no había tanta colaboración de su parte.

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Y el cliente tampoco. Lamentablemente el cliente tampoco, entonces si el cliente no apuntala desde arriba en esto, se empieza a desarmar. Entonces hemos tenido ese problema y nos hemos adaptado un poco.

INVESTIGADORA

¿Se realizaron las sesiones ICE para resolver este tipo de conflictos?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Sí, claro. Hicimos reuniones ICE, hicimos un plan e hicimos nuestra agenda, como dice el manual, pero nuevamente nos encontramos con la pared de la necesidad. O sea, cómo percibía los proyectistas y el cliente la reunión ICE, la percibía como una pérdida de tiempo. Entonces no colaboraban, un poco que ya cumplían, entonces no leían la agenda. Y hemos tratado de variar nuestra estrategia, se ha caminado, pero no creo que se haya podido potenciar tanto, o sea, tiene mucho más para explotarse, si es que tienes a los actores comprometidos e involucrados al 100% y ese tema de personas es muy fuerte y genera un escollo muy fuerte para salvar. Y más aún, más aún, nosotros tenemos que entregar información a la entidad, me refiero al municipio quien nos aprueba los planos es el municipio. Y ¿Qué información pide el municipio? Planos en 2D. Entonces nosotros les exigimos, por un lado, dame el modelo, ellos decían, pero si el municipio me pide mis planos en 2D. Entonces para ellos era un trabajo doble. Entonces, mientras no hay un cambio integral en nuestro país, donde las entidades empiecen a girar también al

modelamiento en BIM, nuestros proyectistas se capaciten en modelar BIM, los clientes pidan BIM y las consultoras ofrezcan BIM, no hay manera de cerrar el círculo.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Yo diría que, siendo suave con la respuesta, parcialmente más tirado hacia un no. Le faltan competencias y aptitudes. Aptitudes con “p” de justamente conocimiento de una capacitación en modelado 3D. O sea, nuestros mejores diseñadores, nuestros mejores proyectistas no modelan en 3D, tienen todavía el plano en 2D. Entonces para ellos es natural diseñar en 2D, integrar en 2D y entregar en 2D, que es lo que pide el municipio, que al final producto, al final recién te entregan una maqueta que tiene “n” problemas. Entonces hay que capacitar, o sea, se debe invertir las empresas proyectistas en capacitar a sus profesionales en las metodologías de modelado en Revit necesariamente. Y entender que es BIM, o sea, el BIM no es solamente, como te digo, un cubo vacío, no es una forma bonita de colores, no es solo eso. Con el BIM puedes programar, puedes sacar metrados, puedo colgar fichas técnicas, puedo poner manuales de uso, se puede automatizar. Pero no está totalmente divulgado y la gente dice "Sí trabajo en BIM", si tú haces una encuesta, yo alguna vez vi una encuesta de la Universidad Católica del año pasado, hace dos años y como más del 85-90% decía "Sí uso BIM" ¿Pero qué uso le das al BIM? “Ah, ok, geometría se sacó”, ¿información? “No”.

INVESTIGADORA

En el modelo ¿Cómo se llegaron a colocar los parámetros? ¿Cómo se hizo la automatización?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Sí, o sea, después de bueno, ahí explicar y tratar de cerrar las brechas los proyectistas empezaron ya, no sé si, porque, bueno, tenían que hacerlo, a llenar los parámetros. Entonces justamente ahí viene nuestra investigación, porque teníamos que encontrar un software que logre enlazar los parámetros del BIM y los extraiga sin necesidad de que el metrado pasarlo a Excel, del Excel pasarlo al software, que sería creo hasta ahí ha llegado bastantes empresas nos tenemos que enlazar. Entonces empezamos a investigar software de presupuestos que sean compatibles por BIM y hay muchos, pero las funciones que queríamos solamente las encontramos en el Presto. El Presto a través de un complemento que había con el Presto que era el Cost-IT y de esta manera con los parámetros dados en el modelo, esos parámetros se ponían como como entrada en el Presto a través del Cost-IT. Y si yo tenía el parámetro uno en el modelo, yo decía que mi presupuesto tenía que leer el parámetro uno que tenía precio X enlazado al parámetro uno del metrado del modelo con mi presupuesto que leía el parámetro uno que tenía un precio X y lo jalaba automáticamente y salía un metrado automatizado. Eso lo logramos hacer con estructuras y con gran parte de arquitectura. Y bueno, y ahí viene el comentario que decía, el cliente no le dio valor a esto, lamentablemente no le vio valor a esto y decidió ya decir mira, ya no hacemos más esto y hasta acá nomás, ya no sigamos trabajando en este sentido.

