

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables



GESTIÓN EFICIENTE DE PROYECTOS A TRAVÉS DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) E INTEGRATED PROJECT DELIVERY (IPD)

LGAC: Eficiencia en el uso de recursos naturales y energéticos
Modalidad: Proyecto de investigación aplicada

TRABAJO RECEPCIONAL que para obtener el GRADO de MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta: **ADRIANA ALEJANDRA LÓPEZ VARGAS**

Tutor **MTO. ALFRED ESTELLER AGUSTI**
Cotutor **DRA. YOLANDA BOJÓRQUEZ MARTÍNEZ**

Tlaquepaque, Jalisco. mayo de 2020.

Agradecimientos.

A mis padres,

A mis amigos, S. Enciso, R. Martínez, F. Ibarrias, D. Rodríguez y L. Godínez, por su apoyo para elaborar este trabajo y su paciencia.

A mi tutor, Mto. Alfred Esteller, por su asesoría, acompañamiento y enseñanzas tanto cerca como a la distancia,

A mi cotutora, Dr. Yolanda Bojórquez, por seguir este trabajo desde su inicio, así como su tiempo y dedicación en su retroalimentación,

Al ITESO, por permitirme ser parte de nuevo,

Al CONACYT, por darme los medios necesarios para la realización de este trabajo,

Y a todas las personas que apoyaron, dedicaron su tiempo, conocimiento e información para que este proyecto fuera posible.

*“Lo que haces, marca una diferencia,
y tienes que decidir qué tipo de diferencia quieres marcar”*
Jane Goodall

Para mi ángel en el cielo, que se fue de este mundo cuando comenzaba este viaje...

Resumen

La evolución de las tecnologías de información en arquitectura e ingeniería ha permitido la introducción de nuevas herramientas con el objetivo de mejorar los procesos y el propósito de replantear la forma de trabajo actual, el cual suele desarrollar un proyecto de manera aislada entre disciplinas, generando conflictos y problemas de comunicación, los cuales se reflejan en la construcción como retrabajos, desperdicios, cruces de elementos constructivos, que generan un impacto a la sustentabilidad: económico, ambiental y social. En esta investigación se unieron herramientas BIM como la construcción virtual, y su uso hacia detección de errores y planificación, así como de Integrated Project Delivery (IPD), para conseguir desde el inicio del desarrollo del proyecto una gestión asertiva, comunicación y eficiencia del trabajo en equipo para lograr una mejora sustentable desde la planificación hasta la concreción del proyecto. Se realiza el análisis del desenvolvimiento de un proyecto arquitectónico identificando posibles áreas de mejora en su proceso, así como la identificación de los errores que impactan a la sustentabilidad en sus tres ámbitos. La aportación principal es una estrategia de trabajo metodológica para la gestión de proyectos que logre potenciar la eficiencia de todos los elementos constructivos a través del perfeccionamiento del proyecto en su complejidad.

Palabras clave: Gestión de proyectos, Colaboración y Reducción.

Índice

Maestría en Proyectos y Edificación Sustentables	1
Capítulo 1 Introducción	10
1.1 Antecedentes.	10
1.2 Planteamiento del problema.	12
1.3 Justificación de la investigación.	19
1.3 Hipótesis o supuestos de trabajo.	20
1.4 Objetivos.	20
1.4.1 Objetivo General.	20
1.5 Objetivos Específicos.	20
1.6 Preguntas de investigación	21
1.7 Alineación epistemológica.	22
1.8 Esquema metodológico	23
Capítulo 2 Marco Teórico	24
2.1 Gestión de Proyectos.	24
2.1.1 Metodologías actuales para el desarrollo de proyectos.	25
2.1.2 Metodología de proyecto arquitectónico ejecutivo.	34
2.1.3 Metodología de proyecto de construcción.	36
2.2 Building Information Modeling (BIM).	38
2.2.1 Software para representación arquitectónica.	40
2.2.2 Metodología BIM	41
2.2.3 Herramientas de la metodología BIM	43
2.2.4 Diferencias de realización de proyecto entre el modelo tradicional y el modelo BIM	51
2.2.5 BIM en México.	55
2.3 Integrated Project Delivery (IPD).	56
2.3.1 Project Team o equipo de proyecto.	59
2.4 BIM e IPD	61
2.5 Indicadores de sustentabilidad	63
Capítulo 3 Diseño Metodológico	76
3.1 Elección metodológica	76
3.2 Diseño de instrumentos.	76
3.2.2 Encuesta.	78
3.2.3 Entrevista.	80
3.2.4 Tabla de análisis de errores de proyecto arquitectónico.	80
3.2.5 Tabla de análisis de afectación de errores de proyecto a la sustentabilidad.	82
3.2.6 Tablas de análisis de afectaciones derivadas con los indicadores de sustentabilidad	83
3.3 Resultado de los instrumentos.	85

3.3.1 Categorización de entrevistas.	85
3.3.2 Categorización de los datos obtenidos.	92
3.3.3 Conclusiones de entrevistas.	96
3.3.4 Resultado de encuestas.	100
3.3.5 Conclusiones de la encuesta.	116
3.3.6 Cruce de Información entre resultados de entrevistas y encuestas.	121
Capítulo 4 Aplicación de la investigación	125
4.1 Definición del proyecto.	125
4.2 Acuerdos para el desarrollo del proyecto.	131
4.2.1 Proceso de trabajo de proyecto y el equipo de oficina	133
4.2.2 Proceso de trabajo de obra y equipo involucrado	133
4.3. Análisis de problemáticas en el proyecto.	134
4.3.1 Conclusiones de análisis de problemáticas	149
4.4 Análisis de temporalidad en errores de proyecto.	150
4.4.1 Conclusiones de temporalidad en errores.	154
4.5 Categorizaciones generales de afectaciones al proyecto.	154
4.6 Afectación a la sustentabilidad	158
4.7 Análisis de afectaciones a la sustentabilidad e indicadores	172
4.7.1 Análisis de indicadores económicos.	173
4.7.2 Análisis de indicadores energéticos	175
4.7.3 Análisis de indicadores de materia prima.	178
4.7.4 Análisis de indicadores de residuos.	180
4.7.5 Análisis de indicadores de emisiones.	182
4.7.6 Análisis de indicadores socioeconómicos.	183
4.7.7 Análisis de indicadores de usuarios.	185
4.7.8 Análisis de indicadores de flora y fauna.	187
4.7.9 Análisis de indicadores de mantenimiento y durabilidad.	188
4.8 Análisis de grupo de indicadores	190
4.9 Conclusiones generales de la aplicación de la investigación.	194
Capítulo 5 Propuesta y conclusiones finales	198
5.1 Propuesta de gestión de proyectos	198
5.1.1 Etapa 01: Junta inicial.	200
5.1.2 Etapa 02: Reunión de equipo.	204
5.1.3 Etapa 03: Proyectos.	208
5.1.4 Etapa 04 Revisión BIM.	212
5.1.5 Etapa 05 Proyecto ejecutivo.	218
5.2 Conclusiones y recomendaciones	222
5.2.1 Conclusión.	222
5.2.2 Líneas de investigación futura.	228
Bibliografía	230
Apéndice	236
I. Diseño de instrumentos: tablas de análisis de afectaciones derivadas con los indicadores ubicado en la sección 3.2.6.	236
Tabla 4.6 Análisis de afectaciones económicas y sus indicadores.	244

<i>II. Tablas de análisis de indicadores.</i>	244
<i>Tabla 4.7 Análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores</i>	248
<i>Tabla 4.8 Análisis de afectaciones de Materia prima y sus indicadores.</i>	257
<i>Tabla 4.9 Análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores.</i>	261
<i>Tabla 4.10 Análisis de afectaciones de emisiones y sus indicadores.</i>	270
<i>Tabla 4.11 Análisis de afectaciones socioeconomicas y sus indicadores.</i>	275
<i>Tabla 4.12 Análisis de afectaciones de usuarios y sus indicadores.</i>	281
<i>Tabla 4.13 Análisis de afectaciones en flora y fauna y sus indicadores.</i>	287
<i>Tabla 4.14 Análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores.</i>	293
<i>III. Entrevistas realizadas para el diseño metodológico</i>	301
<i>IV. Resultados de Encuestas</i>	330
<i>V. Entrevistas y documentación referente al caso de estudio</i>	338
<i>VI. Minutas originales del proyecto utilizadas para este documento.</i>	344

Tabla de figuras

<i>Figura 2.1 Los pilares de la construcción.</i>	24
<i>Figura 2.2 Relación entre los participantes en una gestión actual.</i>	25
<i>Figura 2.3 Coste de proyecto y nivel de personal típicos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.</i>	26
<i>Figura 2.4. Esquema estrategia de comunicación ejecución de proyectos DB.</i>	28
<i>Figura 2.5 Esquema estrategia de comunicación ejecución de proyectos DBB.</i>	30
<i>Figura 2.6 Proceso de diseño. Proceso de diseño arquitectónico (Bolivia/México).</i>	34
<i>Figura 2.7 BIM llega la función laboral de la construcción. Construye-TIC (2014).</i>	41
<i>Figura 2.8 Profundidad de las dimensiones de BIM en proyectos de alta complejidad.</i>	42
<i>Figura 2.9 Representación Gráfica del LOD 100,200 y 300.</i>	44
<i>Figura 2.10 Representación Gráfica del LOD 350,400 y 500.</i>	45
<i>Figura 2.11 Relación de los niveles LOD y etapa de proyecto.</i>	46
<i>Figura 2.12. Usos del IFC.</i>	48
<i>Figura 2.13 Ejemplo gráfico del concepto de subproyectos y sincronización en BIM.</i>	50
<i>Figura 2.14. Diferencias entre la interfaz de diseño-construcción tradicional y moderna.</i>	51
<i>Figura 2.15. Distintas interpretaciones de los actores de un proyecto, debido a la incertidumbre generada por la información poco certera.</i>	52
<i>Figura 2.16 Flujo de información en la industria de la construcción creado por Allen Consulting Group (2010)</i>	53
<i>Figura 2.17 Esfuerzo e impacto en costos en el proyecto mediante procesos tradicionales y BIM creado por MacLeamy P. Builing Smart (2010).</i>	53
<i>Figura 2.18 Diferencias entre el sistema tradicional de gestión de proyecto e IPD.</i>	58
<i>Figura 2.19. Relación entre los participantes en una gestión IPD.</i>	60
<i>Figura 2.20 Gestión de proyectos mediante IPD.</i>	60
<i>Figura 2.21 Indicadores de sustentabilidad en la utilización de recursos naturales. 1 de 5</i>	64
<i>Figura 3.1 Encuesta a profesionistas.</i>	79
<i>Figura 4.1 Conjunto general de ubicación del proyecto de estudio.</i>	125
<i>Figura 4.2 Ubicación de la edificación en el terreno.</i>	126
<i>Figura 4.3 Plano de conjunto.</i>	126
<i>Figura 4.4 Planta arquitectónica de Nave.</i>	127
<i>Figura 4.5 Requerimiento de espacios de oficina por parte del cliente.</i>	128
<i>Figura 4.6. Planta Baja y planta alta de oficinas.</i>	129
<i>Figura 4.7 Imagen A) Vista desde el patio de maniobra hacia la nave. Imagen B) Vista hacia nave en el área de oficinas</i>	130
<i>Figura 4.8 Imagen A) Vista de oficina principal. Imagen B) Vista interior de Nave industrial.</i>	130
<i>Figura 4.9 Calendario de Proyecto definido por el despacho de diseño.</i>	131
<i>Figura 4.10 Resumen de presupuesto a fecha de 15 de noviembre del 2017.</i>	132
<i>Figura 4.11 Comparativa entre proyección de proyecto y la finalización de obra: A) muestra el proyecto original. B) La edificación del proyecto, resultado de diversos cambios a la original.</i>	135
<i>Figura 5.1 Cronograma general del proceso de gestión de proyectos.</i>	199
<i>Figura 5.2. Etapa 01 Junta inicial.</i>	200
<i>Figura 5.3 Checklist para la metodología BIM+IPD. Información del cliente hacia el arquitecto.</i>	203
<i>Figura 5.4 Checklist para la metodología BIM+IPD. Información del arquitecto hacia el cliente.</i>	203
<i>Figura 5.5 Etapa 02 Reunión de equipo.</i>	204
<i>Figura 5.6 Esquema de trabajo de etapa 02.</i>	205
<i>Figura 5.7 Etapa 03 elaboración de proyectos. Fuente.</i>	208
<i>Figura 5.8 Esquema de trabajo por áreas en etapa 03.</i>	209
<i>Figura 5.9 Etapa 04 Revisión BIM. Fuente.</i>	212
<i>Figura 5.10 Esquema general de revisiones BIM.</i>	213
<i>Figura 5.11. Esquema de trabajo en la primera junta.</i>	214
<i>Figura 5.12. Esquema de trabajo en las juntas consecuentes.</i>	214
<i>Figura 5.13. Esquema de trabajo en una junta de cambio.</i>	215
<i>Figura 5.14 Etapa 05. Proyecto ejecutivo</i>	218
<i>Figura 5.15 Esquema de trabajo para etapa 05.</i>	219

Índice de tablas

<i>Tabla 1.1 Clasificación de los RCD</i>	12
<i>Tabla 1.2 Tabla de alineación epistemológica.</i>	22
<i>Tabla 2.1 Ventajas y Desventajas estrategia de ejecución DB</i>	29
<i>Tabla 2.2 Ventajas y Desventajas estrategia de ejecución DBB</i>	31
<i>Tabla 2.3 Ventajas y desventajas CMc</i>	33
<i>Tabla 2.4 Principales barreras y desafíos de la colaboración bilateral BIM+IPD</i>	61
<i>Tabla 2.5 Principales Beneficios de la Colaboración Bilateral IPD + BIM</i>	62
<i>Tabla 3.1 Cuadro de operacionalización</i>	77
<i>Tabla 3.2 Rúbrica de datos observables en proyecto a analizar.</i>	81
<i>Tabla 3.3 Rúbrica de observables del proyecto en su temporalidad y su afectación directa a la sustentabilidad.</i>	83
<i>Tabla 3.4 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores económicos.</i>	84
<i>Tabla 3.13 Perfil de los entrevistados.</i>	85
<i>Tabla 3.14 Beneficios de las metodologías de trabajo BIM, IPD y actual.</i>	86
<i>Tabla 3.15 Dificultades en el trabajo e implementación de la metodología.</i>	87
<i>Tabla 3.16 Necesidades para la implementación de metodologías y mejoras de trabajo.</i>	89
<i>Tabla 3.17 Retos laborales y de implementación de metodologías.</i>	90
<i>Tabla 3.18 Herramientas de trabajo para las metodologías BIM + IPD</i>	91
<i>Tabla 3.19 Beneficios de las metodologías colaborativas.</i>	92
<i>Tabla 3.20 Dificultades de implementación.</i>	93
<i>Tabla 3.21 Necesidades de implementación</i>	94
<i>Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción.</i>	137
<i>Tabla 4.2. Comparativa de estimación vs realidad</i>	150
<i>Tabla 4.3 Errores ordenados por temporalidad de origen.</i>	151
<i>Tabla 4.4 Tabla de categorizaciones generales de afectaciones al proyecto.</i>	155
<i>Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad.</i>	159
<i>Tabla 4.15 Suma total de indicadores en las afectaciones al proyecto.</i>	190
<i>Tabla 3.5 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores energéticos</i>	236
<i>Tabla 3.6 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de materia prima.</i>	237
<i>Tabla 3.7 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de residuos.</i>	238
<i>Tabla 3.8 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de emisiones</i>	240
<i>Tabla 3.9 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores socioeconómicos</i>	241
<i>Tabla 3.10 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de usuarios</i>	242
<i>Tabla 3.11 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de flora y fauna.</i>	243
<i>Tabla 3.12 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de mantenimiento y durabilidad</i>	243
<i>Tabla 4.6 Tabla de análisis de afectaciones económicas y sus indicadores</i>	244
<i>Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores.</i>	248
<i>Tabla 4.8 Tabla de análisis de afectaciones de materia prima y sus indicadores.</i>	257
<i>Tabla 4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores.</i>	261
<i>Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores.</i>	270
<i>Tabla 4.11 Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones.</i>	275
<i>Tabla 4.12 Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones.</i>	281
<i>Tabla 4.13 Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores.</i>	287
<i>Tabla 4.14 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores.</i>	293

Tabla de imágenes

<i>Imagen 1. Construcción de caseta de ingreso.</i>	145
<i>Imagen 2. Cambio de ubicación de cubierta.</i>	145
<i>Imagen 3. Modificación de altura de ventanas.</i>	145
<i>Imagen 4. Pérdida de visualización al patio de maniobras.</i>	145
<i>Imagen 5. Relleno de terreno para elevación de nave.</i>	145
<i>Imagen 6. Construcción de escalera peatonal.</i>	145
<i>Imagen 7. Demolición de instalaciones.</i>	145
<i>Imagen 8. Diferencia de distribución en planta baja.</i>	146
<i>Imagen 9. Diferencia de distribución de planta alta.</i>	146
<i>Imagen 10. Cierre de hueco de puerta con material.</i>	147
<i>Imagen 11. Ejemplo de modificación de armado de dados en obra.</i>	147
<i>Imagen 12. Diferencia de fachada inicial con la final por cambiosd.</i>	147
<i>Imagen 13..Adecuación de elementos ya existentes por cambio de estructura.</i>	148
<i>Imagen 14. Resolución de escalera sin diseño adecuado.</i>	148
<i>Imagen 15. Resolución de escalera sin diseño adecuado.</i>	148
<i>Imagen 16. Demolición de trabajos de mala calidad.</i>	148
<i>Imagen 17. Adición de equipo de aire acondicionado.</i>	148
<i>Imagen 18. Demolición de muro por adecuación de columnas</i>	148
<i>Imagen 19. Demolición de zoclo.</i>	148
<i>Imagen 20. Modificación de diseño en sanitarios.</i>	148
<i>Imagen 21. Colocación de piso cerámico.</i>	148

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes.

La evolución tecnológica del siglo XX ha dado la apertura a una nueva era digital, que ha evolucionado de pasar a sitios web y la computadora a acortar distancias y crear conexiones globales. La tecnología es parte de nuestra existencia. De ella nace el concepto de tecnologías de la información y telecomunicación (TIC) que se convierte en la base fundamental de la nueva era digital. Por lo tanto, las TIC son una herramienta principal para la realización de una gestión inteligente.

La industria de la construcción es de las pocas que no ha evolucionado conforme al avance tecnológico en el mundo, su incursión en la era digital abarca del paso de la utilización de papel al dibujo asistido por computadora. A partir del impulso sobre la metodología BIM, en Estados Unidos y Europa, se ha comenzado un cambio de forma de trabajo, con lo que se han visto mayores aplicaciones de manera práctica. En comparación, en México la metodología lleva menor tiempo de ser utilizada, por lo que aún queda mucho camino por recorrer.

Algunas de las investigaciones que preceden a esta investigación se encuentran las siguientes:

- Fakhimi A.H. Sardroud J. Azhar S. (2016), analizan a través de los conceptos de BIM, IPD y LEAN, si es posible que trabajen juntos y cuáles son los beneficios y las barreras a las que se enfrentan al unirse por pares. Encuentran que el trabajo colaborativo no solo aporta a la eficiencia y reducción de errores, sino que puede aprovecharse como una nueva oportunidad de negocio. Se recomienda para futuras investigaciones, enfocarse en las barreras de implementación.

- Aravena Airas G. Soto Muñoz J. Arcas Pulido J. Alvarado García R. (2017). Caso de estudio referente a la implementación de la metodología BIM en edificios existentes en Chile para mejoras de costos en su mantenimiento. Encuentran que la aplicación de la metodología a edificios existentes es perfectamente adaptable, ya que, aportó a la optimización de su mantenimiento, costos y alargando su vida útil.
- Jones B. (2014) Integrated Project Delivery (IPD) para maximizar el diseño y la construcción considerando la sustentabilidad, a través de la metodología y la utilización del Big Room enfocado en el Living Building Challenge 2.0. En sus conclusiones se encuentra que los participantes prefieren la participación colaborativa para encontrar la mejor solución a los problemas, con el ambiente agradable de trabajo en equipo. Es posible que el modelo integrado se convierta en estándares para la industria de arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) por sus siglas en inglés.

1.2 Planteamiento del problema.

La construcción es una de las actividades del ser humano que suelen ser complejas y contaminantes. Según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC, 2014) se genera en el país alrededor de 17,000 toneladas de residuos de la construcción y demolición (RCD) diarios, los cuales tienen una inadecuada disposición final y causan graves impactos ambientales, sociales y económicos. Con lo anterior, Ramos (2016) asegura que el sistema económico actual utiliza un desarrollo que se maneja en línea recta y es finito, usa recursos de la naturaleza que regresa a la misma como desechos.

Según la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013, los RCD se definen como restos de materiales resultado de desmantelamiento, construcción, demolición, y/o excavación, los cuales clasifica de la siguiente manera como se muestra en el Tabla 1.1.

Tabla 1.1
Clasificación de los RCD

CLASIFICACIÓN		TIPO DE RESIDUO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
A.	Provenientes de concretos hidráulicos y morteros.	-Elementos prefabricados -Elementos estructurales y no estructurales -Sobrantes de concreto en obra y premezclado
B.	Mezclados	-Concretos hidráulicos -Morteros -Blocks -Tabicones -Adoquines -Tubos de albañal -Cerámicos -Mamposterías -Piedra braza -Agregados pétreos -Prefabricados de arcilla recocida (tabiques, ladrillos, etc)
C.	Provenientes de fresado de concreto asfáltico.	-Carpeta asfáltica -Bases negras
D.	Residuos de Excavación.	Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.
E.	Residuos Sólidos Urbanos	-Papel y cartón - Madera -Metales - Plástico -Vidrio -Residuos de poda, tala y jardinería.
F.	Otros	Residuos de impermeabilizantes, Tablaroca, instalaciones eléctricas, asbesto, tubería, herrería, lodos bentoníticos.

Nota: la Tabla 1.1 muestra las seis clasificaciones de RCD Fuente: Norma Ambiental Para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013, Gaceta Oficial del Distrito Federal. 26 de febrero de 2015.

La demolición es una de las causas que más genera residuos en las construcciones, éstas suelen darse ya sea por remodelación, derrumbe o en el caso que se enfoca este trabajo, por retrabajos en obra provocados por cambios de proyecto, errores de construcción, errores de proyectos reflejados hasta el momento de su construcción, así como soluciones inadecuadas dadas en obra.