INVESTIGADORA

¿Y los proyectistas al final lograron ver los beneficios de BIM?

COLABORADOR 4 CLÍNICA 1

Si tú me preguntas diría que no, sinceramente. Para ellos es un retrabajo y lo han expresado muchas veces. Para ellos les demora más diseñar. Y es un retrabajo porque creo yo que les desnuda la deficiencia de diseño de manera temprana y para ellos de eso es un retrabajo, cuando le hemos dicho al cliente lo que inviertas en el diseño cuesta 1 y lo resuelves como 1. Pero si no inviertes 1 acá te va a costar en la construcción como 50 o como 100. Entonces lo que estamos haciendo acá es allanar el camino para que tengas una mejor construcción, un proyecto construible, seguro no lo identificamos al 100%, pero es imposible limpiar el 100% de cosas. Pero queremos tener un proyecto integrado para que sea más fácil tu construcción, asegurar tu costo y tú plazo. Pero ese mensaje, sinceramente creo que no ha calado, tanto proyectistas como cliente ven lo inmediato. Yo tengo un presupuesto para mi ingeniería, no puedo excederme y para ellos pedirles el BIM a los proyectistas hacía que sus presupuestos crezcan un poco. Entonces no estaban dispuestos a invertir más, porque diseñar en BIM al inicio seguro cuesta más, porque las máquinas hay que cambiarlas, los softwares hay que pedirlos y encima seguro le toma más tiempo al inicio porque no están capacitados, entonces al inicio seguro si cuesta más en todo aspecto, en tiempo y en costo, pero no están mirando a futuro. A futuro, seguro después es mucho más rápido, nosotros estamos convencidos de eso, pero lamentablemente nuestros clientes y nuestros proyectistas no, ven lo inmediato y para ellos asegurar el costo de la obra es soltar la licitación ajustar al contratista, un contrato que los cubra y escribir el número. Y encajamos nuevamente los problemas de toda nuestra historia de la construcción de tantos años que hacemos el esfuerzo de cambiar humildemente desde nuestra empresa.

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

P.1 TECNOLOGÍA

INVESTIGADORA

¿La implementación de tecnología ha sido de ayuda para la ejecución del proceso de diseño?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Sí, bastante. Creo que el único problema es que como el software se tiene que compartir con muchas empresas, no solamente la nuestra, porque como es un trabajo en donde intervienen muchos consultores, ellos algunas veces, bueno, algunos no estaban preparados para poder asimilar esta tecnología.

INVESTIGADORA

¿Y también se presentaron este tipo de dificultades relacionadas con el hardware, los equipos o la conectividad?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Sí. Mira, yo en particular no, porque mi computadora me la cambiaron hace poco, pero sí un par de compañeros tuvieron que cambiar de equipo para poder instalar el software en el equipo.

INVESTIGADORA

Y sobre los consultores o las empresas que participaban también en el tema de compartir la información, ¿cómo se desarrolló?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Lo que pasa es que como el software es un sistema colaborativo, entonces no es que solamente se trabaje. O sea, lo que pasa es que la idea de poder utilizar estas metodologías

es poder compartir la información si es posible a tiempo real. En este caso no se hizo a tiempo real, pero mientras más rápido fluya la información y todo el mundo esté enterado de lo que produce o lo que diseña el resto, tiene mayor conocimiento de todo el proyecto en general. Pues generas un mayor avance para poder trabajar. El software ayuda mucho en eso, básicamente se trabaja para poder transmitir la información en el menor tiempo posible y creo que hasta eso está orientado a los nuevos softwares que sé que se están implementando, las actualizaciones del software.

P.2 POLÍTICAS

INVESTIGADORA

Durante la etapa de diseño ¿Cómo se definió la propiedad intelectual de los datos y a los responsables de la gestión de la información?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Mira, la gestión de la información por contrato la manejamos nosotros, porque nosotros éramos la gerencia de proyecto. Nosotros por contrato, nosotros éramos los que gestionamos la información por el contrato, era uno de los puntos por el cual nos habían contratado, la propiedad intelectual de cada uno. A ver, cuando tú contratas a un diseñador y digas “Mira, quiero esto”. El trabajo de él es desarrollar un producto y justamente se le paga por eso. Finalmente, esto que crea cada consultor lo crea para algo, en este caso para la Clínica, finalmente clínica es el dueño de toda esta información que fue desarrollada por cada consultor.

INVESTIGADORA

¿Y existen acuerdos de no divulgar para proteger información?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Dentro del contrato. Sí. Lo que pasa es que el contrato debe enmarcar todo esto. El contrato es un marco en el cual te indica dependiendo de cuan especificado esté en el contrato lo que puede ser o no puede hacer. Hay determinadas políticas que se incluyen en el contrato por el cual estás obligado a hacer algunas cosas y a determinar algunas cosas. Sí, dentro de esta es la política de confidencialidad y de no transmitir información que era propiedad de Clínica estaba escrito. El modelo es parte de la información que desarrolla cada consultor, por lo tanto, es propio de clínica, porque la Clínica está pagando por esto.

P.3 PROCESOS

INVESTIGADORA

¿Cómo han logrado implementar nuevos procesos digitales e integrar el diseño y la construcción?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Lo que pasa es que nuestra empresa ya tiene algunos años en esto. No diría que es totalmente maduro. Pero ya tiene procesos establecidos para poder trabajar con estos softwares digitales o en estos medios digitales. No creo que el problema sea de los procesos, bueno, en realidad sí, porque los procesos van evolucionando con el tiempo, dependiendo de las necesidades que surjan. Entonces al menos tiene una línea base, el cual se tiene que ir adaptando a las particularidades de cada proyecto.

INVESTIGADORA

Y en este proyecto en particular, sí existió un consenso de cómo implementar BIM. Entonces, ¿Cómo se designaron los roles y las responsabilidades de los involucrados?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Mira, lo que pasa es que. O sea, dentro del contrato del proyecto, porque esto también tiene que ver mucho con el contrato, estaba establecido que los consultores tenían que trabajar con esta herramienta. Desde que tú incluyes esto en el contrato, ellos se ven obligados a trabajar con esta herramienta, porque te digo obligado, porque esto significa que dentro del presupuesto tienen que tener asignada una partida, la cual les permita acceder a este software. No solamente por el software, por el hardware, sino también por personas que conozcan y manejen este sistema. Entonces, desde que el contrato lo indicaba, pues toda la mayoría de consultores tenían que asimilarlo. Ahora ¿si es que hubo consenso o no en los procesos?, desde que en el contrato estaba, todas las empresas están obligados a utilizar esta metodología de trabajo. Entonces por ahí no es que no es que haya mucho consenso, sino que pues el contrato te obligaba. Pero el ¿cómo se utilizó?, al ser nuestra empresa una empresa un poco más madura que el resto. Entonces ya tiene procesos establecidos, el cual se compartió al resto de los consultores para que ellos asimilen estos procesos, este orden, este flujo, para que puedan, para que pueda haber un orden finalmente en el manejo de la información y en la manera de cómo se va a trabajar. Nuestra empresa fue la que capacitó al resto de las empresas para que puedan utilizar este medio imperfecto.

P.4 ESTÁNDARES

INVESTIGADORA

¿Cuáles son los estándares o procesos oficiales que han sido aplicados a este proyecto y en qué medida estos estándares han ayudado para la implementación de BIM?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

De los estándares no sé, el estándar que se utilizó yo creo que el coordinador BIM te podría dar mayor detalle.

INVESTIGADORA

En este caso, como se mencionó anteriormente, ¿Cómo han ayudado los protocolos con los que contaba la empresa?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Bueno, lo que pasa es que los procesos que maneja la empresa, el cómo desarrollar el flujo de la información, te ayuda finalmente a conseguir tu objetivo. Tu objetivo en este caso era poder lograr un diseño adecuado de una clínica. Entonces el proceso que se desarrolló durante la ingeniería, ayudaba o facilitaba a orientar que el desarrollo de cada ingeniería finalmente termine en conseguir este objetivo, a pesar de que nuestra empresa tiene ya algunos años en esto, el proceso te ayuda a orientar mejor que el esfuerzo o el trabajo que desarrolle cada miembro del equipo o cada consultor te ayude a conseguir finalmente este objetivo.