Según la CMIC (2014), la construcción sustentable, se basa en usar de manera racional los recursos disponibles con el propósito de minimizar el costo ambiental de los beneficios del diseño a través de acciones determinantes que se enfoquen en reducir, reutilizar y reciclar los materiales involucrados.

La construcción sustentable está relacionada con la racionalidad en el uso de los recursos disponibles; para el constructor el reto entre otros, consiste en que los beneficios de los proyectos impliquen el mínimo de costo ambiental. Para ello, son determinantes las acciones en cuanto a reducir, reutilizar y reciclar los materiales involucrados en los diferentes procesos, así como la adecuada disposición de lo no aprovechable. (CMIC, 2014)

En México, es frecuente que en las construcciones arquitectónicas se terminen después del tiempo estipulado en el calendario de obra. Se debe considerar que los proyectos de medianas y grandes dimensiones del país, se realizan con la intervención de diversos colaboradores (*i.e.* el cliente, la constructora, el diseñador, el ingeniero de suelos, el ingeniero calculista, el ingeniero de instalaciones y en algunas ocasiones la participación de demás áreas dependiendo de los requerimientos del proyecto). Además, es habitual que los actores sean de diferentes empresas, las

cuales celebran contratos para la definición de acuerdos laborales (*i.e.* trabajos, tiempos, costos, etc.) lo que supone un factor determinante a la realidad de las obras de México.

Por otro lado, esta búsqueda de la fabricación sin pérdidas, con el objetivo de entregar al cliente un producto ajustado a sus necesidades, y eliminando lo que no da valor, llevó al desarrollo del sistema de producción Toyota (TPS) a finales de la segunda guerra mundial. Éste se desarrolla y evoluciona hasta que es nombrada por los investigadores Womack, Roos y Jones (1990) como *Lean Thinking* o *Lean Production*. Es hasta 1998 que se publica el informe “*rethinking construction*” generado por Sir John Egan quien tuvo la tarea de mejorar la productividad del sector de la construcción y tenía experiencia en el sector automotriz. Es entonces cuando se aplicaron algunas técnicas propias del *Lean Thinking* a la construcción. Las siete problemáticas que se buscan eliminar por medio de la filosofía *Lean* son: retrabajos, sobreproducción, inventarios, movimiento excesivo, procesamiento, transporte, espera.

Koskela (1992) establece una base teórica para la aplicación del modelo de Toyota en la construcción. Según Koskela (2004) agrega una octava problemática la cual nombra *Making-Do* cuya traducción literal es “hacer-hacer”. El término habla sobre arreglarse o conformarse con lo que se tiene. Para completar una tarea, existen ciertos requisitos (*i.e.* documentos, personal, instrucciones, dibujos, material, herramientas, maquinaria, condiciones externas, entre otras) necesarios para que ésta sea llevada con éxito. *Making-do*, es realizar una tarea sin que las condiciones posteriores a su realización estén completas o se encuentren en condiciones óptimas. Según sus observaciones, el proceso de una gestión de proyectos se maneja de manera lineal, se tiene principio y un fin donde constantemente no hay una revisión de temas pendientes hasta el momento en que surgen discrepancias. En la construcción sólo se pregunta si la información está disponible o no sin importar si no es óptima o no tiene los estándares básicos necesarios. Esto

provoca una situación donde hay tareas que empiezan sin encontrarse las tareas previas en excelentes condiciones, perdiendo su calidad. *Making-Do* es causado por el fenómeno de la variabilidad en la producción, en el caso de la construcción existen tareas que pueden tener más de siete actividades previas a la tarea a realizar.

Al realizarse acciones sin las condiciones necesarias, se lleva a una improvisación y supuestos. Este tipo de conflictos afectan en ámbitos económicos, sociales y ecológicos reflejados en desperdicios y retrabajos. Las causas básicas que generan este conflicto según Ronen (1992), citado en Koskela (2004), son el síndrome de eficiencia, la presión por una respuesta inmediata y la inapropiada división de niveles, al cual Koskela (2004) le agrega la forma de gestión de la producción.

“Parece que la construcción cultiva como un arte el *Making-Do*, es una característica apreciada de todos los involucrados”. (Howell and Ballard 1994, citado en Koskela 2004)

El síndrome de eficiencia, trata sobre la urgencia de utilizar los recursos lo más rápido posible. Según Koskela (2004) el primer desperdicio *Making-Do* se genera en una relación cliente-diseñador y continúa con el diseñador-obra y/o diseñador- disciplinas involucradas. En la primera relación se suele llegar con una falta de conocimiento de necesidades, las cuales se suponen. Se avanza hacia los siguientes niveles de proyecto, con suposiciones que el autor comenta se suelen olvidar revisar o no hay tiempo. Esto lleva a la aparición de discrepancias entre diseños. Otras soluciones que menciona que se convierten en un *Making-Do* son: la iteración del diseño se elimina mediante un método de construcción alternativo. La interfaz entre las tareas de diseño está preestablecida. La solución de diseño está sobredimensionada para absorber todas las decisiones

futuras posibles. La solución de diseño se selecciona basándose principalmente en la consideración del progreso del diseño, evita el progreso de otras tareas de diseño tan poco como sea posible.

Se tiene entonces, un mal control de diseño lo que se convierte en un constante retrabajo tanto en oficina como en obra, llegando al punto que la obra rige al proyecto ejecutivo. Se generan trabajos por decisiones tomadas en obra, las cuales llevan al desperdicio por la mala ejecución y la nula revisión en papel o virtual de las posibles consecuencias del cambio, lo cual crea una cadena de errores que se llevan hasta el final de la construcción elevando el costo de la misma.

La presión por responder inmediatamente, se puede traducir como la exigencia de tiempos cortos de entrega a manera problemática, en donde explica Koskela (2004) que provoca poco avance el creer que al comenzar temprano se terminará temprano, otra causa es por la intención de obtener el trabajo, y, por último, la desconfianza del cliente de que se entregue a tiempo, él suele exigir se inicie de inmediato.

En la práctica, por sacar permisos de construcción para iniciar la obra con prontitud, los planos entregados a la oficina de Obras Públicas son “para sacar el paso”. Se lleva así la obra sobre la marcha a la par que la generación de planos. En consecuencia, se llegan a realizar avances en obra con planimetría que en cierto momento llega ser antigua y no concuerda con la actualización del proyecto, se suelen realizar soluciones en obra a falta de información o ajuste en procesos, se genera un aumento en el consumo de materiales, por tanto, el costo del proyecto.

La inapropiada división de niveles, habla sobre el mal manejo de las actividades, la forma de gestión de la producción en donde las discrepancias entre el plan y la realidad no se tiene en cuenta, lo que genera como resultado situaciones en donde *Making-Do* proporciona la solución (Koskela,2004). En el diseño y la construcción se relaciona con la insuficiente participación de los actores en la continuidad del desarrollo del proyecto y el desconocimiento de metodologías

apropiadas. Al no existir un contrato de seguimiento de los diferentes actores que participan en la obra, los ingenieros entregan los planos requeridos y no vuelven a tener contacto con el proyecto. La falta de comunicación ya sea por cambios de proyecto o errores encontrados no se corrigen, o se corrigen tarde, lo que agrega tiempos muertos al proyecto, además de cambios en las ingenierías que no son notificadas al diseñador de la misma. Se toman decisiones en obra por no tener la información actualizada. Aunado a la falta de intervención del ingeniero experto en ciertos temas, el uso de diferentes metodologías entre oficinas causa conflictos. En algunos despachos, se tiene el conocimiento de la metodología BIM, sin embargo, queda en muchos la idea de que se trata solamente de la utilización del programa de Revit, e incluso con conocimiento o no, prefieren la utilización de CAD, por lo que se necesita realizar un modelo de la información obtenida en CAD para realizar el cruce de información virtual. Así pues, el conjunto de las problemáticas anteriormente mencionadas tiene como resultado la presión en el trabajador, horas extras, aumento en el consumo de energéticos, aumentos en los costos, generación de desperdicio, gasto excesivo en materiales, etc.

Es por esto que se puede decir que un proyecto tanto en ejecutivo como en obra suele llevar una alta exigencia por parte del cliente, dando como resultado decisiones supuestas, las cuales, llegan hasta la construcción. Ésta suele iniciar antes de completarse el proyecto ejecutivo completo, sin una revisión o confirmación. Por resultado, lleva a retrabajo en oficina y obra, generando tareas como demoliciones y actualización de la información, recálculos, rediseños, modificaciones por requerimientos del cliente o el proyecto si lo requiere. En consecuencia, se retrasa la construcción, se generan residuos y se desperdicia material por demolición, también se generan nuevas impresiones (gasto en papel), gasto de horas-hombre desperdiciadas, trabajo extralaboral para el

empleado de oficina por reducción de tiempo de entrega (síndrome de la eficiencia) y aumento de modificaciones del proyecto.

En suma, la problemática de Koskela (2004) de *making-do* de la mano de la ausencia de metodologías apropiadas de trabajo, deriva en la ausencia de sustentabilidad ambiental manifestada en generación de residuos, desperdicios de materiales, y consumo energético; en la falta de sustentabilidad social reflejada en retrabajos, improvisación, deficiencia en la comunicación, y presión o estrés laboral; y por último en la carencia de sustentabilidad económica procedente del aumento de material, retraso y sobre costos.

1.3 Justificación de la investigación.

La planeación, construcción y funcionamiento del edificio son actividades que requieren de una gestión eficaz de la integración de las diversas disciplinas que lo generan. El proceso lineal actual de un proyecto arquitectónico va del diseño a la ingeniería (estructural-ingeniería, de instalaciones y especialidades) a la construcción, se le brinda un lapso corto a la planeación del proyecto para comúnmente iniciar obra antes de tener toda la información, lo que ocasiona poca visualización del proyecto completo, y por lo tanto las problemáticas anteriormente mencionadas. A través de las metodologías Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD) se busca brindar el conocimiento del trabajo colaborativo mediante la participación de los diferentes actores involucrados en un proyecto desde el inicio de la planeación del mismo, los cuales integren las consideraciones económicas, sociales y ambientales que conllevan planear y construir un edificio, para así lograr una gestión integral eficaz y sustentable desde la proyección hasta la edificación virtual que apoye la visualización compleja de la edificación y facilite la identificación temprana de afectaciones entre ingenierías y errores de diseño que contribuyan en la reducción de tiempos, desperdicios y retrabajos en obra.

Se busca lograr construir de forma más sostenible al reducir la generación de residuos de construcción ocasionados por errores de obra, disminuir el consumo energético y gasto económico y emisiones ocasionados por trabajos surgidos de manera extra a la planeación de la construcción del proyecto.

Se espera asegurar la disponibilidad de recursos, así como aportar una edificación donde el usuario obtenga una funcionalidad y experiencia eficiente.

1.3 Hipótesis o supuestos de trabajo.

Con el uso colaborativo de la metodología BIM e IPD se puede construir de forma sostenible al reducir la generación de residuos de construcción ocasionados por errores de obra, disminuir el consumo energético, gasto económico y emisiones ocasionados por trabajos surgidos de manera extra a la planeación de la construcción del proyecto.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Desarrollar una metodología de gestión eficiente de un proyecto arquitectónico, donde se logre desde su conceptualización y diseño una visualización integral y multidisciplinaria a través del uso de las herramientas de BIM e IPD, para reducir el impacto a la sustentabilidad (social, económico y ambiental) que se genera en una gestión tradicional, se espera eficientar sus recursos (humanos, materiales, tiempos costos, etc.) así como asegurar la disponibilidad de los mismos, de igual manera, aportar una edificación donde el usuario obtenga una funcionalidad y experiencia eficiente.

1.5 Objetivos Específicos.

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

- Describir el origen y desarrollo de las metodologías BIM e IPD y su situación en México.
- Describir la gestión de proyectos y el proceso actual de una obra arquitectónica en México y en el Área Metropolitana de Guadalajara AMG.
- Identificar a través de un análisis, los puntos débiles de un proyecto realizado con la metodología tradicional para encontrar áreas de mejora.
- Analizar cómo afectan los puntos débiles la sustentabilidad a través de indicadores.

- Proponer estrategia de trabajo de intervención entre los involucrados para eficiencia de la gestión del proyecto basado en las metodologías BIM e IPD que mejoren el proceso de utilización de las mismas que lleve a la sustentabilidad del proyecto.

1.6 Preguntas de investigación

Pregunta General

- ¿Cómo logran las metodologías BIM e IPD reducir el impacto a la sustentabilidad (sobrecostos, gasto energético, consumo de materiales, generación de residuos, y retrabajos) que genera un proyecto arquitectónico en su gestión y eficiencia de recursos?

Preguntas específicas

- ¿Qué es Building Information Modeling e Integrated Project Delivery, de dónde vienen las metodologías y cómo está el conocimiento de éstas en México y la Zona Metropolitana de Guadalajara o ZMG?
- ¿Qué es la gestión de proyectos y cómo funciona la gestión de proyectos habitual que funciona actualmente en la ZMG?
- ¿Cuáles son los desaciertos y mejoras que se puede tener en un proyecto arquitectónico en su planeación/gestión?
- ¿Cómo afectan los desaciertos en el proyecto al no utilizar las metodologías BIM e IPD a la sustentabilidad en sus tres dimensiones?
- ¿Cómo mejora la metodología BIM e IPD el proceso de un proyecto arquitectónico, a partir de las problemáticas en un proyecto?

1.7 Alineación epistemológica.

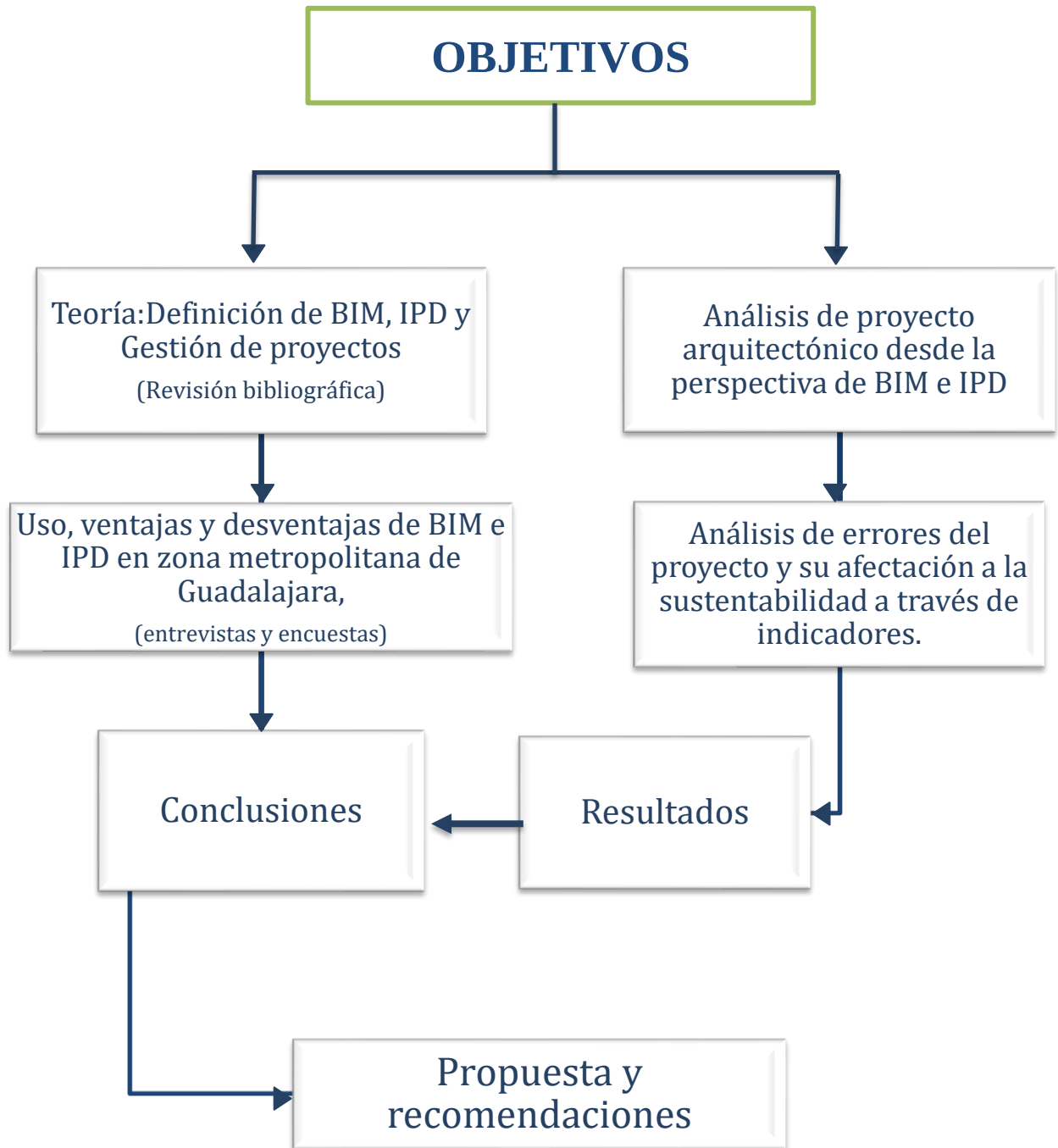
Tabla 1.2

Tabla de alineación epistemológica.

OBJETIVOS	PREGUNTAS	SUPUESTOS
General. Reducir el impacto a la sustentabilidad de que genera un proyecto arquitectónico (social, económico, ambiental) a través de una gestión de proyecto donde se aplique la metodología colaborativa de BIM e IPD para eficiencia de sus recursos (humanos, materiales, tiempos, costos, etc.)	¿Cómo logran la metodología BIM e IPD reducir un el impacto a la sustentabilidad un proyecto arquitectónico en su gestión y eficiencia de recursos?	Principal. Con la aplicación de la metodología BIM e IPD se logra la detección temprana de errores de proyectos e ingenierías, lo cual aporta a la sustentabilidad del proyecto en ahorro de tiempos, disminución de retrabajos y mayor eficiencia de recursos.
Describir el origen y desarrollo de la metodología BIM e IPD en la zona metropolitana de Guadalajara.	¿Qué es, de dónde vienen las metodologías y cómo está el conocimiento de éstas en México y la ZMG?	La metodología BIM e IPD se conocen y son utilizadas en la zona metropolitana de Guadalajara por separado, la metodología que ha llegado al mercado de la construcción tiene camino por recorrer y potencial por explotar.
Describir la gestión de proyectos y el proceso tradicional de una obra arquitectónica en la zona metropolitana de Guadalajara.	¿Qué es la gestión de proyectos y cómo funciona la gestión de proyectos habitual que funciona actualmente en la ZMG?	La aplicación de la metodología habitual en la gestión y procesos de proyectos provoca retrabajos y desperdicios en los recursos. Además de la poca participación de las diferentes disciplinas involucradas.
Identificar los puntos débiles de un proyecto realizado con la metodología actual, para encontrar las áreas de mejora.	¿Cuáles son los aciertos, desaciertos y mejoras que se puede tener en un proyecto arquitectónico en su planeación/gestión?	La identificación de los puntos débiles durante la gestión del proyecto son un punto de referencia en donde las metodologías BIM e IPD mejoran el proceso.
Analizar cómo afectan los puntos débiles a la sustentabilidad a través de indicadores	¿Cómo afectan los desaciertos en el proyecto al no utilizar la metodología BIM e IPD a la sustentabilidad en sus tres dimensiones?	La identificación de las afectaciones a la sustentabilidad por parte de los puntos débiles del proyecto son referencia de mejora desde planeación del proyecto a través de la metodología BIM e IPD.
Etapas de intervención entre los involucrados para eficiencia de la gestión del proyecto basado en la metodología BIM e IPD que mejoren el proceso de utilización de las mismas, y que lleve a la sustentabilidad del proyecto.	¿Cómo mejora la metodología BIM e IPD el proceso de un proyecto arquitectónico, a partir de las problemáticas en un proyecto?	La propuesta de estrategia de trabajo de gestión de proyecto general basado en la aplicación de la metodología BIM e IPD lograra conseguir disminuir los impactos a la sustentabilidad actuales del proyecto arquitectónico en su gestión, así como en las tres dimensiones de la sustentabilidad.

Nota: La Tabla 1.2 de alineación epistemológica. Fuente: Elaboración propia.

1.8 Esquema metodológico



Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Gestión de Proyectos.

La gestión de proyectos es definida por el Project Management Institute o PMI, (2000) como la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar actividades y cumplir los requisitos de un proyecto. Se realiza mediante el uso de procesos tales como: iniciar, planificar, realizar, controlar y cerrar, con el fin de lograr un trabajo dentro de ciertas limitantes (*i.e.* alcance, costo, tiempo, riesgo, calidad, necesidades y expectativas.)

Se basa en tres pilares fundamentales conocida como la triada clave de la construcción: plazo o tiempo, calidad y costo, (Figura 2.1) los cuales marcan los límites en los que se puede trabajar y lograr acuerdos entre los participantes, la triada impulsa al proyecto y permite ajustes según sea necesario, de lo cual derivan los puntos clave para la gestión, los cuales son:

1. La gestión debe generar estrategia, un plan de acción que desarrolla la ventaja competitiva.
2. La cultura de la empresa, es decir, su forma de ser, cómo actúa frente a los problemas y oportunidades, capacidad de adaptación a los cambios internos y externos.
3. Establecimiento de organización interna de la empresa. Definir funciones y delimitar responsabilidades para el cumplimiento de objetivos.
4. La gestión debe mejorar la ejecución de los procesos y por ende la productividad del negocio.

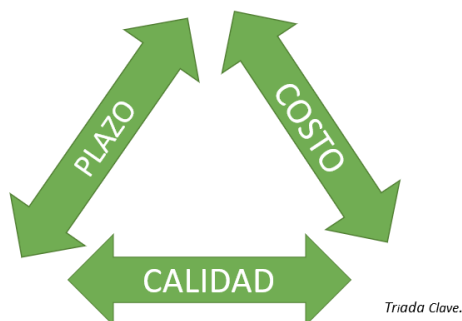


Figura 2.1 Los pilares de la construcción. Fuente: Project Managment Institute, (2000).

2.1.1 Metodologías actuales para el desarrollo de proyectos.

La organización de un proyecto comienza cuando un cliente llega con la necesidad de la realización y/o modificación de un diseño o construcción. Como se muestra en la Figura 2.2 el cliente es el actor principal al cual el arquitecto, el constructor, el ingeniero y la planeación están sujetas a sus necesidades de plazo, tiempo y calidad. Los diferentes actores llevan su proceso interno separados del otro.

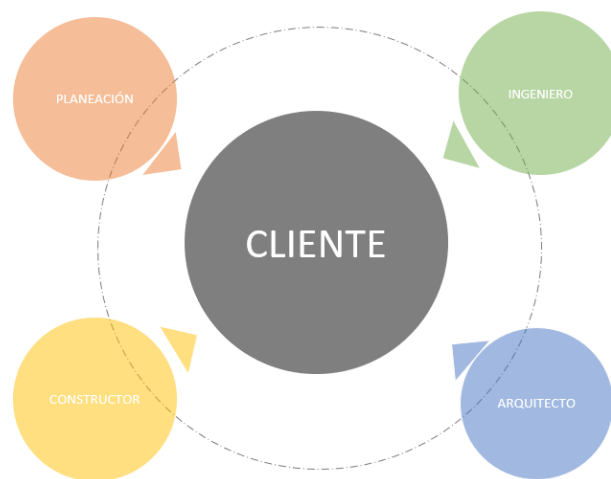


Figura 2.2 Relación entre los participantes en una gestión actual. Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo actual de proyectos se realiza a través de una sola persona encargada de la gestión del mismo denominado director de proyecto. Entre las funciones de éste se encuentra organizar, supervisar y aplicar los recursos necesarios para lograr los resultados esperados a través de la dominación de técnicas en planeación, dirección y control. Es la persona que se relaciona directamente con el cliente, la cual se busca sea lo bastante capacitada en temas de costos y manejo de exigencias. Es de suma importancia saber liderar cada fase de manera coordinada y organizada junto a los principales actores para ejecutar los proyectos según los plazos y costos acordados inicialmente.

La planificación del proyecto contempla las posibles fallas y exigencias del mismo como lo son la demanda de horas extras laborales, imprevistos y cambios rápidos que requieren de soluciones sobre la marcha tomadas bajo presión.

El desarrollo de un proyecto, se maneja a través del ciclo de vida del mismo, el cual se forma por cuatro fases: inicio, planificación, ejecución y cierre del proyecto. Estas fases son secuenciales, definen el principio y el final del proyecto y se trabaja de manera lineal. En la Figura 2.3 se muestra cómo en un ciclo de vida de un proyecto el tiempo y el costo es mayor a la parte intermedia del ciclo de vida.

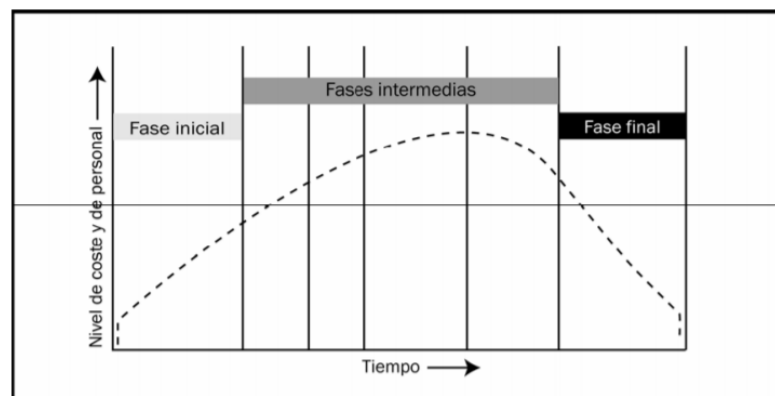


Figura 2.3 Coste de proyecto y nivel de personal típicos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Fuente: Guía fundamental para la gestión de proyectos (PMBOK GUIDE) Edición 2000.

El sector de la construcción al encontrarse en una economía basada en la competitividad, Eyzaguirre (2015) comenta, se busca aumentar los estándares de calidad y reducir costos con la intención de disminuir pérdidas para aumentar la productividad y el valor de un proyecto, por lo que es necesario la adopción de nuevas técnicas que abonen a la mejora de estos campos. El autor, también menciona que la productividad forma parte del proceso de transformación y los recursos necesarios para el desarrollo son la parte fundamental. Al hablar de construcción esos recursos son los materiales, la mano de obra el equipo (de manera directa) y el soporte de información, la cual tiene la función de unir los recursos con el producto final. Eyzaguirre (2015) explica que las

mediaciones de productividad recaen en la eficiencia de los tres primeros, de igual manera, es relevante controlar y medir el nivel de información generada que está presente entre los recursos en la etapa de inicio de un proceso.

Según explica Molenaar (2010) el Instituto de la Industria de la Construcción (CII, por sus siglas en inglés) considera que existen tres métodos de entrega o gestión de proyectos: Design-Build (DB), Design-Bid-Build (DBB) y Construction Manager-at-Risk (CMR), donde difiere la cantidad de actores involucrados en el mismo y el tamaño del proyecto a realizar, cada una presenta ventajas y desventajas frente a diferentes situaciones. Vio (2017) explica y compara las diferentes estrategias tradicionales de ejecución mostrando las ventajas y desventajas de cada modelo, los cuales se muestran a continuación.

Estrategia de ejecución Design-Build (DB)

La estrategia Design-Build (DB) o diseño-construcción en español, también conocida como “llave en mano”, ocurre cuando el inversionista del proyecto elige a la empresa en base a sus necesidades y lo apoyen a tener una mejor claridad sobre la materialización de su proyecto. La participación del dueño del proyecto en las primeras etapas es de vital importancia, sin embargo, su participación se ve disminuida conforme avanza el mismo. En este tipo de estrategia, como se muestra en la Figura 2.4 una sola empresa es la encargada de todas las etapas del diseño y construcción de la obra, se establecen plazos de ejecución y precios del contrato entre el dueño del proyecto y la empresa.

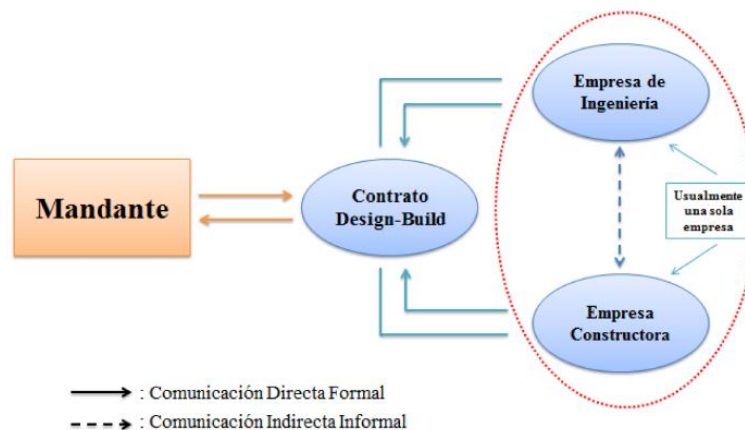


Figura 2.4. Esquema estrategia de comunicación ejecución de proyectos DB Fuente: *Project Delivery Selection*, K. Molenaar (2014) citado en *La estrategia de ejecución de proyectos IPD situación actual y tendencias*. Vio Carrasco, J.A. (2017).

Este tipo de estrategia de ejecución tiene sus ventajas y desventajas, las cuales se muestran en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1
Ventajas y Desventajas estrategia de ejecución DB

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se pueden ejecutar proyectos rápidamente ya que no es necesaria la finalización de la Ingeniería de detalles para comenzar con la construcción.	El dueño puede tener participación escasa en fase de inversión del proyecto (ingeniería de detalles y construcción) y muchas veces los resultados pueden no cumplir con sus expectativas.
Solo un contratista se encarga del diseño y construcción de la obra, lo que en general disminuye las controversias entre empresas y durante el proyecto.	El contratista DB, al asumir mayores riesgos en la ejecución del proyecto, puede ofertar un costo mayor por la ejecución de la obra en etapa de licitación, si el alcance no está bien definido.
La posible integración de la opinión de la empresa constructora en la ingeniería de detalles permite generar un diseño orientado a la construcción, mucho más eficiente y óptimo.	Ya que en general la forma de pago es suma alzada, el contratista DB podría optar por soluciones de diseño y constructivas que sean más convenientes para sí mismo.
	La temprana adjudicación del contrato puede generar que existan variaciones entre el presupuesto del proyecto y el costo real de la obra.

Nota: la Tabla 2.1 muestra las ventajas y desventajas de la estrategia de ejecución DB. Fuente: Ventajas y desventajas estrategia de ejecución DB. Elaborado por A. Dykstra (2011 citado en La estrategia de ejecución de proyectos IPD situación actual y tendencias. Vio Carrasco, J.A. (2017).

Estrategia de ejecución Design-Bid-Build (DBB)

La estrategia Design-Bid-Build (DBB) o diseño-licitación-construcción en español, suele ser a las más utilizadas en el sector público, en donde las empresas compiten ya sea por el diseño o la construcción a través de un concurso al entregar ofertas técnicas y económicas respectivamente.

En este tipo de estrategia, como se muestra en la Figura 2.5 se manejan los contratos de forma separada, sin embargo, es posible que el diseñador como el constructor estén en comunicación.

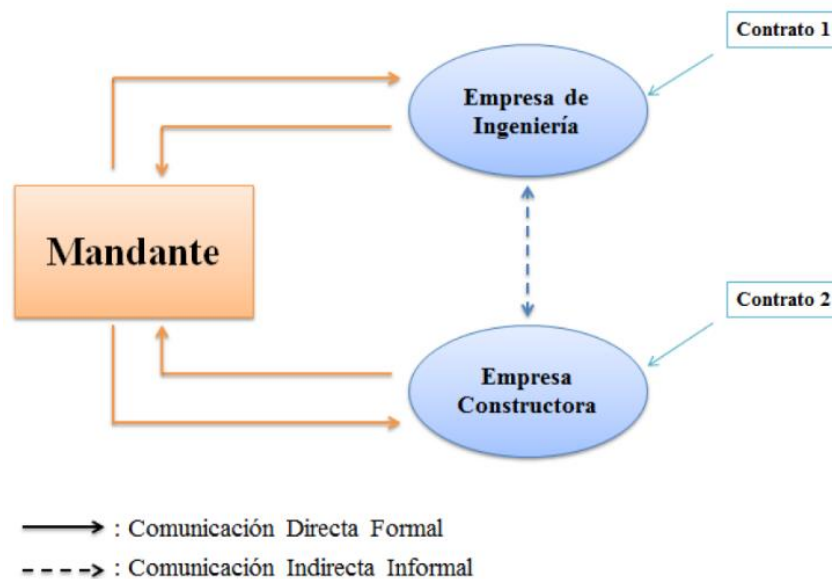


Figura 2.5 Esquema estrategia de comunicación ejecución de proyectos DBB Fuente: *Project Delivery Selection*, K. Molenaar (2014) en *La estrategia de ejecución de proyectos IPD*.

Este tipo de estrategia de ejecución tiene sus ventajas y desventajas, las cuales se muestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2

Ventajas y Desventajas estrategia de ejecución DBB

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estrategia aplicable a todo tipo de proyectos, conocida y comúnmente utilizada por los profesionales.	Posibles controversias entre la empresa de Ingeniería y Construcción debido a errores en los entregables de diseño, lo que se traduce en potenciales atrasos o sobrecostos.
Mayor control del proyecto y por parte del cliente en las fases de diseño, en la licitación y construcción.	El proyecto puede tener una duración mayor comparado a otras estrategias ya que el diseño debe de estar completo para realizar la licitación y construcción de la obra.
La licitación de la construcción (realizada una vez terminada la Ingeniería de Detalles) es altamente competitiva entre diferentes empresas constructoras.	Imposibilidad de desarrollar las fases de diseño y construcción en paralelo a lo que hace que cada etapa del ciclo de vida del proyecto se vuelva crítica
El general, el desarrollo lineal de las 3 fases (diseño-licitación-construcción) es más fácil de administrar.	En general, existe una baja integración de participantes claves del proyecto en la etapa de desarrollo de Ingeniería ya que en ese entonces aún no se conoce al contratista que realizará la construcción.
	No es una estrategia apropiada para realizar cambios en el alcance del diseño una vez comenzada la construcción.

Nota: la Tabla 2.2 muestra las ventajas y desventajas de la estrategia de ejecución DBB. Fuente: Comparación cuantitativa entre el Modelo Desin-Bid-Build y el modelo Desing-Build. Salazar, F. (2010) citado en La estrategia de ejecución de proyectos IPD situación actual y tendencias. Vio Carrasco, J.A. (2017).

Estrategia de ejecución Construction Managment at risk (CMc)

La estrategia de ejecución *Construction Managment at risk (CMc)* o gestión de la construcción en riesgo en español, se trata de un equipo integrado que se enfoca en la planeación, diseño y construcción de un proyecto. El equipo consiste en el dueño, el diseñador (que puede ser parte del equipo del dueño) y el gerente de construcción. (Greenberg y Shane, 2010).

Se maneja a través de dos contratos diferentes con cada una de las partes, el diseñador y la empresa constructora (conocida como CMc). Ésta es la encargada del control principal de la obra, es quien define tiempos y costos, además de dar seguimiento y supervisión al trabajo desarrollado por la empresa encargada de realizar el proyecto. En la figura 2.6 se puede ver la relación entre el dueño o mandante del proyecto, y la comunicación y relación con la empresa de ingeniería o diseñadora junto con la empresa constructora.

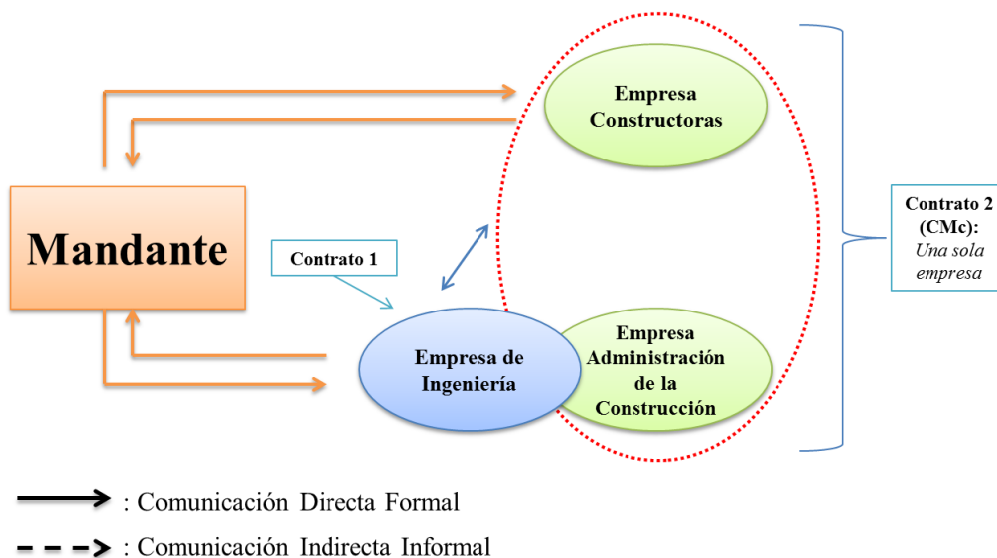


Figura 2.6 Esquema estrategia de comunicación ejecución *Construction Managment at risk* Fuente: *Project Delivery Selection*, K. Molenaar (2014) en *La estrategia de ejecución de proyectos IPD*.

En este tipo de estrategias el pago se maneja en dos partes, la empresa constructora acuerda un pago por honorarios por la parte de administración en el proceso de diseño. Al estar el proyecto entre un 50 % a 90 %, se presenta una oferta técnica y económica de parte de la empresa constructora para la realización de la obra. En la Tabla 2.3, se describe las ventajas y desventajas consideradas en este tipo de estrategia.

Tabla 2.3

Ventajas y desventajas CMc

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se pueden ejecutar proyectos rápidamente ya que no es necesaria la finalización de la Ingeniería de Detalles para comenzar con la construcción.	La licitación de la construcción no es competitiva. El valor y forma de pago del contrato se negocia entre el mandante y el contratista CMc en la etapa de diseño directamente.
Hay integración de especialidades en la fase de diseño, ya que el equipo CMc (que además realiza la construcción de la obra) participa de las principales decisiones de la Ingeniería de detalles y se encarga que los entregables estén orientados a la construcción.	El equipo CMc puede cobrar un valor alto al mandante por sus servicios en caso que el alcance del proyecto no se encuentre bien definido en el momento de la negociación
El equipo CMc supervisa y controla los entregables de la Empresa de Ingeniería, lo que permite tener menos errores y optimizar la fase constructiva.	La supervisión y control de las labores ejecutadas en fases de diseño no están presentes en la fase constructiva, ya que es el mismo equipo CMc el que construye.
Mayor control del proyecto de parte del cliente en cada una de las fases y etapas del ciclo de vida del proyecto.	Requiere una mayor cantidad de contratos que deben ser administrados por el mandante en comparación a otras estrategias de ejecución.
El contratista CMc garantiza que la obra se construye por un costo plazo fijo el cual es acordado con el mandante.	

Nota: la Tabla 2.3 muestra las ventajas y las desventajas de la estrategia de ejecución CMc. Fuente: What are the Different Construction Deliver Types and advantages of Each ? CMAA (2013) citado en La estrategia de ejecución de proyectos IPD situación actual y tendencias. Vio Carrasco, J.A. (2017).

2.1.2 Metodología de proyecto arquitectónico ejecutivo.

El proyecto ejecutivo lo define Jarquín (2012) como una totalidad de una serie de documentos, tales como memorias, cálculos, planimetría, presupuestos, especificaciones y programas, que contienen información precisa (interpretada por diferentes profesionales del ramo) necesaria para la ejecución de obra.

Existen diversas metodologías para el desarrollo de proyectos arquitectónicos y urbanos, no obstante, una de las mas comunes es la que se presenta a continuación. El proceso de diseño lo define Rioja, (s.f.) en cinco puntos (investigación, esquema básico, anteproyecto, proyecto arquitectónico, proyecto ejecutivo) que se explican en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Rioja, G.(s.f.) Proceso de diseño. Proceso de diseño arquitectónico (Bolivia/México). Recuperado de: https://www.academia.edu/36471962/Proceso_de_Dise%C3%B1o_Arquitect%C3%B3nico

El proyecto en su metodología toma en cuenta los procesos de planimetría, visualización, cuantificaciones y presupuestos. “la metodología tradicional se enfoca en el proyecto de una manera unitaria en su referencia, pero completamente desconectada en cuanto a procesos y a una base de datos única.” (Granero, 2017). Los proyectos ejecutivos se dibujan en 2D, lo que implica que cada elemento del proyecto se maneje por separado. Lo mismo ocurre para maquetas (visualización) físicas o virtuales, así como cuantificación y presupuesto. Los procesos se manejan de manera independiente, lo que provoca modificar y actualizar cambios en proyecto en cada elemento de manera manual, dando como resultado mayor tiempo y esfuerzo, además de la probabilidad de posibles errores de omisión o malinterpretación.

Con base en los diseños técnicos se planean los procedimientos y actividades a ejecutar en obra, aportando información necesaria, oportuna y específica. Sin embargo, se presenta con frecuencia la adición de tiempos en la programación y sobrecostos de construcción de muchos de los proyectos ya desarrollados y en proceso de obra, esto debido a la imprecisión y elevado porcentaje de incertidumbre de la información contenida en los diseños y estudios técnicos la cual no se concibe y se desarrolla como un todo integral, sino como la sumatoria de muchas partes generadas de manera aislada. (Vela, L. 2016)

2.1.3 Metodología de proyecto de construcción.

Se define como construcción a “Todo aquello que suponga y exija antes de concretarse, disponer de un proyecto predeterminado y que se hará uniendo diversos elementos de acuerdo a un orden (...) el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras.” (Ucha, 2009).

Para considerar un proyecto edificable, es necesario la generación del presupuesto del mismo, el cual, se desarrolla de la mano del proyecto arquitectónico. Ambos son fundamentales para la factibilidad de cualquier proyecto a realizar y se complementan entre sí. Según define Forero (2011) el presupuesto se compone de seis etapas:

1. Estimativo preliminar, es una aproximación a un costo estimado que se genera de manera rápida basada en conocimientos previos, normalmente se maneja por costo de metro cuadrado.
2. Presupuesto preliminar, busca tener mayores detalles en aspectos que influyen directamente el proyecto arquitectónico como normatividad, materiales, mano de obra, recursos que puedan influir en el costo. Su objetivo es verificar la viabilidad del proyecto.
3. Presupuesto a nivel de anteproyecto, debe tener una aproximación real al definitivo, estimando un 10% de margen de error. Se busca tener a este nivel los planos arquitectónicos definitivos en diseño y en nivel de anteproyecto las diferentes áreas que complementan en proyecto ejecutivo.
4. Presupuesto definitivo, se genera a partir de la actualización del proyecto arquitectónico y técnicos definitivos con los que se ajusta cantidades y especificaciones reales proyectadas.

Los presupuestos se consideran aproximados y temporales, pues la oferta y la demanda de material, así como la habilidad de trabajadores pueden ser un factor de variabilidad, por esto, se consideran los puntos 5 y 6 como ajustes posteriores y actualizaciones, en caso de que sean necesarios.

En conjunto con el proyecto y el presupuesto Quijano, J. (2012) menciona como parte de la planeación previa a la construcción los siguientes elementos: documentación legal (permisos, licencias, registros, etc.) contratación, conocimiento del proyecto, especificaciones, calendario de obra, identificación de servicios básicos de infraestructura (agua potable, drenaje, electricidad, pavimentación, etc.) además de todo lo relativo a accesos para recibir insumos y personal. Así mismo, herramientas (*e.i.* calendario de obra, cruce de información, presupuestos, comunicación por diferentes medios, planimetría, etc) para la gestión de un proyecto de construcción.

A partir de una programación, se analiza la importancia efectiva en el proceso, se genera el calendario de obra, la ruta crítica, tiempo y recursos financieros que se utilizarán a lo largo de la construcción. Se elabora en papel y se lleva en orden establecido en la realidad (despalme, cimentación, muros, cubiertas, acabados, etc.) según requerimientos del proyecto. El control de obra tiene como objetivo el que la programación y el proyecto se cumpla como lo planeado, el cual se apoya con softwares para alineamientos de ejecución, control y entrega física de la obra. La existencia de un residente o supervisor de obra, quién se encarga de la revisión de procesos, solución de problemas, entre otras cosas. Se apoya de reportes de avance de obra, donde se muestra el avance físico y financiero, los cuales son periódicos y cuentan con fotografías hasta la entrega de la obra.

Así mismo, existen procesos de control constructivos de revisión de la obra por parte de personal de la constructora como el residente, es hasta entonces, cuando es posible surjan dificultades debido a la incertidumbre del proyecto, que modifiquen las metodologías mencionadas, y se necesite regresar a ciertos puntos. Sin embargo, si se encuentra en la etapa de construcción, suele ser imposible esperar a realizar el proceso metodológico completo para los ajustes, es entonces, cuando se improvisa y se soluciona sin verificar su afectación al costo, al tiempo (obra y oficina).