INVESTIGADORA

Entonces, en este caso también ayudó el tema de contractual en la aplicación.

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Mira, lo que pasa es que uno de los ítems para poder iniciar cualquier proyecto es el contrato. Los acuerdos contractuales son una de las primeras entradas que uno tiene. Hay otras cuantas entradas más para poder iniciar cualquier proyecto, pero los acuerdos contractuales es uno de ellos. Entonces creo que es una de las cosas a la cual cuando tienes alguna duda, vas y revisas el contrato. Lo que pasa es que, si tú lo dejas al azar y como cuesta dinero, si tú no lo pones dentro del contrato no lo van a hacer. Entonces, finalmente,

si tú quieres conseguir algo, tienes que establecer un marco o un entorno que te permita desarrollar algo. Si no lo pones dentro del contrato o lo dejas al azar, si es que alguien quiere no quiere. Pero si ya lo pones dentro del contrato, ya determinas que cada empresa se tiene que preparar para desarrollarlo. Como te digo, debes tener una infraestructura que te permita desarrollar cualquier cosa y para eso tienes que tener una partida. Y para tú tener una partida la tienes que considerar en tu presupuesto. Y para que esté considerada dentro de tu presupuesto ha tenido que ser un punto que de alguna manera ha tenido que estar definido en tus obligaciones.

P.5 PERSONAS

INVESTIGADORA

¿Las aptitudes y las competencias laborales que poseen los profesionales actualmente son adecuadas para la ejecución del diseño de un proyecto de salud que implementa BIM?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Mira, lo que pasa es que el conocimiento es algo que se va desarrollando, perfeccionando y mejorando en el transcurrir del tiempo. Las habilidades también las va desarrollando. Las aptitudes no, no, las aptitudes son intrínsecas a cada uno. Para poder desarrollar algo tienes que tener tanto: capacidades, aptitudes, cultura para poder desarrollar cualquier cosa. Y todo eso depende si lo quieres tener o no lo quieres tener. Entonces yo creo que al corte de lo que se desarrolló, es decir para poder tú haber estado en la clínica, pues has tenido que tener un nivel de aptitudes y conocimientos y de habilidades que te permita poder realizar tu trabajo. Entonces desde que contractualmente a todas las empresas se les pidió, entonces se ha tenido que seleccionar a un recurso humano que no solamente conozca de clínica, sino también conozca de las herramientas.

INVESTIGADORA

¿Se nota una resistencia al cambio aún o cómo lo consideraría?

COLABORADOR 5 CLÍNICA 1

Yo creo que hay mucho trabajo por hacer. Lo que pasa es que. Eso yo lo conversaba con el coordinador BIM, lo que pasa es que cuando uno tiene una manera de trabajar y está en su zona de confort, es muy complicado que las personas de por sí quieran salir de esa zona de confort y comenzar a aplicar cosas nuevas. Esa es la naturaleza del ser humano, no de todos, pero de la mayoría. Entonces tú tienes que crear un entorno el cual te permite de que o haga que estas personas salgan de su entorno de confort. Y esto va a ser hasta que las personas vayan adquiriendo estas herramientas, no adquiriendo esas herramientas, sino que vean que es necesario o que es necesario adquirir estas herramientas y que estas herramientas les son útiles para finalmente conseguir el objetivo que uno quiere. Hay que recordar que los proyectos se hacen de las personas, y las personas son las que desarrollan el proyecto. Entonces, por ende, cada persona tiene que tener las condiciones, las habilidades y las herramientas necesarias para poder cada uno conseguir el objetivo. Si estas personas están conscientes de que estas herramientas te permiten lograr el objetivo pues se va a conseguir que estas personas vayan migrando a poder acceder a estas herramientas de conocer estas herramientas al atreverse a utilizar estas herramientas. Yo pienso que estamos en una transición y que esa transición va a continuar su camino a medida que más proyectos se trabajen así, si es que no se trabajan proyectos es un poco complicado que se vayan desarrollando esas herramientas en las personas.