2.2 Building Information Modeling (BIM).

El término de Building Information Modeling, Modelo de Información para la Construcción en español, o BIM se utiliza para describir un producto digital, así como los procesos que conlleva la creación y el uso del modelo, el modelado para la construcción, su propósito es permitir un trabajo eficiente con respecto a los activos de construcción (Arcadis, p.2).

Uno de los grandes beneficios de esta metodología es la factibilidad de construir virtualmente el edificio proyectado, que además se realiza de manera colaborativa, es decir, a partir de un modelo de información, que se trabaja con varios actores al mismo tiempo; la información obtenida se puede compartir a otros programas sin necesidad de cambios o ajustes y/o la información de diferentes disciplinas se puede unir en un mismo archivo para la visualización total del proyecto. El inicio de BIM se considera en el año de 1975 por Charles M. “Chuck” Eastman, arquitecto en Berkeley, y trabajador de las ciencias de la computación en la Universidad Carnegie Mellon. Introdujo el concepto de “Building Description System”, donde critica la falta de coherencia en la formación arquitectónica al no venir toda ella de un solo modelo. Publicado en el AIA Journal ese mismo año, en donde escribió lo que ahora se conoce como parte de la funcionalidad o rutina del trabajo en BIM:

[diseñado por]... Interactivamente definiendo elementos...derivando secciones, planos, isométricos o perspectivas desde la misma descripción de elementos...cualquier cambio de arreglo tendría que hacerse solo una vez para que todos los dibujos futuros se actualicen. Todos los dibujos derivados desde la misma disposición de elementos serían automáticamente coherentes...Cualquier tipo de análisis cuantitativo podrían ser fácilmente generadas...proporcionando una sola base de datos para análisis visuales y cuantitativos...verificación automatizada del código de construcción en el ayuntamiento o la oficina del arquitecto. Los contratistas de grandes proyectos pueden encontrar esta representación. Ventajoso para l programación y el pedido de materiales. (Eastman 1975, citando en BIM Handbook, p.XI) *Traducción de autor.*

Se llevó a cabo en Europa un trabajo paralelo entre finales de 1970s y principios de 1980s en especial en Reino Unido, así como los esfuerzos para su comercialización. A principios de 1980s se le conoce a la metodología con el nombre de “Building Product Models” en Estados Unidos y como “Product Information Models” en Europa. En los dos nombres se utiliza la palabra product o producto en español para distinguir el resultado que se obtiene de la metodología. Así a finales de 1980s se fusionan los dos nombres eliminando la palabra product, generando “Building Information Modeling”.

En 1986 Robert Aish, quien ha desarrollado software para compañías como Arup, Rucaps y Bentley, escribe un artículo donde usa el término “modelado de edificios” a término de como lo conocemos hoy en BIM (Eastman, Teicholz, Sacks, Liston, 2008). En él, Aish describe la utilización de elementos para la implementación de esta metodología como el modelado en 3D, la automatización del dibujo, componentes paramétricos inteligentes, bases de datos relacionales, fases temporales de los procesos de construcción, etc. Aplicados en un estudio de caso aplicando el Rucaps en la terminal 3 del aeropuerto Heathrow de Londres.

2.2.1 Software para representación arquitectónica.

La representación gráfica de los proyectos arquitectónicos se remonta, según explica Sainz (2005) en su libro “El dibujo de arquitectura” a principios del siglo IX, en la época medieval, de la cual se tiene el plano constructivo del monasterio de St. Gallen, Suiza, el dibujo arquitectónico plasmado en papel más antiguo conocido. La representación se realizó con papel y tinta desde esta época hasta la llegada de las computadoras y el software apropiado para la tarea, llegando así el “*Computer Aided Design*” o diseño asistido por computadora, conocido mejor como CAD. Existen diversos programas y casas de software que cuentan con este sistema. El mayormente conocido es AutoCAD de la compañía Autodesk, quien lanza su primera versión de programa en 1982 con la versión 1.0. Dos años después en 1984 la empresa húngara, Graphisoft, lanza el primer software BIM en el mundo denominado ArchiCAD. En 1985 la empresa Bentley Systems, proporciona funciones avanzadas de diseño asistido por el ordenador (Tjell, 2010). Para el año 2002 Autodesk compra la compañía Revit Technology Corporation para ingresar a las plataformas BIM.

En particular, la función principal de este tipo de software se centra en un diseño y construcción virtuales. Entre los años 2002 y 2005, después de que Jerry Laiserin popularizara el término BIM cuando publicó su artículo “*Comparing Pomes and Oranges*” en 2002, donde defendió la adopción de aplicaciones para crear modelos de información de edificios (Picó, 2002, citado en Roldán, Martín y De la Torre, 2012), se da un impulso al conocimiento de softwares con metodología BIM, entre las más conocidas de encuentran, Autodesk Revit, ArchiCAD, Tekla, Bentley Systems, Nemetschek-Allplan y Vico Software.

Los programas con mayor fuerza en el mercado son Revit de Autodesk y ArchiCAD de Graphisoft, ambos programas cuentan con funciones similares y diferencias, de modo que depende del usuario la decisión de cual usar a partir de sus necesidades.

2.2.2 Metodología BIM

La metodología BIM es definida por el UK BIM Task Group (2014) citado en Choclán, F y otros (S.F.) como la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados, y vinculados a ellos. En la Figura 2.8 se muestra como BIM es útil a lo largo proceso del proyecto en sus diferentes etapas, desde el diseño, la construcción y operación, se tiene la información necesaria a través de la metodología y los modelos generados.



Figura 2.8 BIM llega la función laboral de la construcción. Construye-TIC (2014)
Recuperado de: <http://www.construye-tic.com/el-bim-llega-a-la-fundacion-laboral-de-la-construccion/>

BIM permite el trabajo colaborativo entre los diferentes actores del proyecto, es decir, se pueden compartir la información generada en distintas plataformas de trabajo, sin necesidad de volver a reprocesarlas. También permite realizar el modelo virtual de una construcción que da acceso a la visualización 3D del edificio a construir, lo que permite una mejor apreciación del diseño y elementos y procesos constructivos del mismo.

Para la metodología BIM el ciclo de vida consta de siete dimensiones, las cuales se muestran en la Figura 2.9 y se definen de la siguiente manera:



Figura 2.9 Profundidad de las dimensiones de BIM en proyectos de alta complejidad. Grupee,H. (2016) Recuperado de:
<http://www.hildebrandt.cl/dimensiones-bim-proyectos-de-alta-complejidad/>

La primera y la segunda dimensión algunos autores las colocan y otros no, pues se basan en las tareas iniciales de la planeación, las ideas, bocetos y el uso de 2D, ya sea a mano o en AutoCAD como suele pasar en proyectos que se busca actualizar o cuando se necesita el modelo y el diseñador de esa disciplina no utiliza herramientas BIM.

Dimensión 3D. Es el modelo de información del edificio, donde se encuentran los objetos parametrizados que logran la representación en tercera dimensión de la edificación, como lo son columnas, muros, ventanas, instalaciones, estructura, entre otros. Se considera la base para el ciclo de vida del proyecto, de éste se generan la planimetría, visualizaciones y los elementos necesarios para las siguientes dimensiones.

Dimensión 4D. Calendarización o tiempos. Utilizada para la eficiencia y duración de las fases de los proyectos, facilita una planeación detallada y una simulación del progreso de la construcción. Útil para la definición de intervenciones de los contratistas.

Dimensión 5D. Se basa en la estimación de los costos y el control de gastos a partir de los datos obtenidos en el modelo 3D y así optimizar la rentabilidad del proyecto.

Dimensión 6D. También conocida como GREEN BIM, o, BIM verde, consiste en la simulación energética de la edificación, gestión de recursos.

Dimensión 7D. Se enfoca en el ciclo de vida o gestión de la edificación para el mantenimiento. Es posible con el conjunto de dimensiones, que ésta permita la localización de instalaciones para inspecciones o reparaciones, el conocimiento de productos o materiales usados en la edificación así con el modelo virtual, se puede facilitar tiempos de reparación y localización de áreas dañadas, es decir, ver “detrás de las paredes”.

2.2.3 Herramientas de la metodología BIM

Level Of Development LOD

Las Siglas LOD pertenecen a las iniciales del Level of Development o Nivel de Desarrollo, el cual define BIMForum (2015) basados en las ideas del Instituto Americano de Arquitectura o AIA por sus siglas en inglés, como la escala de perfeccionamiento de un elemento del modelo relacionado a la geometría y la información relacionada con él. Éste se define por los requerimientos del contenido del elemento y usos (análisis, coste, programación, coordinación, y otros). En ocasiones se llega a asignar el acrónimo LOD de manera errónea a Level of Detail, o Nivel de Detalle, el cual “refiere en esencia a la cantidad de detalle incluida en el elemento del modelo” (Sánchez, 2016). Es importante mencionar, que se pueden tener diferentes desarrollos de LOD en un mismo proyecto, ya que el concepto se relaciona con los elementos del modelo. Sin embargo, para considerar que el proyecto ha llegado a determinado nivel, es necesario que la totalidad del mismo se ubique en el LOD deseado.

Los Niveles de Desarrollo se clasifican de manera numérica, la nomenclatura inicial fue dada por el AIA y posteriormente ampliada por ellos mismos en el documento G202. Este documento da la capacidad de cualquier interesado el adaptar, modificar e incorporar nuevas definiciones de LOD, dando pie a las definiciones más conocidas elaboradas por BIMForum en diciembre del 2014, las cuales se definen a continuación. (Alonso, J. S.F.)

- LOD 100. Nivel básico, se muestra de manera conceptual los elementos del proyecto con la intención de un análisis para dimensiones, orientación, ubicación, un coste estimado por área o volúmenes. Algunos elementos pueden quedarse en este nivel, hasta ya muy avanzado el proyecto.
- LOD 200. Se utiliza para definir de manera gráfica el elemento, es decir, ya cuenta con forma, dimensión ubicación. Los elementos pueden llevar información a un nivel mayor que el LOD anterior, o más cercana a la realidad. Es útil para la realización de un presupuesto más específico, realizar planificaciones o tener criterios de prioridades y de criterios generales. Un ejemplo para este nivel es una fachada definida a realizar de ladrillo, pero no determina su sistema constructivo.
- LOD 300. Se define de manera gráfica el elemento, está geométricamente definido a detalle su posición, uso, dimensión, forma y orientación/ubicación. Se puede usar para coordinación, programación y análisis de funcionamiento.

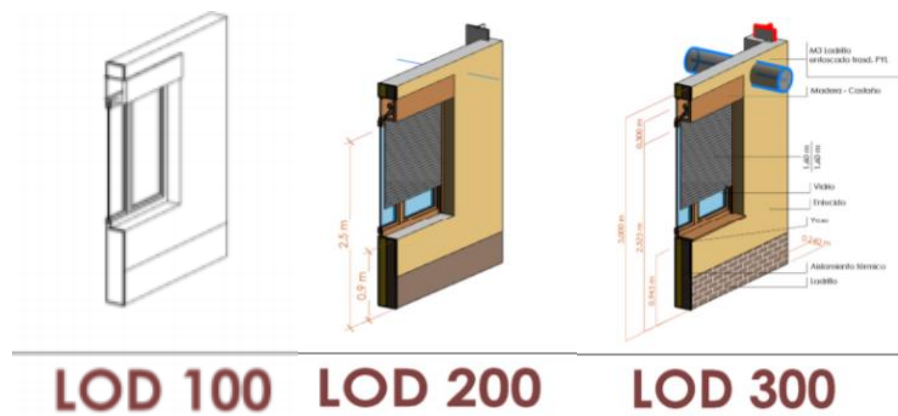


Figura 2.10 Representación Gráfica del LOD 100,200 y 300. Fuente: Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. Madrid. J (S.F.) Recuperado de: https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Sma

- LOD 350. Similar al LOD 300, con la diferencia de que incluye interferencias entre los distintos elementos. Es habitual que se modifique la totalidad del proyecto, pues

intervienen o se agregan elementos de disciplinas como estructura e instalaciones, dándole prioridad a un elemento frente al otro.

- LOD 400. El elemento está definido a detalle en su geometría, en su posición y al sistema constructivo, así como en cantidad, montaje, dimensión, orientación y fabricación. Brinda información para un coste preciso, coordinación y programación, tanto para la fabricación del mismo como dentro del desarrollo del proyecto.
- LOD 500. El nivel es conocido como “as built”, es decir, va en relación con la construcción ya realizada, su función se enfoca hacia el futuro, por ejemplo, el estado actual de la edificación, mantenimientos del mismo, renovaciones, modificaciones, conocimiento de productos utilizados.

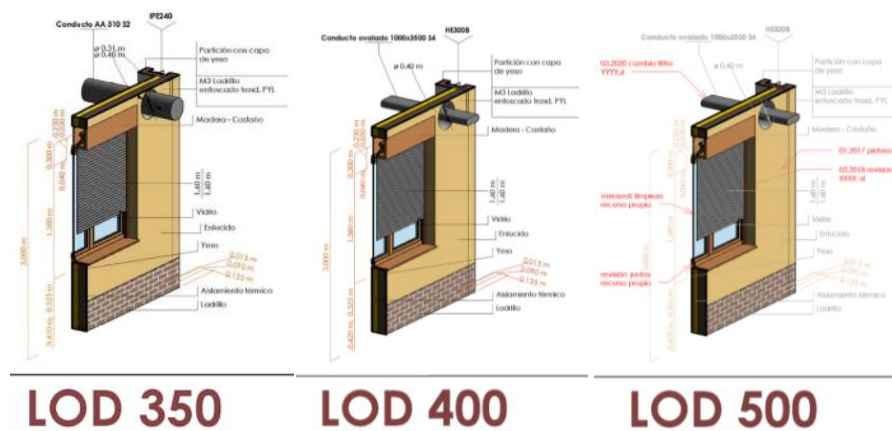


Figura 2.11 Representación Gráfica del LOD 350,400 y 500. Fuente: Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. Madrid. J (S.F.) Recuperado de:

La Figura 2.12 muestra de manera sencilla la relación de los niveles LOD de la mano con el desarrollo del proyecto: LOD100-prediseño. LOD 200,-diseño conceptual/esquemático. LOD 300-Detalle o desarrollo del proyecto. LOD 350- Documentación para construcción. LOD 400- Fabricación y ensamblaje y LOD 500- “As Built”.

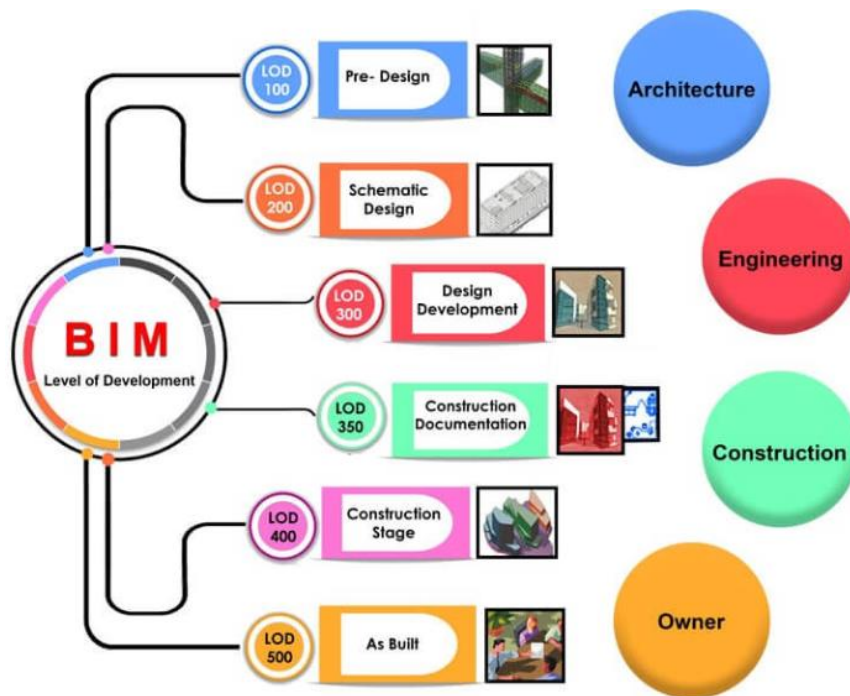


Figura 2.12 Relación de los niveles LOD y etapa de proyecto. Fuente: BIM Level Of Development (LOD) 100,200,300,400 y 500. SRINSOFT. Recuperado de : <https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html>

BIM Execution Plan (BEP)

El BIM Execution Plan o BEP es un plan de ejecución para llevar a cabo un proyecto BIM, el cual busca “dirigir a los propietarios, gerentes de programas y participantes tempranos de un proyecto, a través de un proceso estructurado para desarrollar planes detallados, consistentes para los proyectos” (CIRP, 2010).

CICRP (2010) propone cuatro pasos para el proceso de la generación de BEP.

1. Identificar los altos valores del uso de BIM durante la planeación del proyecto, diseño, construcción y fases de operación. Se considera uno de los pasos más importantes, pues la definición de las metas para la utilización de BIM en el proyecto, es la base de los siguientes pasos.
2. Diseñar el BIM Execution Plan creando un mapa de procesos que muestra las secuencias y la interacción de los miembros del equipo de trabajo y los procesos BIM.
3. Definir los entregables BIM en forma de intercambios de información, es decir, tener claro al autor de la ésta y a quien la recibe, además de que la información debe ser clara para ambas partes.
4. Desarrollar la infraestructura en forma de contratos, procedimientos de comunicación, tecnología y control de calidad para apoyar la implementación.

Es importante mencionar que no existe una normativa para la elaboración del plan, pero si existen diversas guías, las cuales pueden servir de base para elaborar el BEP que se adecúe a las necesidades del proyecto.

Colaboración BIM

Existe una gran variedad de programas BIM para las diversas disciplinas involucradas e incluso para una misma disciplina, lo que, según Saldías (2010) se puede considerar conflictos de interoperabilidad la vinculación en las distintas herramientas, así como los detalles de modelado, alcances, nivel de conocimiento, procesos y cultura de trabajo de las empresas.

Uno de los grandes beneficios que brinda el trabajo en la metodología BIM, es la capacidad de compartir información (interoperabilidad) hacia diferentes programas, partiendo de los datos obtenidos del software donde se generó el modelo. De esta manera, la información es confiable y consistente dado que se genera de la fuente original.

La forma más conocida de interoperabilidad se denomina Industry Foundation Classes o IFC, es una extensión que permite ese intercambio de información entre programas de manera abierta, permite una compatibilidad geométrica en un entorno común (Figura 2.13), sin embargo, la exportación de la información presente en los modelos no siempre es perfecta (...) puede causar la pérdida de la información del modelo. (BIM experts, 2019).

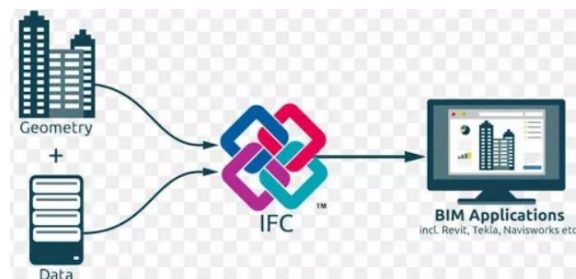


Figura 2.13. Usos del IFC. Fuente: *IFC e Interoperabilidad en BIM*, BIM Experts (2019)
Recuperado de: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/ifc-e-interoperabilidad-en-bim/>

Una solución a este problema, explica BIM experts (2019) es la creación de plugins o softwares que apoyan a la traducción de archivos del entorno de un desarrollador a otro diferente. Por ejemplo, Bentley Systems dispone de plugins para softwares de Autodesk.

Otra forma de trabajo colaborativo es la elaboración de la información en un mismo modelo BIM donde intervienen diferentes colaboradores y/o disciplinas a través de las herramientas de colaboración que brindan las plataformas de trabajo. Para ejemplificar este punto, se hablará de las herramientas que ofrece el programa Revit, ya que al ser un programa creado del mismo desarrollador que AutoCAD, es más sencillo aprender su manejo debido a su familiaridad. Aun así, otros programas BIM pueden tener este tipo de funciones con diferente nombre o plataforma relacionado a su casa desarrolladora.

De una manera simple Estarte (2017) explica que existen dos modos de trabajo colaborativo en el programa, que se puede utilizar de manera combinada o no.

- 1) Vinculación y coordinación en BIM. Al crearse diferentes modelos para cada disciplina (arquitectura, estructura o instalaciones) el programa permite la vinculación entre ellos, es decir, insertar a un archivo principal, archivos de otras disciplinas para su coordinación.
- 2) Subproyectos y sincronización en BIM. Existe una herramienta llamada “Colaborar” que permite el trabajo simultáneo por diferentes miembros del equipo, se trabaja a través de un modelo central del que se generan archivos locales para cada computadora. Al mandar la información al modelo central, la información se actualiza para todos. Esta herramienta se puede crear utilizando una red local de trabajo, en la nube, y/o en una herramienta llamada BIM 360 de Autodesk. (Figura 2.14).



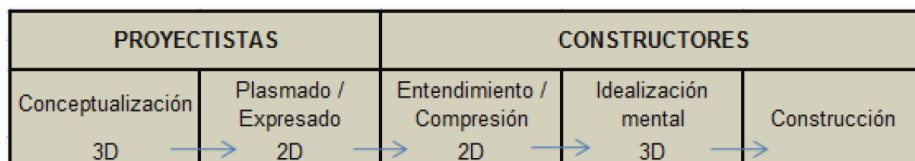
Figura 2.14 Ejemplo gráfico del concepto de subproyectos y sincronización en BIM.
Fuente: BIM, una responsabilidad del promotor. MV-BIM (2019). Recuperado de:
<http://mv-bim.com/bim-una-responsabilidad-del-promotor>

Además de la interacción de trabajo colaborativo, el programa permite la compatibilidad con otros programas como la exportación e importación de archivos CAD, archivos para el programa Navisworks (coordinación del modelo.) Exportación de tablas compatibles con programas para presupuestos, imágenes, y demás cosas que permiten la utilización de un solo software como fuente de archivos bases para demás partes del ciclo de vida del proyecto.

2.2.4 Diferencias de realización de proyecto entre el modelo tradicional y el modelo BIM

El proceso diseño-construcción según explica Eyzaguirre (2015) nace a partir del imaginativo de la edificación en tres dimensiones plasmada en planos (dos dimensiones). Basados en esta planimetría los constructores generan un entendimiento del modelo tridimensional y se da inicio a la etapa de la construcción. La Figura 2.15 muestra cómo el proceso o interfaz tradicional lleva la expresión y entendimiento en líneas bidimensionales que pueden llevar a supuestos y pasos innecesarios, además, como menciona Granero (2017), la metodología se enfoca en el proyecto de forma unitaria y se desconecta de los diferentes procesos. En cambio, en la interfaz moderna, se tiene desde la conceptualización y plasmado la visualización tridimensional que apoya al entendimiento del diseño tanto a proyectistas como constructores en mayor claridad para lograr el objetivo propuesto.

- Interface tradicional



- Interface moderna

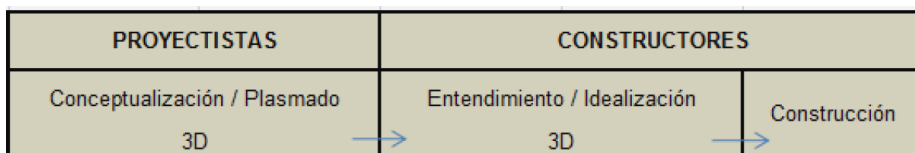


Figura 2.15. Diferencias entre la interfaz de diseño-construcción tradicional y moderna. Fuente: Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación, (Eyzaguirre, R. 2015)

Así también, un proyecto constructivo precisa de información abundante y única para cada proyecto. La Figura 2.16 muestra cómo una idea original expresada por el cliente hacia el arquitecto y de éste al ingeniero y al constructor, puede llegar a mal entendimiento e interpretaciones de cada involucrado y en consecuencia Eyzaguirre (2015) afirma que se

expondrán dudas y consultas de parte del constructor que lleven a consecuencias de retrasos, tiempos muertos, cambios en obra y trabajos rehechos tanto en equipos de diseño como de construcción, teniendo como resultado pérdidas de tiempo y aumento de costo.

Aunado a esto, como se mencionó en la sección 2.1.2 de este capítulo, (Granero,2017) la información en la planimetría es variada y suele generar malinterpretaciones al trabajarse cada parte del proyecto ejecutivo por separado.

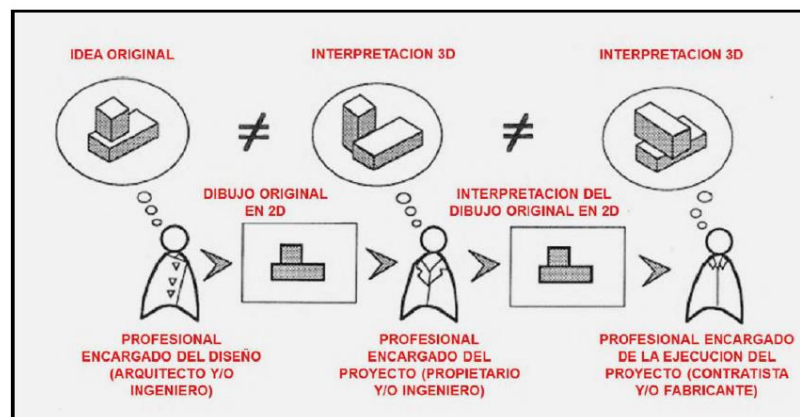


Figura 2.16. Distintas interpretaciones de los actores de un proyecto, debido a la incertidumbre generada por la información poco certera creado por Saldinas (2010) Adaptación. Citado en: Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM4f durante la etapa de planificación, Eyzaguirre (2015)

También, la falta de definición de diseños o de información afecta el desarrollo de un proyecto realizado en un modelo tradicional, lo cual es resultado de una desordenada o inexistente interacción entre los equipos de diseño y construcción desde el inicio (Eyzaguirre, 2015). La cual, también se ve afectada por la diversidad de formas de comunicación, representación y flujo de información que llega a manejar cada disciplina. En cambio, con el modelo BIM, se brinda una comunicación y flujo de información centralizada en donde se habla a través de un mismo lenguaje y aporta en la coordinación, supervisión, control y estandarización de la información de diseño. Se puede ver en la Figura 2.17 las diferencias de manera visual entre los dos diferentes modelos.

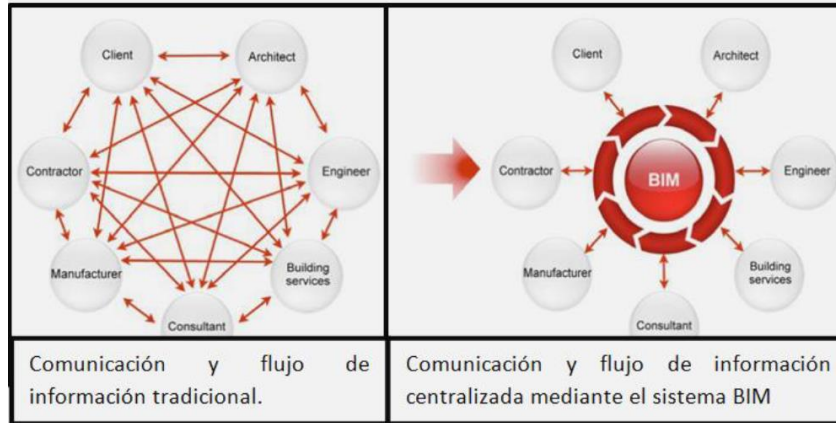


Figura 2.17 Flujo de información en la industria de la construcción creado por Allen Consulting Group (2010) Citado en: Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM durante la etapa de planificación, Eyzaguirre (2015)

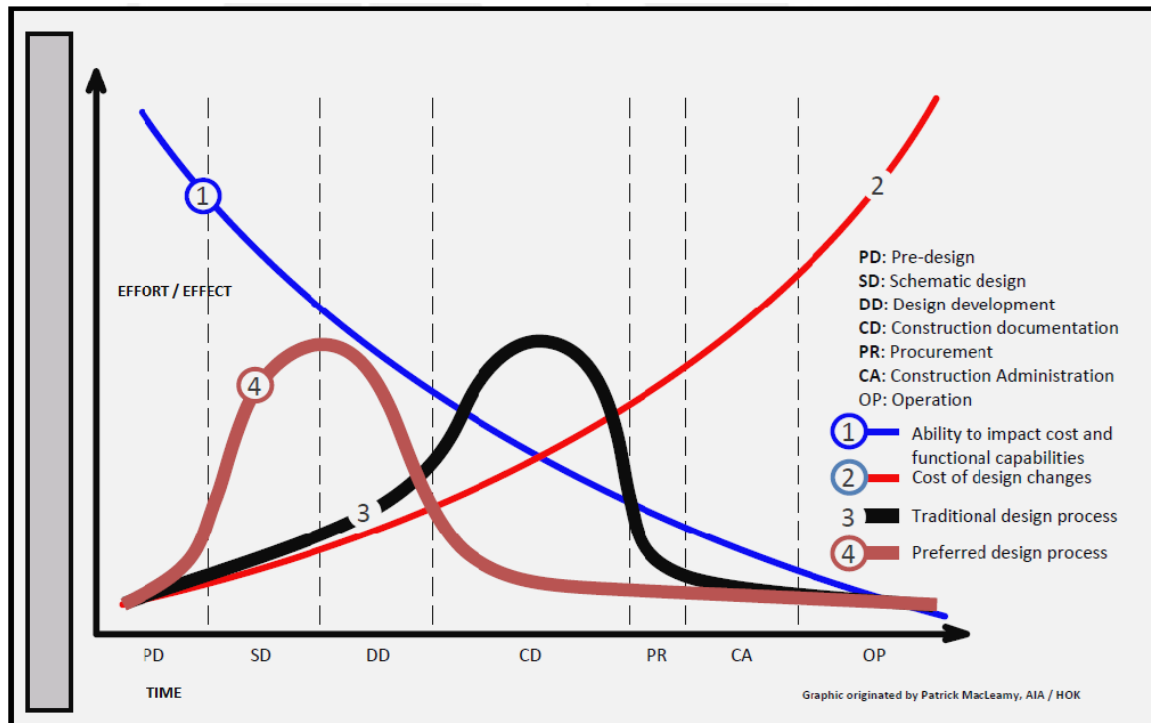


Figura 2.18 Esfuerzo e impacto en costos en el proyecto mediante procesos tradicionales y BIM creado por MacLeamy P. Building Smart (2010). Citado en: Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM durante la etapa de planificación, Eyzaguirre (2015)

Para visualizar la comparación de un proyecto realizado de manera tradicional y otro hecho con BIM, en la Figura 2.18 se muestra la relación del avance de las etapas de un proyecto (eje horizontal) en relación con los momentos de mayor esfuerzo aplicado (eje vertical) a lo largo del ciclo del proyecto. Se observa, que en un proyecto tradicional (Curva negra, 3) el mayor esfuerzo se realiza al generar la documentación para la construcción o planos ejecutivos, éste es un momento

donde se exige mucho, dado a que se busca regularmente iniciar obra lo más pronto posible. Es generalmente el momento donde se comenten mayores errores y se omite información. Por otro lado, el proceso de diseño preferido (Curva 4), el cual se refiere a la metodología BIM, al tener un mayor esfuerzo en etapas tempranas del proyecto, cuenta con un mayor tiempo para modificaciones desde el comienzo hasta su etapa de proyecto ejecutivo.

Es así como al trabajar en la generación digital de proyectos con la metodología BIM aporta instrumentos para la mejora de procesos. Sin embargo, si tenemos en cuenta que “BIM continúa siendo comúnmente usado como parte de un proceso de contratos o estrategias de proyecto tradicionales”. (Neil,2015) el autor se pregunta si al usar una estrategia tradicional de la mano con BIM se crean nuevos problemas o se resuelven algunos existentes, así como si se utiliza el potencial real de la metodología.

Según Rosenberg (2007) citado por Neil (2015) BIM desenfoca el nivel de responsabilidad tanto como aumenta el riesgo cuando se usa como parte de un proyecto de ejecución tradicional. Si llega a ocurrir un error o algún problema legal, los participantes del proceso BIM tratarán de determinar quién es el responsable, pero puede ser difícil mostrar la responsabilidad de cada participante, por lo cual ésta cae en el profesional principal del proyecto. Aunado a esto, en un proceso tradicional, el diseñador suele entregar el modelo al contratista a un nivel de LOD de 300/350, quién se supone debe completarlo hacia un LOD adecuado a la construcción, sin embargo, si el modelo trae algún error por parte del diseñador, ¿quién tiene la responsabilidad de éste?, ¿Qué pasa si existen muchos errores en el diseño del modelo de consulta?, ¿Por qué debería el contratista aceptar estos errores?, Todo parece indicar que las fuerzas de la ingeniería, arquitectura y la industria de la construcción se mueven en dirección a la integración. (Autodesk Whitepaper, 2008. Citado en Neil,2015).

2.2.5 BIM en México.

Basado en el análisis de la empresa ARCADIS en el 2015, debido al proyecto del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México que buscaba realizarse con esta metodología, para así darle un mayor empuje a ésta en el país, realizaron diversas entrevistas a empresas importantes como ICA, en donde concluyeron que, en México se utilizan las tecnologías 2D y 3D ampliamente entre diseñadores y contratistas de grandes proyectos. Sin embargo, el intercambio de información entre los actores de la construcción se continúa realizando en papel.

Entre los obstáculos potenciales encontrados en el estudio de Arcadis en su libro de Estrategia BIM para México se han encontrado los siguientes:

- Poca evidencia de intercambio de información.
- Bajos niveles de madurez en el desarrollo de modelos con carga de datos.
- Ausencia de normas para la generación de datos y planos.
- Limitado interés o conciencia entre los clientes.

Es así que la utilización de modelos actualmente es sólo beneficiada en los espacios donde se generan, es decir, un beneficio aislado. Así al ser limitado el intercambio de modelos y datos, se limita el beneficio total de BIM entre los diferentes actores de un diseño y construcción de proyecto.

Según la evaluación realizada por ARCADIS, dice que “la práctica actual de diseño y construcción no podrá respaldar la adopción generalizada de BIM” (Estrategia del BIM para México, 2015, p. 17).

2.3 Integrated Project Delivery (IPD).

El concepto nace en 1990 cuando el equipo interno de BP (British Petroleum) o petroleros británicos, formaron un grupo integrado que combinó ingeniería, subsuelo e intereses comerciales, se llamaron “Alliancing” teniendo un éxito espectacular. El concepto evolucionó hasta llegar a lo que hoy se conoce como IPD.

Integrated Project Delivery o ejecución integrada de proyectos, es un enfoque de gestión de proyectos que se compone de personas, sistemas, empresas y prácticas en un proceso que, colaborativamente, aprovecha los talentos y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentando el valor para el propietario, reduciendo el despilfarro y maximizando la eficiencia a través de todas las fases del diseño, fabricación y construcción (AIA California Council, 2006).

Propone la unificación del arquitecto-cliente-constructor desde la fase de diseño, para, de esta forma, lograr un trabajo colaborativo hacia la obtención de buenos resultados para el proyecto. Se trabaja a través de un grupo de personas llamado “equipo de proyecto”, que labora de manera integral con la meta de diseñar y construir un proyecto exitoso. El equipo asume como objetivo trabajar unido en busca del bien común, lo que implica un cambio cultural a la forma de trabajo tradicional. Los miembros del equipo deben de tener la habilidad de adaptación a una nueva forma de ofrecer sus servicios y trabajar en equipo.

Algunos investigadores, guías o estándares, no reconocen una diferencia entre Lean Construction e IPD, nombrándolo Lean Integrated Delivery Project (LIPD). Se enfoca en el proceso y las personas con opción abierta a las herramientas a utilizar para lograr las técnicas que ofrece.

El AIA por sus siglas en inglés describe nueve beneficios que ofrece esta metodología:

- Respeto mutuo y confianza, trabajo en equipo en pro del interés principal: el proyecto.
- Beneficio mutuo y recompensa, al requerirse la participación temprana de los participantes se promueve como innovación en modelos de negocios que aportan colaboración y eficiencia.
- Colaboración en innovación y toma de decisiones, al trabajar en equipo se alienta a la innovación e intercambio de ideas, que son juzgadas no por el mérito del autor, sino por el valor que le agrega al proyecto y es aceptada por todo el equipo.
- Participación temprana de los participantes clave, se tiene desde el comienzo la combinación de experiencia y conocimiento de los mayores expertos, aportando eficiencia en la toma de decisiones desde una etapa temprana.
- Definición temprana de las metas, al definir las metas de proyecto desde temprano, permite que los involucrados tengan en mente desde el comienzo la meta a alcanzar, así al compartir ideas los participantes hablan el mismo lenguaje de objetivos y permite la retroalimentación.
- Intensa planificación, busca la eficiencia, hay ahorros durante la ejecución a través de la planificación, no busca disminuir el esfuerzo del diseño, sino al contrario, busca mejorar los resultados del mismo para que agilice y reduzca los tiempos en la construcción.
- Comunicación abierta, es decir, se crea una cultura de no culpar, sino la identificación de problemas y su resolución con prontitud a través de la comunicación directa, abierta y honesta entre todos los participantes. Cada participante es consciente de sus responsabilidades ante el proyecto.
- Uso de tecnología apropiada, es común que se utilice tecnología de vanguardia, se establece desde el principio para maximizar la funcionalidad, interoperabilidad y generalidad,

además de un manejo abierto del intercambio de datos para una manera transparente, que permite la comunicación entre todos los participantes.

- Organización y liderazgo, el equipo de proyecto tiene sus propias metas y valores, el liderazgo se vuelve compartido, va pasando la estafeta, pues es común que en sus áreas tradicionales los diseñadores o contratistas lo sean y toman el rol de líder cuando el desarrollo del proyecto lo requiere, así asignan trabajo específico.

La Figura 2.19 muestra según el AIA las diferencias de un sistema de gestión tradicional e IPD.

SISTEMA TRADICIONAL DE GESTIÓN DE PROYECTOS		INTEGRATED PROJECT DELIVERY
Fragmentados, formados por justo los necesarios o mínimos necesarios, fuertemente jerarquizado y controlado	EQUIPOS	Un equipo integrado por actores claves del proyecto, formado desde el principio del proceso, abierto y colaborativo.
Lineal, distinto, segregado; conocimientos adquiridos los mínimos necesarios. Información acumulada, almacenada en conocimiento y experiencia.	PROCESO	Concurrente y de múltiples niveles; primeras contribuciones de conocimiento y experiencia; información compartida abiertamente; confianza entre las partes interesadas y respeto.
Individual, transferido en la mayor parte posible.	RIESGO	Colectivo, apropiadamente compartido.
Individual, mínimo esfuerzo por máximo retorno, compensación según ahorro (generalmente)	COMPENSACIÓN/ RECONOCIMIENTO	Éxito del equipo unido al éxito del proyecto, compensación según valor,
Basada en papel, 2 dimensiones, análogo.	COMUNICACIONES /TECNOLOGÍA	Base digital, virtual, Building Information Modeling (3,4 y 5 dimensiones)
Fomentar el esfuerzo unilateral; asignar y transferir los riesgos; sin compartir	ACUERDOS	Fomentar, impulsar, promover y apoyar el intercambio abierto multilateral y la colaboración; distribución de riesgos.

Figura 2.19 Diferencias entre el sistema tradicional de gestión de proyecto e IPD. Fuente: *Integrated Project Delivery: A guide*, AIA (2007)

Es posible encontrar ciertas desventajas en esta forma de trabajo, la primera de ellas según Kumar (2017), es que no todos están familiarizados con IPD, y es posible que contratistas, arquitectos o

ingenieros que desconocen el término se nieguen a participar en este nuevo tipo de método. La segunda desventaja es que la confianza no es automática, es importante trabajar en el desarrollo de buenas relaciones entre los involucrados para la generación de la confianza entre los colaboradores, pues, de lo contrario, es posible ver el proyecto volver a los métodos tradicionales.

2.3.1 Project Team o equipo de proyecto.

El principal valor de IPD Project Team o equipo de proyecto es que se reúnan y se identifiquen lo más cercano al inicio del proyecto, éste puede estar formado por personas que ya tengan una base preexistente de confianza por relaciones laborales anteriores o un equipo nuevo, lo importante es que se encuentren abiertos a la forma de trabajo de la metodología. El equipo se divide en dos categorías, los actores principales y los participantes de soporte claves.

Los participantes primarios se definen por su relevancia en el proyecto, necesitan estar involucrados desde el inicio hasta el final del mismo. Los participantes de soporte claves funcionan como parte vital de la integración, este rol entra al equipo a través de contratos directos con los actores principales.

Una vez definido el equipo de proyecto se debe establecer un ambiente colaborativo, además de la definición de metas, herramientas de trabajo y comunicación apropiada, así como la periodicidad de las reuniones. Es de importancia que se consideren herramientas que faciliten la comunicación sin importar las circunstancias. La Figura 2.20 muestra un diagrama de la relación del equipo principal y el equipo que forman para la toma de decisiones, y en un segundo círculo se representa a los participantes de soporte claves.

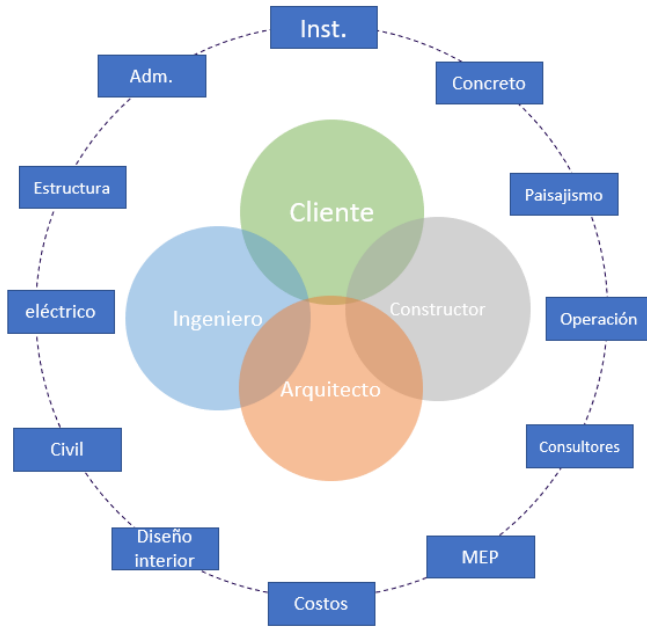


Figura 2.20. Relación entre los participantes en una gestión IPD.
Fuente: *Integrated Project Delivery: A guide* (AIA,2007)

De esta manera, como se muestra en la Figura 2.21 a lo largo de proceso de diseño integral desde el comienzo hasta el cierre del proyecto se trabaja en equipo para comunicación y toma de decisiones.

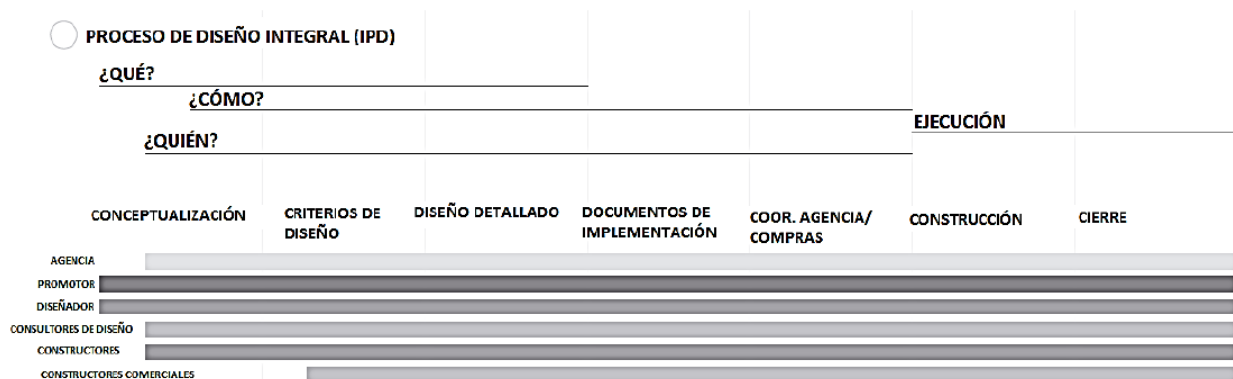


Figura 2.21 Gestión de proyectos mediante IPD. Fuente: *Integrated Project Delivery: A guide* (AIA,2007)

2.4 BIM e IPD

A partir de la información de diferentes investigadores y profesionales, los autores de How can Lean, ¿IPD and BIM work together? (2016), realizan un cuadro con los beneficios, barreras y desafíos que se presentan al unir estas dos metodologías, mostrando los hallazgos de diferentes investigaciones. Las Tablas 2.4 y 2.5 muestran los desafíos y beneficios respectivamente sobre la interacción de ambas metodologías de trabajo.

Tabla 2.4

Principales barreras y desafíos de la colaboración bilateral BIM+IPD

Barreras y desafíos de la colaboración bilateral		
IPD+BIM	<u>PROCESO</u>	Requiere profundos cambios en el proceso de las partes involucradas.
		Distribución del riesgo entre partes.
		Ausencia de documentos contractuales de colaboración estándar.
		Responsabilidad, riesgo y propiedad del modelo (Cuestiones legales).
	<u>PERSONAS</u>	Comunicación en equipo.
		Cambio cultural.
		Personal especializado.
	<u>HERRAMIENTAS</u>	Problemas de interoperabilidad
		Ausencia de productos BIM

Nota: La Tabla 2.4 muestra los desafíos de la colaboración de las metodologías IPD+ BIM, Adaptación de la original. Fuente: de How Lean IPD and BIM Work Together? Azhar, S. Majrouhi Sardroud J. Fakhimi A.H (2016).

Tabla 2.5

Principales Beneficios de la Colaboración Bilateral IPD + BIM

Beneficios de la colaboración bilateral		
IPD + BIM	<u>PROCESO</u>	Mejor planeación y colaboración, integral y transparente en el proceso de construcción.
		Resuelve varios problemas (costo, viabilidad de construcción, calendarios, calidad, sustentabilidad, desperdicio, etc.) durante el ciclo de vida del proyecto.
		Reduce la cantidad de información redundante.
		Ofrece significativas mejoras en tema de contratos y asuntos legales.
	<u>PERSONAS</u>	Facilidad de comunicación desde las primeras etapas del proyecto.
		Los proveedores estarán integrados dentro de los procesos de la industria de la construcción.
	<u>HERRAMIENTAS</u>	BIM actúa como un excelente equipo para construir herramientas y acelera la formación y las estrategias IPD.

*Nota: La Tabla 2.5 muestra los principales beneficios de la colaboración de IPD+ BIM. Adaptación de la original.
Fuente: de How Lean IPD and BIM Work Together? Azhar, S. Majrouhi Sardroud J. Fakhimi A.H (2016)*

2.5 Indicadores de sustentabilidad

Se define como un indicador a una variable que, en función del valor que asume en determinado momento, despliega significados que no son aparentes inmediatamente, y que los usuarios decodificarán, porque existe un constructor cultural y de significados sociales que se asocian al mismo. (Quiroga, 2012)

El informe Brundtland (1987) citado en DFM (2017) define la sustentabilidad como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. Consiste en una idea de tres dimensiones: sostenibilidad ambiental, social y económica, contraponiendo el problema de la degradación ambiental que tan frecuentemente acompaña el crecimiento económico y, al mismo tiempo, la necesidad de ese crecimiento para aliviar la pobreza.

Es entonces que los indicadores de sustentabilidad funcionan para identificar los posibles ámbitos de causa-efecto para un fenómeno ambiental dado tomando en cuenta las dimensiones del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental), así como los factores o aristas esenciales que pueden orientar las líneas de acción a seguir en torno a dichos fenómenos. Buscan reflejar y medir las interrelaciones entre el desarrollo socioeconómico y los fenómenos ecológico-ambientales, para constituir un punto de referencia en la evaluación del bienestar y de la sustentabilidad de un país. (INTE-INGEGI,200 citado en Herrera, 2004).

A pesar de ello, Herrera y Esteller (2018) mencionan que en la industria de la construcción la sustentabilidad ha tenido un enfoque meramente al ahorro energético mediante el uso de tecnología, busca un bienestar a corto plazo y no atiende los criterios y las necesidades principales del diseño en los aspectos ambientales económicos y sociales. Es así que los autores proponen una serie de indicadores de sustentabilidad donde se toma al diseño como papel principal y como aliado

el conocimiento del lugar, su gente y su climatología, apoyándose del bioclimatismo y necesidades sociales, con el objetivo de optimizar, reutilizar, reducir, restar impactos y simplificar en los pequeños procesos de la vida cotidiana, realizando así una conceptualización holística en la sostenibilidad en la arquitectura.

A continuación, se presentan los indicadores de sustentabilidad ⁽¹⁾ propuestos por estos autores:

1. Utilización de recursos materiales

1. Obtención de materias primas

1. Cantidad de materias primas extraídas en la obtención del material
2. Disponibilidad global de las materias primas necesarias para la obtención del material
3. Disponibilidad local de las materias primas necesarias para la obtención del material
4. Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material
5. Cantidad de residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material
6. Características físicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material
7. Características químicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material
8. Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material
9. Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material

2. Composición del material

1. Cantidad de materia prima reutilizada en el proceso de transformación del material
2. Cantidad de material reutilizado externo al proceso de transformación del material
3. Cantidad de material reutilizado dentro del proceso de transformación del material
4. Cantidad de material reciclado externo al proceso de transformación del material
5. Cantidad de material reciclado dentro del proceso de transformación del material

3. Proceso de producción del material

1. Origen de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material
2. Cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material
3. Características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material
4. Características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material
5. Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención del material
6. Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención del material

4. Características de la energía incorporada en la obtención del material

1. Consumo energético en la obtención del material
2. Porcentaje de energía renovable utilizada en la obtención del material
3. Adecuación del modelo energético con el proceso de obtención del material
4. Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto global
5. Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto local
6. Impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto global
7. Impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto local

Figura 2.22 Indicadores de sustentabilidad en la utilización de recursos naturales. 1 de 5 Fuente: Herrera, I. Esteller, A (2018) Tintura de edificación del SXXI. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) Avances y estudios de vivienda en México. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS

(1) Debido a la versatilidad y amplitud que puede tener un indicador de sustentabilidad, éstos no tienen un rango numérico.

5. Repercusiones económicas y sociales de la producción del material

1. Costo económico de la producción del material
2. Precio de venta del material
3. Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto local de producción
4. Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto regional
5. Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto global

6. Características del material finalizado

1. Cantidad de material utilizado en la construcción del edificio
2. Durabilidad del material
3. Cantidad de emisiones nocivas para el medio ambiente generadas durante la vida útil del material
4. Cantidad de emisiones nocivas para el ser humano generadas durante la vida útil del material
5. Capacidad de reutilización del material con el mismo uso
6. Capacidad de reutilización del material con diferente uso
7. Capacidad de reparación del material
8. Capacidad de adaptación del material
9. Capacidad de reciclabilidad del material

7. Utilización del material (sistemas de construcción)

1. Cantidad de energía necesaria para el proceso de construcción de cada sistema
2. Origen de los residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema
3. Cantidad de residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema
4. Características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema
5. Características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema
6. Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema
7. Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema
8. Durabilidad del sistema de construcción
9. Coste económico de mantenimiento del sistema de construcción
10. Capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales

10. Capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales
11. Capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales
12. Capacidad del sistema de construcción para ampliarse
13. Capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos
14. Origen de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema
15. Cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema
16. Características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema
17. Características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema
18. Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema
19. Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema

8. Gestión del material como residuo

1. Porcentaje de elementos aprovechables tras el derribo del edificio
2. Tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio
3. Capacidad de reintegración en la naturaleza tras la vida útil del material
4. Coste energético de la destrucción del material
5. Coste energético del reciclaje del material
6. Cantidad de residuos y emisiones generados en el proceso de destrucción del material
7. Características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material
8. Características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material

Figura 2.22 Indicadores de sustentabilidad en la utilización de recursos naturales. 2 de 5 Fuente: Herrera, I. Esteller, A (2018) Tintura de edificación del SXXI. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) Avances y estudios de vivienda en México. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS

2. Desarrollo del proceso edificatorio

1. Relación entre el diseño del edificio y su emplazamiento

1. Nivel de aprovechamiento del entorno físico en el diseño del edificio
2. Nivel de aprovechamiento de los componentes climáticos en el diseño del edificio
3. Nivel de utilización de estrategias de diseño para el aprovechamiento de agua
4. Nivel de utilización de tecnologías para el aprovechamiento de agua
5. Nivel de utilización de estrategias de diseño para la producción de alimentos
6. Nivel de utilización de tecnologías para la producción de alimentos
7. Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la flora local
8. Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la flora local
9. Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la fauna local
10. Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la fauna local
11. Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local
12. Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional
13. Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global
14. Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local
15. Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional
16. Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global
17. Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto local
18. Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto regional
19. Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto local
20. Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto regional
21. Nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto local
22. Nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto regional
23. Impacto socioeconómico del edificio en el contexto local
24. Impacto socioeconómico del edificio en el contexto regional

2. Diseño constructivo y ejecución del edificio

1. Nivel de adecuación funcional de los materiales a su uso en la edificación
2. Nivel de adecuación entre la solución constructiva y su función
3. Nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel local
4. Nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel regional
5. Nivel de adaptabilidad funcional del diseño del edificio
6. Nivel de resiliencia del diseño del edificio
7. Nivel de durabilidad del diseño del edificio
8. Nivel de reparabilidad de los componentes del edificio
9. Capacidad de restauración y rehabilitación del edificio

3. Consumo energético

1. Cantidad de energía utilizada en el transporte del material
2. Cantidad de energía utilizada en el transporte de mano de obra
3. Cantidad de energía utilizada en el transporte de maquinaria
4. Consumo energético en la ejecución del edificio por la mano de obra
5. Consumo energético en la ejecución del edificio por la maquinaria
6. Consumo energético en la ejecución del edificio por el transporte interno
7. Porcentaje de energía renovable en la ejecución total del edificio

4. Coste económico

1. Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte del material
2. Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte de mano de obra
3. Cantidad de recurso económico utilizada en el transporte de maquinaria
4. Coste económico por la mano de obra
5. Coste económico por el consumo energético de ejecución del edificio

5. Residuos y emisiones

1. Cantidad de residuos y emisiones generadas durante el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción)
2. Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción)
3. Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción)

Figura 2.22 *Indicadores de sustentabilidad el desarrollo del proceso edificatorio. 3 de 5 Fuente: Herrera, I. Esteller, A (2018) Tintura de edificación del SXXI. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) Avances y estudios de vivienda en México. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS*

3. Vida útil

1. Consumo energético

1. Cantidad de energía consumida en la accesibilidad al edificio
2. Consumo energético del edificio en uso
3. Porcentaje de energía renovable del edificio en uso
4. Cantidad de energía consumida por el edificio cuando no está en funcionamiento

2. Equipamiento tecnológico

1. Utilización de equipamiento tecnológico en iluminación
2. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación
3. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación
4. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de iluminación
5. Durabilidad del equipamiento tecnológico de iluminación
6. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de iluminación
7. Utilización de equipamiento tecnológico en climatización
8. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en climatización
9. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en climatización
10. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de climatización
11. Durabilidad del equipamiento tecnológico de climatización
12. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de climatización
13. Utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua
14. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua
15. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua
16. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua
17. Durabilidad del equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua
18. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua
19. Utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos
20. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos

21. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos
22. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico producción de alimentos
23. Durabilidad del equipamiento tecnológico producción de alimentos
24. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico producción de alimentos
25. Utilización de equipamiento tecnológico en seguridad
26. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad
27. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad
28. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de seguridad
29. Durabilidad del equipamiento tecnológico de seguridad
30. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de seguridad
31. Utilización de equipamiento tecnológico en automatismos
32. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en automatismos
33. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en automatismos
34. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de automatismos
35. Durabilidad del equipamiento tecnológico de automatismos
36. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de automatismos
37. Utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía
38. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía
39. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía
40. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de generación de energía
41. Durabilidad del equipamiento tecnológico de generación de energía
42. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de generación de energía

Figura 2.22 *Indicadores de sustentabilidad en la vida útil. 4 de 5. Fuente: Herrera, I. Esteller, A (2018) Tintura de edificación del SXXI. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) Avances y estudios de vivienda en México. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS*

43. Utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición
44. Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición
45. Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición
46. Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición
47. Durabilidad del equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición
48. Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición

3. Residuos y emisiones

1. Cantidad de residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio
2. Origen de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio
3. Porcentaje de residuos y emisiones tratados durante la vida útil del edificio
4. Nivel de tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio
5. Cantidad de residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio (excluidos los propios de materiales y sistemas ya contemplados)

4. Bienestar humano

1. Nivel de satisfacción funcional del usuario
2. Nivel de satisfacción sensitiva del usuario
3. Satisfacción sensorial para el usuario
 1. Nivel de calidad del aire interior
 2. Nivel de adecuación de las condiciones higrotérmicas del aire interior
 3. Nivel de adecuación de la velocidad de aire en el interior del edificio
 4. Cantidad de partículas en suspensión
 5. Nivel de ruido en el interior del edificio
 6. Nivel de radiación dentro del edificio
 7. Nivel de peligrosidad de la radiación dentro del edificio
 8. Nivel de adecuación de la cantidad de iluminación natural en el edificio
 9. Nivel de adecuación de la cantidad de iluminación artificial en el edificio

Figura 2.22 *Indicadores de sustentabilidad en la vida útil. 5 de 5* Fuente: Herrera, I. Esteller, A (2018) *Tintura de edificación del SXXI*. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) *Avances y estudios de vivienda en México*. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS

Estos indicadores se tomaron como base para el análisis de la afectación hacia la sustentabilidad de parte de las problemáticas que se obtuvieron a partir de la aplicación de la investigación en el Capítulo 4 debido a su enfoque a las tres dimensiones de la sustentabilidad (social, ambiental y económico). Así mismo, se amplió el concepto de cada uno de ellos hacia el contexto de desarrollo del edificio completo, es decir, incluyendo los procesos de diseño, redacción de proyecto y edificación.

A partir de las necesidades para la aplicación de la investigación y de la ampliación del concepto de los mismos, se realizó un reordenamiento de los indicadores anteriores en nueve categorías, las cuales se definen a continuación:

- Económicos:

Costo económico de la producción del material, precio de venta del material, coste económico de mantenimiento del sistema de construcción , cantidad de recurso económico utilizado en el transporte del material, cantidad de recurso económico utilizado en el transporte de mano de obra, cantidad de recurso económico utilizada en el transporte de maquinaria, coste económico por la mano de obra, coste económico por el consumo energético de ejecución del edificio, coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación, coste económico en utilización de equipamiento tecnológico de climatización, coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua, coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad.

- Energético

Consumo energético en la obtención del material, porcentaje de energía renovable utilizada en la obtención del material, adecuación del modelo energético con el proceso de obtención del material, impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto global, impacto ambiental en el

proceso energético utilizado en el contexto local, cantidad de energía necesaria para el proceso de construcción de cada sistema, coste energético de la destrucción del material 8 Coste energético del reciclaje del material, cantidad de energía utilizada en el transporte del material, cantidad de energía utilizada en el transporte de mano de obra, cantidad de energía utilizada en el transporte de maquinaria, consumo energético en la ejecución del edificio por la mano de obra, consumo energético en la ejecución del edificio por la maquinaria, consumo energético en la ejecución del edificio por el transporte interno, porcentaje de energía renovable en la ejecución total del edificio, cantidad de energía consumida en la accesibilidad al edificio, consumo energético del edificio en uso, porcentaje de energía renovable del edificio en uso, cantidad de energía consumida por el edificio cuando no está en funcionamiento, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en climatización, consumo energético en la utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad, utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía.

- Materia prima

Cantidad de materias primas extraídas en la obtención del material, disponibilidad global de las materias primas necesarias para la obtención del material, disponibilidad local de las materias primas necesarias para la obtención del material, cantidad de materia prima reutilizada en el proceso de transformación del material, cantidad de material reutilizado dentro del proceso de transformación del material, cantidad de material reutilizado externo del proceso de transformación del material, cantidad de material reciclado externo al proceso de transformación del material, cantidad de material reciclado dentro del proceso de transformación del material, cantidad de material utilizado en la construcción del edificio, durabilidad del material, capacidad

de reutilización del material con el mismo uso, capacidad de reutilización del material con diferente uso, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía, capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales, capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales, capacidad del sistema de construcción para ampliarse, capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos, nivel de aprovechamiento de los componentes climáticos en el diseño del edificio, utilización de equipamiento tecnológico en automatismos, consumo energético en la utilización de equipamiento tecnológico en automatismos, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición.

- Residuos

Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material, cantidad de residuos y emisiones generadas en la obtención de materias primas para la obtención del material, características físicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material, características químicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material, aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material, tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material, origen de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material, cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material, características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material, características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material, aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención del material, tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso

de obtención del material, origen de los residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema, cantidad de los residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema, características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema, características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema, aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema, tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema, origen de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema, cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema, características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema, características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema, aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema, tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema, tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio, capacidad de reintegración en la naturaleza tras la vida útil del material, cantidad de residuos y emisiones generados en el proceso de destrucción del material, características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material, características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material, cantidad de residuos y emisiones generadas durante el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propuesto de los materiales y sistemas de construcción), aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción), tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción), cantidad de

residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio, origen de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio, porcentaje de residuos y emisiones tratados durante la vida útil del edificio, nivel de tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio, cantidad de residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio (excluidos los propios de materiales y sistemas ya contemplados), capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales, capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales, capacidad del sistema de construcción para ampliarse, capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos, porcentaje de elementos aprovechables tras el derribo del edificio, nivel de aprovechamiento del entorno físico en el diseño del edificio, impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local, impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional, impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global, impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto local, impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto regional, durabilidad del equipamiento tecnológico producción de alimento.

- Emisiones

Cantidad de emisiones nocivas para el medio ambiente generadas durante la vida útil del material, cantidad de emisiones nocivas para el ser humano generadas durante la vida útil del material, origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material.

- Socioeconómico

Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto global, impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto local, impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto local de producción, impacto socioeconómico de la

producción del material en el contexto regional de producción, impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto global de producción, impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local, impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional, impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global, impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto local, impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto Regional, nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel local, nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel regional, utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento, consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos, coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos.

- Usuario

Nivel de afectación a la salud en el equipamiento tecnológico de iluminación, nivel de afectación a la salud en equipamiento tecnológico de climatización, nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua, nivel de satisfacción funcional del usuario, nivel de satisfacción sensitiva del usuario, satisfacción sensorial para el usuario, nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto local, nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto regional, nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de seguridad, nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición, nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de generación de energía, nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de automatismos, nivel de

afección a la salud en equipamiento tecnológico producción de alimentos, utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento, nivel de adaptabilidad funcional del diseño del edificio.

- Flora y fauna

Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la flora local, nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la flora local, nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la fauna local, nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la fauna local.

- Mantenimiento y durabilidad

Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de generación de energía, durabilidad de equipamiento tecnológico de generación de energía, nivel de adecuación funcional de los materiales a su uso en la edificación, nivel de durabilidad del diseño del edificio, durabilidad del equipamiento tecnológico de iluminación, nivel de reparabilidad de los componentes del edificio, nivel de adecuación entre la solución constructiva y su función, nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua, nivel de resiliencia del diseño del edificio, capacidad de restauración y rehabilitación del edificio, nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico producción de alimentos, nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de iluminación, durabilidad del equipamiento tecnológico producción de alimento, durabilidad del equipamiento tecnológico de automatismos, durabilidad del equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición.

Capítulo 3

Diseño Metodológico

En este capítulo se abordarán los aspectos metodológicos que se utilizaron para la elaboración de este trabajo, así como la postura epistemológica y los instrumentos empleados para la obtención de los objetivos propuestos.

3.1 Elección metodológica

El estudio realizado es mixto, aunque predominantemente cualitativo, debido a la información obtenida a través de los instrumentos los cuales se basan en análisis interpretativos, descriptivos y comparativos sobre la problemática con el fin de obtener una visión acertada sobre la misma. Es de relevancia la incorporación de criterios cuantitativos al estudio ya que se debe tomar en cuenta datos de temporalidad, cantidad y monetarios.

3.2 Diseño de instrumentos.

Para el desarrollo del objetivo general y los objetivos particulares, se generó el cuadro de operacionalización (Tabla 3.1) con las preguntas, los supuestos, los métodos y las actividades técnicas aplicadas para la generación de este documento. A partir del cuadro anteriormente mencionado, se generaron los instrumentos que se utilizaron para la obtención de los objetivos particulares propuestos.

Tabla 3.1
Cuadro de operacionalización

MOMENTO METODOLÓGICO	POSTURA EPISTÉMICA/METODOLOGÍA	MÉTODO	TÉCNICAS	OBSERVABLES
Definición de BIM	Cualitativo	Hermenéutico	Revisión bibliográfica	Libros, tesis, publicaciones, artículos.
Definición de IPD.	Cualitativo	Hermenéutico	Revisión bibliográfica.	Libros, tesis, publicaciones, artículos.
Definición de Gestión.	Cualitativo	Hermenéutico	Revisión bibliográfica	Libros, tesis, publicaciones, artículos.
BIM en zona metropolitana de Guadalajara.	Cualitativo	Hermenéutico	Revisión bibliográfica Entrevista. Encuesta.	Libros, tesis, publicaciones, artículos. Conocimiento del manejo de la metodología en empresas que la apliquen o no. Conocimiento sobre la metodología y su aplicación en profesionistas del ramo en general.
Análisis de proyecto existente.	Cualitativo Cuantitativo	Analítico descriptivo Análisis Comparativo	Observación no participante. Entrevista	Tiempos, planos, costos, momentos de mejora. Conocimiento de parte del encargado del proyecto respecto al desarrollo del proyecto.
Análisis de problemáticas con indicadores de sustentabilidad	Cualitativo Cuantitativo	Analítico descriptivo Análisis Comparativo	Observación no participante.	Afectaciones económicas, ambientales y sociales.

Nota: La tabla 3.1 muestra la operacionalización para el cumplimiento de los objetivos particulares. Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Encuesta.

Se aplicó la siguiente encuesta a 73 profesionales que se manejan en el ramo de la industria de la construcción en las áreas tanto de proyecto como edificación en sus diferentes grados de responsabilidad como colaboradores, proyectistas, directores, entre otros, con el objetivo de obtener un panorama del conocimiento sobre la metodología BIM en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

ENCUESTA

```
graph TD; Q1[1. Profesión: _____  
2. Edad: _____  
3. Puesto en el que labora: _____] --> Q4[4. ¿Ha trabajado de manera colaborativa con otras disciplinas en un proyecto?]; Q4 -- SI --> Q5[5. ¿Cómo fue su experiencia?  
R= _____]; Q4 -- NO --> Q6[6. ¿Piensa que es necesario la organización de juntas cliente-arquitecto, junto con las demás disciplinas involucradas en el proyecto, para definir las necesidades de cada parte desde la planificación /proyección del mismo?  
R= _____]; Q5 --> Q7[7. ¿Qué podría mejorarse?  
R= _____]; Q7 --> Q6; Q6 --> Q8[8. ¿Conoce qué es Integrated Project Delivery (IPD)?]; Q8 -- SI --> Q9[9. ¿Conoce qué es Building Information Modeling (BIM)?]; Q8 -- NO --> Q10[10. ¿Mencione las razones por las cuales no lo utiliza?  
R= _____]; Q9 -- SI --> Q11[11. ¿Lo utiliza?]; Q9 -- NO --> Q10; Q11 -- SI --> Q12[12. ¿Cuál es la diferencia entre Revit y BIM?  
R= _____]; Q11 -- NO --> Q10; Q12 --> Q14[14. Del 1 al 10 ¿Qué porcentaje de proyectos hace con modelos BIM?  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10]; Q14 --> Q16[16. ¿En qué tipo de proyectos lo ha utilizado?  
R= _____]; Q10 --> Q13[13. ¿Qué programa utiliza actualmente?  
R= _____]; Q13 --> Q15[15. ¿Está prevista la implementación de BIM en su oficina en un futuro?  
SI NO NO SABE];
```

1. Profesión: _____
2. Edad: _____
3. Puesto en el que labora: _____

4. ¿Ha trabajado de manera colaborativa con otras disciplinas en un proyecto?

SI

5. ¿Cómo fue su experiencia?
R= _____

7. ¿Qué podría mejorarse?
R= _____

6. ¿Piensa que es necesario la organización de juntas cliente-arquitecto, junto con las demás disciplinas involucradas en el proyecto, para definir las necesidades de cada parte desde la planificación /proyección del mismo?
R= _____

8. ¿Conoce qué es Integrated Project Delivery (IPD)?

SI NO

9. ¿Conoce qué es Building Information Modeling (BIM)?

SI NO

10. ¿Mencione las razones por las cuales no lo utiliza?
R= _____

11. ¿Lo utiliza?

SI NO

12. ¿Cuál es la diferencia entre Revit y BIM?
R= _____

13. ¿Qué programa utiliza actualmente?
R= _____

14. Del 1 al 10 ¿Qué porcentaje de proyectos hace con modelos BIM?
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

15. ¿Está prevista la implementación de BIM en su oficina en un futuro?
SI NO NO SABE

16. ¿En qué tipo de proyectos lo ha utilizado?
R= _____

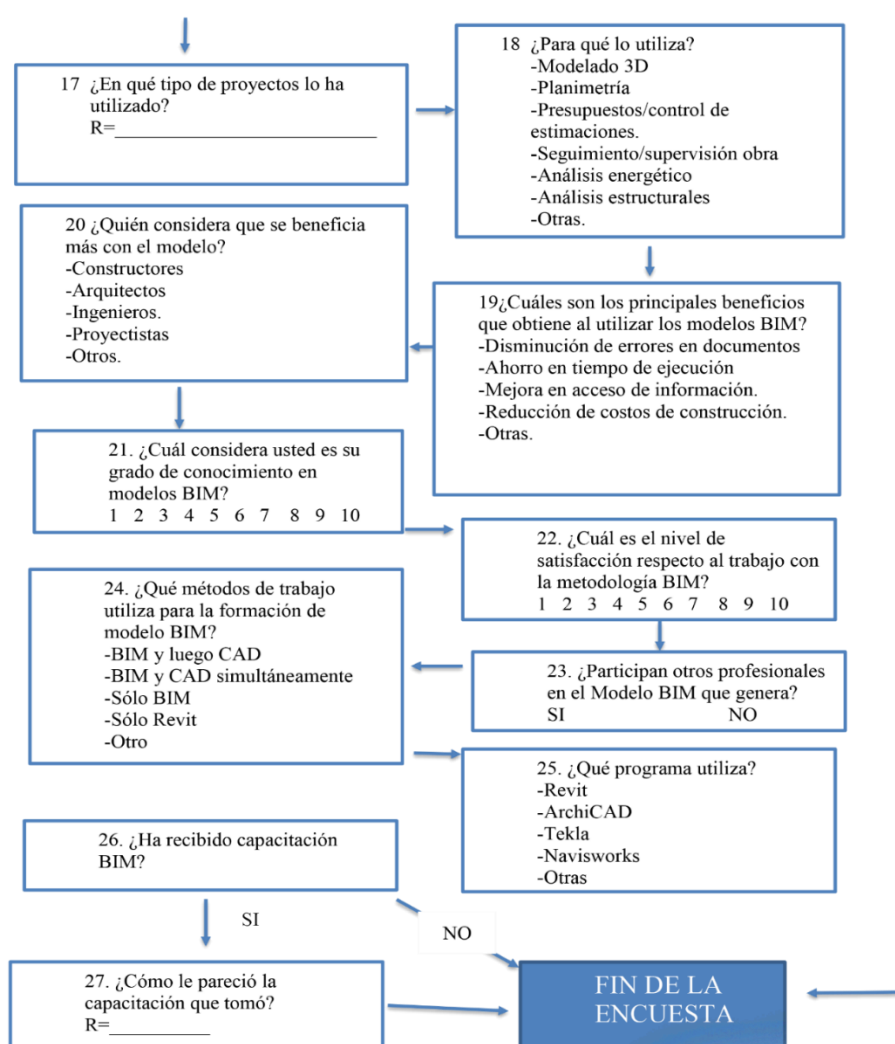


Figura 3.1 Encuesta a profesionistas. Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Entrevista.

Se aplicó la siguiente entrevista con objetivo de conocer la experiencia de diferentes profesionales en el ramo de la industria de la construcción en la zona metropolitana de Guadalajara, que tengan o no un proceso de interacción con la metodología BIM. A continuación, se presentan las preguntas base utilizadas durante la entrevista para la obtención información requerida.

1. ¿A qué se dedica la oficina?
2. ¿Qué programa usa para trabajar?
3. ¿Conoce la metodología BIM?
4. Si la conoce, ¿cuánto tiempo tiene utilizando?
5. ¿Conoce el término Integrated Project Delivery?
6. ¿Ha trabajado en un proyecto colaborativo con otras empresas?
7. Si es así, ¿Cómo fue la experiencia/participación?
8. ¿Cómo es el proceso de proyectos?

3.2.4 Tabla de análisis de errores de proyecto arquitectónico.

Con el objetivo de obtener los puntos débiles en el desarrollo de un proyecto arquitectónico tanto en el trabajo de oficina como de edificación, se realizó el análisis del desarrollo y construcción de una nave industrial ubicada en Acatlán de Juárez perteneciente a un conjunto de tres edificaciones, de las cuales el proyecto mencionado fue el primero que se construyó en el sitio. Ubicado en un terreno de 12,000m² se proyectó una construcción de 3,000m² donde su finalidad principal es de almacenaje. La edificación es el punto medio entre el proceso de logística de recepción de contenedores y revisión de contenido.

A continuación, en la Tabla 3.2 se presenta la tabla donde se buscó resolver las preguntas de ¿qué? ¿por qué? ¿cuándo? ¿cuánto? ¿cómo? ¿dónde? Y ¿quién? para cada error a través de las categorías propuestas.

Tabla 3.2
Rúbrica de datos observables en proyecto a analizar.

PUNTO DÉBIL O ERROR EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	Preguntas	Datos Observables
	¿Qué es el error?	Título o tema
	¿Cómo es el problema? y ¿por qué sucedió?	Descripción
	¿A qué categoría pertenece el error?	Tipo de error
	¿qué es?	Error
	¿cuándo surgió el error?	Etapas donde apareció el error
	¿cómo se originó?	Motivo
	¿Dónde se originó el error?	Etapas donde se originó el error
	¿quién es el responsable?	Responsable del error
	¿por qué brotó ese error?	Causa del error
	¿qué solución se dio al problema?	Consecuencia o solución al problema
	¿cómo se ve el error?	Imagen
	¿cómo afectó la solución al proyecto?	Afectación al proyecto
	¿cuánto dinero o tiempo costó la solución al error?	Cantidad

Nota. La Tabla 3.2 muestra los observables de proyecto realizado. El acomodo de esta tabla es la base para el desarrollo de la misma, siendo la columna 3 los textos colocados en la parte superior al momento de realizar el análisis de las problemáticas.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.5 Tabla de análisis de afectación de errores de proyecto a la sustentabilidad.

Con el objetivo de analizar la afectación a la sustentabilidad generada por los errores del proyecto, se creó una tabla para analizar éstas a partir de las consecuencias o soluciones que se generaron por las problemáticas surgidas. Se identificó para cada consecuencia su afectación en primer grado o de manera directa y a partir de ésta sus afectaciones derivadas en las siguientes categorías las cuales se agrupan en las tres dimensiones de la sustentabilidad, así como categorías donde se unen dos de las mismas:

- Dimensión económica: económico.
- Dimensión ambiental: energético, materia prima, residuo, emisiones, flora y fauna.
- Dimensión social: usuario
- Dimensión económica y ambiental: mantenimiento y durabilidad
- Dimensión económica y social: socioeconómico

Así mismo, en esta tabla se realizó un reacomodo de las problemáticas de manera temporal basado en el análisis de la etapa donde se originó el error de la tabla anterior, con el fin de analizar e identificar la temporalidad de origen de las problemáticas presentadas en el proyecto y donde se reflejaron, lo cual fue relevante al momento de realizar la propuesta. La tabla 3.3 muestra la organización utilizada para el cumplimiento de este objetivo.

Tabla 3.3

Rúbrica de observables del proyecto en su temporalidad y su afectación directa a la sustentabilidad.

Identificación de problemática	Categoría	Dato observable
Número asignado en la tabla de análisis de errores del proyecto	Datos obtenidos de la tabla de análisis de errores del proyecto	Título o tema
		Etapas donde se originó el error
		Consecuencia o solución al problema
	Afectación principal	Afectación al proyecto principal
	Afectaciones derivadas de la principal	Económico
		Energético
		Materia prima
		Residuos
		Emisiones
		Socioeconómico
		Usuarios
		Flora y fauna
		Mantenimiento y durabilidad

Nota: Tabla 3.3 muestra los datos observables a analizar en la temática de temporalidad de aparición de errores de proyecto y su afectación directa a la sustentabilidad y la categoría a la que pertenecen. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 Tablas de análisis de afectaciones derivadas con los indicadores de sustentabilidad

Al haberse obtenido las afectaciones derivadas de la afectación principal, se realizó un análisis en particular sobre cada categoría de éstas a través su comparación con los indicadores de sustentabilidad, con el fin de conseguir identificar en cada clase cuáles son las afectaciones de mayor incidencia hacia la sustentabilidad por cada consecuencia de problemáticas de proyecto y construcción arquitectónica, siendo los más altos los principales para la búsqueda de la solución temprana. Esta identificación se logró a través de la colocación de unos (1) y ceros (0) en las

casillas que existió relación entre ambos y en los que no respectivamente, sumando el total de cada columna, el total de tabla y un promedio de afectación por categoría. Seguidamente se presenta una tabla ejemplo de los datos utilizados para cada afectación derivada y sus indicadores de sustentabilidad.

Tabla 3.4
Tabla de rúbrica de análisis de indicadores económicos.

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		ECONÓMICO	1	Costo económico de la producción del material
			2	Precio de venta del material
			3	Coste económico de mantenimiento del sistema de construcción
			4	Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte del material
			5	Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte de mano de obra
			6	Cantidad de recurso económico utilizada en el transporte de maquinaria
			7	Coste económico por la mano de obra
			8	Coste económico por el consumo energético de ejecución del edificio
			9	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación
			10	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico de climatización
			11	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua
			12	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad

Nota: Tabla 3.4 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores económicos. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para conocer las tablas utilizadas para el total de categorías de indicadores de sustentabilidad, se ubican en la sección de apéndice I (tabla 3.5 a 3.12) de éste documento.

3.3 Resultado de los instrumentos.

3.3.1 Categorización de entrevistas.

Se realizaron seis entrevistas a profesionales (Tabla 3.5) de diferentes disciplinas como arquitectura, instalaciones e ingeniería, con el objetivo de conocer su perspectiva laboral y metodología de trabajo. Si trabajaban o conocían la metodología BIM y/o IPD. El enfoque de la entrevista es hacia los beneficios, dificultades y desafíos de la forma de trabajo, y para aquellos que no conocían las metodologías, la obtención de conocimientos o formas de trabajo que pueden ser dificultades para la implementación de las metodologías y/o qué es lo que ya hacen que es aplicable para éstas.

Tabla 3.5
Perfil de los entrevistados.

No. Entrevistado	Nombre de entrevistado	Perfil de entrevistado
1	Arq. Beatriz Mora Medina.	Arquitecta por el ITESM, cuenta con una maestría en administración de obra por la UP. CEO de un despacho de arquitectura y urbanismo enfocada a proyectos, donde se trabaja con metodología BIM.
2	Mto. Ing. Luis Jesús Velásquez Godínez	Ing. Civil por la UDG y maestro en Ingeniería Estructural por la UAM. CEO de su empresa dedicada al cálculo estructural. Trabajan a actualmente en autoCAD, pero han manejado y piensan migrar a BIM.
3	Ing. Javier Ortiz Castañeda	Ing. Civil por la UDG. Director en el área de BIM y VCD de la empresa donde labora, así como Gerente de proyecto de obra.
4	Arq. Luis Medina	BIM manager, pionero en el cambio de plataforma de trabajo para proyectos de diseño y ejecutivos en el despacho GVI.
5	Arq. Luz Esther Navarro Ayala	Arquitecta por el ITESO, encargada de proyecto en el despacho Bbleche, enfocado a casas playa. Utilizan AutoCAD.
6	Arq. Diego Armando Carranza	Arquitecto, enfocado a las instalaciones hidráulicas, eléctricas, entre otras. Ha trabajado con programas como Achicad y Revit, enfocados para el BIM.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las diferencias que representan las distintas categorías de información obtenida de las preguntas realizadas a cada uno de los entrevistados.

Tabla 3.6

Beneficios de las metodologías de trabajo BIM, IPD y actual.

CATEGORÍA		RESULTADOS DE LA ENTREVISTA
BENEFICIOS	Entrevistado 1	“Te ayuda a clarificar mejor el proyecto, tanto para ti como para los clientes (...) te ayuda mucho para el control y planeación, anticipar errores o problemas de comunicación tanto internas como externas.” “En una remodelación de baños que teníamos que hacer, se modeló en BIM y nos dimos cuenta que hacía falta mucha información para su construcción y la pedimos.”
	Entrevistado 2	“A los proyectistas les pasamos un modelo muy básico que genera el programa ETABS, que lo utilizan para sacar algunos geométrales, ajustes arquitectónicos.” “En un proyecto que nos pidieron la información para cuantificar, utilizamos Revit para modelar y de ahí pedirle la información de los materiales y poder poner un precio.”
	Entrevistado 3	“Es tratar de tener una visualización completa.” “Le mostramos al cliente las interferencias o inconsistencias que tenía el proyecto de acuerdo a lo que ellos habían diseñado en sus planos (...) demostrar que había errores relevantes y muy graves que no se habían dado cuenta en la obra y lo estaban ejecutando tal cual los planos.” “Maximiza los tiempos de rendimientos.” “Planeación para definir objetivos.” “Defines responsabilidades del inversionista, supervisores, gestores, etc.”
	Entrevistado 4	“Análisis de arquitectura con estructura.” “Estandarización.” “Modelado bajo un proceso constructivo.” “Nos eficienta mucho el poder ver posibles problemas que más adelante iban a tener en obra.” “Automatizaciones, detección de problemas en el diseño tanto de arquitectura como estructura e instalaciones (...) ya no pensamos en 2D.” “Se puede ahorrar un tiempo de hasta un 30-40% máximo, en un proyecto completo.”
	Entrevistado 5	“Conocer el sistema, tener prototipos o definido el proyecto y/o material es más rápido el proceso de planimetrías.” “Un estilo muy marcado.” “Un proceso sistematizado, que permita un detalle mayor en ejecutivo, te es más fácil presupuestar y construir.”
	Entrevistado 6	“Integrar a todo el equipo en un nuevo proyecto.” “Trabajar en Revit es útil para cuantificar, y revisar cruces de información.”

Nota: La tabla 3.14 muestra las respuestas de los entrevistados enfocadas a la facilidad y beneficios que encuentran en sus metodologías de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.7

Dificultades en el trabajo e implementación de la metodología.

CATEGORÍA	RESULTADO DE ENTREVISTA	
DIFICULTADES DE TRABAJO/IMPLEMENTACIÓN	Entrevistado 1	“Resistencia al cambio y querer hacer las cosas igual, el problema en obra, el jefe de la constructora no se quiere meter en esos temas, frenando el proceso porque no se está al 100% en sintonía.” “Cuanto todo lo quieren para ayer que es muy común, cuando empiezan a trabajar con cosas que no son certeras o de último que quieren cambiar cosas que afectan en todo el proyecto, cambios no previstos.” “También es un tema de cultura.” “El tema de la comunicación y la mala información, el yo creía y ahora se cambió son cosas que te están frenando.” “La mayoría de los problemas han sido en obra”.
	Entrevistado 2	“No es una prioridad ahorita, pero si un objetivo a corto plazo.” “Es común que nosotros hicimos un ajuste y no lo hicieron en arquitectura, y nos hablan ya que están con el trompo diciendo que esta columna no iba o no querían la trabe así.” “Actualmente cobramos por cambios fuera de tiempo trabajado, pues una vez entregados los planos estructurales se da por cerrado el proyecto.”
	Entrevistado 3	“Los profesionales de campo ya no son analíticos, les dan un plano y dicen: yo hago lo que dice que tengo que hacer, este es mi plano y lo construyo tal cual.” “La poca experiencia en el giro de proyecto, de parte de la constructora, llegó a afectar demasiado la coordinación de proyectos.” “Se le dio carta abierta a los clientes para realizar los cambios que quisieran y fueron demasiados.” “Normalmente los inversionistas no se fijan en lo que están haciendo (...) quieren lo mejor, pero al menor costo posible, no se dan cuenta que sus decisiones afectan el proyecto.” “Adaptar la metodología a viejas costumbres.” “El problema de fondo era la falta de definición.” “Al principio no teníamos mucha comunicación.” “Casi no se tiene comunicación con el inversionista.” “El cliente quiere mucho pero no lo paga.” “Es un tema cultural, la gente no quiere cambiar su forma de trabajar.”
	Entrevistado 4	“Desconocimiento de la plataforma.” “las personas estaban muy encasilladas, el proceso fue muy trabajoso de cambiarles ese chip a esas personas.” “Se trabaja para realizar planos, cuando no debería ser así únicamente.” “Los especialistas externos no trabajan de la misma manera.” “El tema de licencias y capacitaciones, es un tema que cuesta.” “La actualidad, es una verdad a medias en que se eficiente los proceso, siempre y cuando los demás colaboradores no estén en la misma sintonía que en la que tú estás.” “Las capacitaciones del mercado sólo enseñan la plataforma, se modela sin criterio constructivo.” “El tema de los clientes repercute en tiempo, los cambios.” “Cambios, o los ingenieros que no están en la plataforma.”

	Entrevistado 5	“Principalmente la falta de conocimiento, el ámbito de la construcción es demasiado amplio, te topas con cosas que no tenías contempladas, espacios o servicios.” “Trabajamos en AutoCAD, en obra teníamos muchos problemas con las alturas en el tema de instalaciones.” “Buscábamos soluciones ya muy mexicanadas.” “Revit lo vi en la carrera, pero no profundizamos, tampoco te lo exigen.” “Enajenada a la tecnología.” “Espacios que no vez en sección, no dimensionas.” “Las personas subcontratadas se pueden ir con un así está en plano.” “Conflictos en obra en partes que no contemplas, como, por ejemplo, las instalaciones.”
	Entrevistado 6	“El trabajo de instalaciones es muy detallado para que te dé la información necesaria.” “No entregamos en Revit, se cobra más cuando se pide así, pero muy pocos clientes lo pagan.”

Nota: La Tabla 3.15 muestra las respuestas de los entrevistados enfocadas a las dificultades que encuentran en sus metodologías de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.8

Necesidades para la implementación de metodologías y mejoras de trabajo.

CATEGORÍA	RESULTADO DE ENTREVISTA	
NECESIDADES DE IMPLEMENTACIÓN	Entrevistado 1	“Es un cambio paulatino (...) se tienen que crear hábitos mediante la práctica.”
	Entrevistado 2	“Conseguir una persona de confianza para capacitarse y le guste, porque la mayoría que entran con nosotros buscan ser calculistas, entonces necesitamos un perfil que realmente quiera modelar.” “Tiempo, capacitación, generar un área para capacitar y enfocarse.”
	Entrevistado 3	“Tienen que saber algo de criterio constructivo, ya sea de instalaciones, estructura o acabados.” “La gente se tiene que capacitar.” “En algún momento todas las empresas harán sus modelos BIM.” “Es una metodología de trabajo que tiene ciertos pasos para que sea exitosa.” “Definición de tiempos.” “La planeación tiene que ser desde lo más inicial que se pueda.” “Juntas de coordinación con el personal BIM y constructores.”
	Entrevistado 4	“Un ecosistema BIM (...) estándares internos de la empresa.” “Colaboración con externos a través del famoso BIM Execution Plan (BEP).” “Una plantilla bien estandarizada.” “Orientar el staff que trabaja en proyectos, incluso recursos humanos.” “Que la cabeza de la empresa tenga la apertura al cambio.”
	Entrevistado 5	“Hay que desmenuzar y explicarles a los clientes que es el trabajo que ellos hacen (externos) tú no lo puedes hacer, y las consecuencias de no hacerlo, que entiendan qué es lo que les estás cobrando.”
	Entrevistado 6	“Se predetermina mucha información en las familias, además de la configuración de las mismas para que sea como un tramo de, por ejemplo, tubería real, del mercado, que es de seis metros.”

Nota: La Tabla 3.16 muestra las respuestas de los entrevistados enfocadas a las necesidades y mejoras necesarias que identifican para la implementación en sus metodologías de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.9
Retos laborales y de implementación de metodologías.

CATEGORÍA	RESULTADO DE LA ENTREVISTA	
RETOS	Entrevistado 1	“Llegar a un punto que pueda colocarse en la nube y trabajar de manera colaborativa desde ahí.” “Involucrar a áreas como costos, ya les cuesta más trabajo aplicarlo.”
	Entrevistado 2	“La tendencia va hacia el BIM, es un objetivo a corto plazo, es un nuevo barco, que sino subes te quedas obsoleto.” “Generar un área BIM en la empresa.” “Mayor comunicación en lo que respecta a un cambio o un ajuste y obviamente lo puedan entender y visualizar en mejor manera en la parte arquitectónica o el mismo cliente.” “Un modelo colaborativo donde existan restricciones, donde los demás sólo puedan observar y hacer comentarios.” “Siento que sería meterle más tiempo y hay que cobrar el valor agregado que se está haciendo.”
	Entrevistado 3	“Las empresas no quieren tener un consultor, quieren actualizarse ellos.” “Para no tener desperdicios tenemos que tener todo el proyecto coordinado (...) una planeación adecuada de todos los integrantes del proyecto, desde inversionistas hasta el cabo.” “Los supervisores tienen que hablar con el inversionista y ser claros con lo que se está haciendo.” “Adaptar a la gente a una nueva cultura de trabajo.” “Convencer al que pone el dinero cómo se tiene que trabajar, explicárselo con números.” “Tener un proyecto claro y desde proyecto estar definiendo qué contratistas nos van a apoyar.” “Cambiar nuestra cultura de trabajo.”
	Entrevistado 4	“Una implementación no es nada más capacitar a tu gente en el uso de la herramienta que se decida usar (...) hay que orientar cómo se va a trabajar, cómo se tiene que modelar, qué criterios deben de considerar dependiendo el objetivo BIM que se requiera.” “Estándar de calidades, perfeccionarlo a un nivel, que tenemos dos años trabajándolo a cómo lo tenemos ahorita.”
	Entrevistado 5	“No podemos quedarnos atrás, te vuelves ineficiente.” “Tenemos que estar en todo, ir muy de la mano revisando el trabajo, ir un paso adelante.” “Al cliente tocarle los temas que son muy relevantes, mi trabajo es quitarte chamba.”
	Entrevistado 6	“Que el cliente pague por el modelo BIM.” “Modelar los elementos con toda la información de las instalaciones.”

Nota: La Tabla 3.17 muestra las respuestas de los entrevistados en los retos laborales y de implementación que han identificado a su experiencia de acuerdo a su metodología de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.10

Herramientas de trabajo para las metodologías BIM + IPD

CATEGORÍA	RESULTADOS DE ENTREVISTA	
HERRAMIENTAS DE TRABAJO	Entrevistado 1	“Involucrando más a los ingenieros a que todo lo empiecen a hacer de forma electrónica en una plataforma como Monday.” “Crear hábitos mediante la práctica.”
	Entrevistado 2	“Mandamos anteproyectos con una leyenda de que este plano no es constructivo para obligarlos a hacer el cruce arquitectónico y nos ha funcionado bien usando AutoCAD.”
	Entrevistado 3	“En países como España y Chile, las metodologías son obligatorias.” “Investigación antes de empezar a construir.” “Planeación.” “Dejar claro las reglas, definir fechas desde planeación, de cuáles son los compromisos que cada quién va a adquirir en la definición de proyectos, que se lleve al 100%”. “Obligamos a través de contrato a que tengan una persona dedicada a BIM.”
	Entrevistado 4	“Plantilla central basada para cualquier necesidad (...) tenerlo ya estandarizado.” “Juntar el staff, explicar paso por paso qué es lo que tienen que hacer antes de empezar un proyecto.” “Auditar los proyectos, unir al equipo y responder todas sus dudas y problemas frente al programa, en cuestión de criterio constructivo, se junta con el Project Manager para las cosas técnicas.” “Juntas kick off, donde se reúnen los ingenieros que están modelando y se marcan fechas de entregas, en un Building Execution Plan (BEP). Antes, nosotros hacemos uno donde fijamos términos de contrato, acuerdos, el proceso, entregables, nivel de desarrollo de los modelos (LOD).” “Una plantilla bien estandarizada.”
	Entrevistado 5	“Todo en papel es interpretable, es importante que te sientes con ellos (subcontratistas) para estar en el mismo canal.” “Si impacta visualmente o económicamente, te involucro como cliente.”
	Entrevistado 6	“Hacemos cruces nosotros para entregarle una mejor información al cliente.” “Hacemos gestión, es importante que la misma empresa desarrolla las instalaciones, ya que ellos saben todo el proceso.”

Nota: La Tabla 3.18 muestra las respuestas de los entrevistados enfocadas en herramientas y/o estrategias utilizadas en sus espacios laborales que aportan a las metodologías BIM + IPD. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Categorización de los datos obtenidos.

A partir del análisis realizado a las respuestas obtenidas en la entrevista, se presentan en las siguientes tablas la información derivada de las mismas de acuerdo a los temas tocados en cada una.

Tabla 3.11

Beneficios de las metodologías colaborativas.

CATEGORÍAS	DATOS OBTENIDOS
BENEFICIOS	• Mejoramiento en la planeación. • Mejoramiento en la coordinación de los involucrados. • Reducción de desperdicio. • Reglas claras desde el inicio. • Mayor control. • Mejora la comunicación entre los involucrados. • Definición de responsabilidades (inversionista, supervisor, etc.) • Claridad en el proyecto (visualización completa) • Mejor concepción del espacio para todos los involucrados. • Mayor comunicación de cambios y ajustes en proyecto arquitectónico-estructural y viceversa. • Anticipación de errores y/o problemas en obra. • La información de cuantificación es cercana a la realidad. • Consolidación de ideas en papel/digital, en un modelo virtual. • Optimización de tiempo y eficiencia de entrega de proyecto. • Resolución de conflictos de arquitectura, ingeniería e instalaciones desde el modelo en 3D. • Estandarización o sistematización de procesos. • Modelado de proyecto bajo un criterio de proceso constructivo.

Nota: La Tabla 3.19 se basa en las respuestas de los entrevistados reflejadas en la Tabla 3.14 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.12
Dificultades de implementación.

CATEGORÍAS	DATOS OBTENIDOS
DIFICULTADES PARA SU IMPLEMENTACIÓN	• Desconocimiento. • Es un problema cultural. • Resistencia al cambio por generaciones mayores. • Se quieren muchas cosas, pero no se pagan. • Deslinde de los participantes. • Se involucra poco el inversionista. • Las condiciones en obra no son las adecuadas/pensadas. • En obra se suele interrumpir el proceso (no lo llevan o no se involucran). • Falta de criterio y análisis de planimetría de parte de obra en caso de errores de los mismos, justificando los mismos porque “así dice el plano.” • Soluciones “mexicanadas”. • Se traslapa obra y proyecto, por lo que la información siempre es urgente y “para ayer”. • Las personas en obra no ven el BIM necesario/no es prioridad. • Cambios en proyecto de gran implicación, cuando ya se está avanzado y/o falta de definición del mismo. • Dado a los tiempos cortos, se trabaja con cosas que no son certeras. • Mala comunicación e información entre los involucrados, a veces llega fuera de tiempo. • No se vuelve eficiente porque los externos no trabajan igual. • Poco complemento entre distintas disciplinas. • Falta de conocimiento, criterio y/o interés de otras disciplinas a la propia. • Existen elementos arquitectónicos que no se contemplan en proyecto desde el inicio. • Los entregables siguen siendo en CAD. • En autoCAD no se contemplan alturas. • Se trabaja para hacer planos, aunque no se entienda su función. • Se ha buscado adaptar la metodología viejas costumbres. • Landscape y ciertas disciplinas no se sabe cómo entraría en BIM. • El arquitecto modela información de otras disciplinas. • Las capacitaciones se enfocan al programa y no a la metodología. • No se modela con criterio constructivo. • No se exige el uso de la metodología. • Falta de interés por las nuevas tecnologías.

Nota: La Tabla 3.20 se basa en las respuestas de los entrevistados reflejadas en la Tabla 3.15 Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.13
Necesidades de implementación

CATEGORÍAS	DATOS OBTENIDOS
NECESIDADES DE IMPLEMENTACIÓN	• Creación de hábitos mediante práctica. • Crear un equipo con el perfil necesario para la metodología. • Conocimiento de criterio constructivo. • Conocimiento de los pasos para el éxito de la metodología BIM. • Definición de tiempos. • Coordinación temprana con el personal de proyecto y constructores. • Utilización de plantillas estandarizadas. • Utilización de BEP que funciones para la colaboración externa. • La cabeza de la empresa debe tener apertura al cambio. • Entendimiento del cliente sobre el trabajo. • Modelar de la manera en que se construye.

Nota: La Tabla 3.21 se basa en las respuestas de los entrevistados reflejadas en la Tabla 3.16 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.22
Retos

CATEGORÍAS	DATOS OBTENIDOS
RETOS	• Involucrar áreas como presupuestos. • Trabajo en la Nube. • Generar áreas de BIM en la empresa/ actualización de la empresa. • Mayor comunicación entre los involucrados del proyecto. • El cobro al valor agregado que implica un trabajo colaborativo. • Adaptara la gente a la nueva cultura de trabajo. • Tener un proyecto claro desde el comienzo y definirlo con los contratistas. • Ser claro con los inversionistas y convencerlos de la metodología de trabajo. • Orientación del trabajo en el quipo. • Hablar claro con cliente de los temas de mayor relevancia. • Estar en todo y revisar el trabajo de los demás.

Nota: La Tabla 3.22 se basa en las respuestas de los entrevistados reflejadas en la Tabla 3.17 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.23
Herramientas de Trabajo

CATEGORÍAS	DATOS OBTENIDOS
HERRAMIENTAS DE TRABAJO	• Utilización de herramientas electrónicas de comunicación y seguimiento, por parte de todo el equipo. • Especificar cuando la información no es constructiva para forzar el cruce de información. • Planeación, donde se deje claro reglas, compromisos y fechas. • Inclusión al equipo de trabajo explicando metas. • Conocimiento de criterio constructivo para el modelador. • Estandarización en plantillas. • Comunicación con los colaboradores para empatar metas y visualización del proyecto. • Realizar la revisión de cruce de información cada área por eficiencia de conocimiento.

Nota: La Tabla 3.23 se basa en las respuestas de los entrevistados reflejadas en la Tabla 3.18 Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Conclusiones de entrevistas.

La experiencia de los profesionales entrevistados tanto los que utilizan la metodología BIM y/o IPD, como los que usan una metodología tradicional y buscan o no migrar a la antes mencionada, señalan beneficios, dificultades, necesidades y retos muy similares, como el trabajo multidisciplinario, técnicas de trabajo y la relación con las personas involucradas en el proyecto (e.i. cliente, trabajadores de oficina, trabajadores de obra, subcontratista, etc.). Sin embargo, quien utiliza BIM y/o IPD ha logrado aprovechar los beneficios que ofrecen en el trabajo interno de la oficina, mientras quien utiliza una metodología tradicional genera la misma información, pero se enfrenta a una mayor cantidad de archivos y no logra visualizar por completo el proyecto al no tener la planimetría y modelo 3D juntos, lo que deriva en la realización de una mayor cantidad de dibujos y de detalles técnicos para mejor entendimiento.

Para los usuarios de la metodología BIM y/o IPD los beneficios que les brindan se enfocan en la mejora de la planeación y comunicación entre los involucrados del proyecto, con lo que se obtiene una definición de objetivos y responsabilidades, y un mejor control en la aportación de cada integrante desde el inicio. Se alcanza una concepción y claridad del proyecto mayor en los involucrados. Además, al realizar un modelado 3D bajo un proceso constructivo, la información de cuantificaciones es cercana a la realidad, la resolución de conflictos entre disciplinas se anticipa de manera virtual y por ende se logra una reducción de desperdicio de material.

No obstante, la implementación de las metodologías tiene sus dificultades, ya que existe un desconocimiento de las herramientas, así como un problema cultural, donde las personas de más experiencia suelen resistirse al cambio, además del deslinde de los participantes y la poca involucración del inversionista en el proyecto. Si se trata de un despacho que utilice la metodología BIM, su proceso se suele ver afectado o interrumpido al colaborar con externos si éstos no la

utilizan, ya sea por falta de interés, no lo ven necesario o la desconocen, además de la no exigencia de su uso. Es entonces que, si se quiere continuar con el método de trabajo, la labor externa se vuelve interna y por consecuente los beneficios se ven disminuidos.

Además de lo anterior la mala comunicación y poco intercambio de información entre los involucrados, es una problemática de la profesión en general, es causante de conflictos por la falta de criterio y/o interés por otras disciplinas distintas a la propia, (ya sea oficina u obra), incluso en el trabajo de obra existe poco razonamiento para el análisis del dibujo técnico, donde, si existen errores, se lavan las manos diciendo “así está el plano”. Es así que se complica el complementar el proyecto con los diferentes involucrados, se generan conflictos, cambios de gran repercusión en un proyecto con gran avance o la no contemplación de elementos arquitectónicos por falta de desconocimiento de las necesidades (por ejemplo, de equipamientos especiales), que llevan a un posible reproceso y/o traslape en el avance de obra y el desarrollo del proyecto, generando una presión por tiempos de entrega, impidiendo el proceso de la metodología (tradicional o BIM) y realizando soluciones denominadas “mexicanadas”, los tiempos se vuelven muy cortos y se trabaja con información que no es certera.

Por último, la dificultad de implementación, donde se busca adaptar la metodología a viejas costumbres de trabajo es lo que lleva a que no funcione ésta de la manera correcta, un ejemplo que se menciona es el trabajo en oficina, cuando no se modela bajo un criterio constructivo. Además del conflicto de que los clientes quieren el mayor beneficio posible, pero no están dispuestos a pagarlo.

Es por esto, que es necesario, para la disminución de las dificultades y una implementación metodológica lo más eficaz posible, el involucrar a toda la empresa en el tema y esta se encuentre en una misma sintonía, un cambio paulatino a través de capacitaciones y hábitos laborales. Para

lograr así, un ambiente de trabajo BIM en donde el empleado tenga un enfoque hacia la metodología y ya tenga o esté dispuesto a crear un criterio constructivo para el modelado. También se requiere una estandarización en los procesos laborales, la existencia de programas arquitectónicos completos que se revisen por las diferentes disciplinas para que se precisen sus necesidades, para esto, se tienen que definir a los involucrados en el proyecto desde el comienzo, así como la planeación del mismo. Es necesario trabajar a través de juntas de coordinación con las disciplinas externas y dentro del equipo de trabajo con juntas de BIM Execution Plan (BEP), para avanzar a lo largo del proyecto por una serie de pasos. Es preciso, que se le explique al cliente los procesos y las necesidades de los internos y externos y que exista una apertura al cambio de parte de los involucrados.

Además, se deben generar contratos especiales de trabajo enfocados al trabajo colaborativo, en donde se definan los compromisos, tiempos, y se limiten las cantidades de cambios.

La implementación de nuevas metodologías enfrenta retos y cambios de paradigmas, el más importante es el cambio cultural de la metodología de trabajo, donde la responsabilidad total ya no es sólo del arquitecto y/o constructor frente al proyecto, la existencia de interés entre las diferentes disciplinas para que se puedan definir los participantes desde el comienzo y se logre la planeación integrada con tiempos, procesos y costos claros. Asimismo, el entendimiento del cliente de la manera distinta a laborar y los beneficios monetarios, así como la definición de su participación y que tanto quiera involucrarse o si sólo le interesan los temas de mucha relevancia. Es un desafío el involucrar áreas como costos y obra a la metodología de trabajo, para lograr una mejora de comunicación entre diseño y coordinación con la construcción. Al mismo tiempo, trabajar con un proyecto claro y completo junto con un personal orientado al método de trabajo y un perfil constructivo a través de cursos enfocados a la metodología y no solo al uso del programa, a

estándares de calidades, coordinación y generación de metas por tiempos de entrega que realmente se cumplan. Es posible que exista un aumento de costo por el tiempo “extra” que involucra la metodología en la participación de externos.

Para finalizar, existen herramientas que posiblemente facilitarán la ejecución de la metodología como el utilizar contratos enfocados a este sistema que permitan tener las reglas claras y se invite a la utilización de BIM. La existencia de juntas con el staff de trabajo para explicar el proceso y el objetivo a conseguir, antes de empezar un proyecto. La realización de juntas programadas constantes, donde se definan compromisos y fechas de entrega, así como acuerdos, contratos, procesos y entregables. La elaboración de una investigación y planeación de las necesidades y requerimientos del proyecto antes de iniciar, y una vez comenzado el trabajo, la oficina se encuentre en un “ecosistema BIM” donde se audite el proyecto, y tengan juntas periódicas de control y avance de proyecto para la resolución de dudas tanto de programa como técnicos. La estandarización o creación de plantillas generales y específicos para cierto tipo de proyectos y la restricción de movimiento del modelo colaborativo.

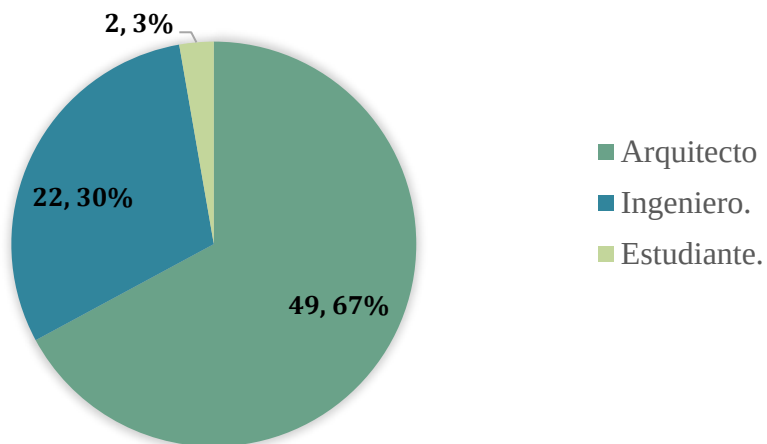
3.3.4 Resultado de encuestas.

Se realizaron 73 encuestas a diferentes profesionales que se manejan en el rubro proyectos y construcción, con el objetivo de realizar un diagnóstico del conocimiento y uso de las herramientas de BIM e IPD en la zona metropolitana de Guadalajara, así como los problemas de su aplicación. A continuación, los resultados.

PREGUNTAS GENERALES.

1.PROFESIÓN

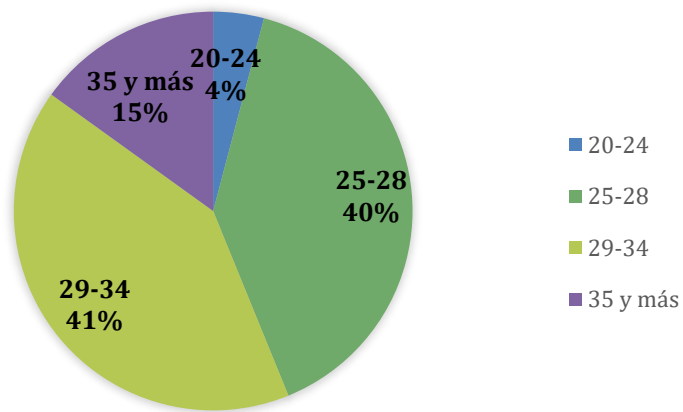
La Gráfica 3.1. Muestra las diferentes profesiones del total de entrevistados. La mayoría de éstos son arquitectos, seguidos por ingenieros y por último algunos estudiantes que laboran.



Gráfica 3.1. Profesión de los entrevistados. Fuente: Elaboración propia.

2. EDAD

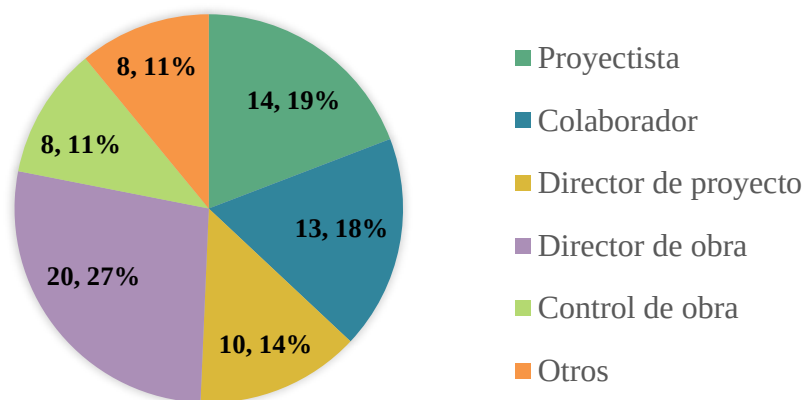
En la Gráfica 3.2. Se muestra un rango de edad de los entrevistados de 20 a 58 años, el mayor número de entrevistados se encuentran en una edad joven, pero con experiencia laboral, pues se encuentran en un rango de edad de 29 a 34 años, seguido por los del rango de edad de 25 a 28 años.



Gráfica 3.2. Rango de edad. Fuente: Elaboración propia.

3. PUESTO EN EL QUE LABORA

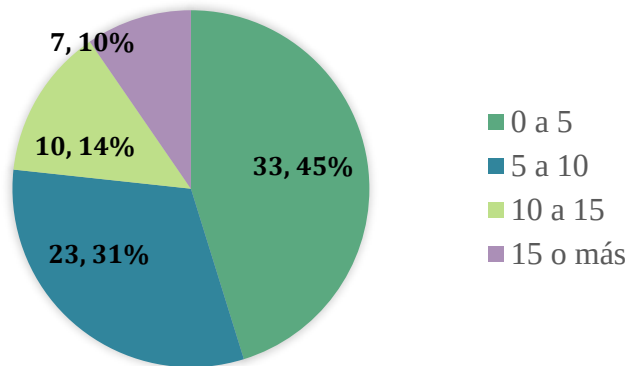
De las diferentes actividades laborales, en la Gráfica 3.3 se muestran las respuestas mayormente indicadas por los encuestados. Los puestos laborales más mencionados son residentes de obra y proyectistas. Puestos que les toca colaborar con las diferentes disciplinas tanto para la elaboración del proyecto, como para el proceso correcto de la obra.



Gráfica 3.3. Puesto en el que labora. Fuente: Elaboración propia.

4. AÑOS DE EXPERIENCIA

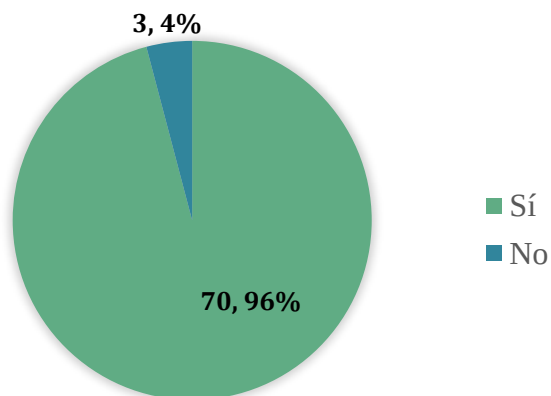
La mayoría de los encuestados, como se muestra en la Gráfica 3.4 se encuentran un rango de 0 a 5 años de experiencia laboral, seguido por un rango de edad de 5 a 10 años. Es decir, el mayor número de entrevistados cuentan con una experiencia laboral considerable.



Gráfica 3.4. Años de experiencia laboral. Fuente: Elaboración propia.

5. SE HA TRABAJADO DE MANERA COLABORATIVA

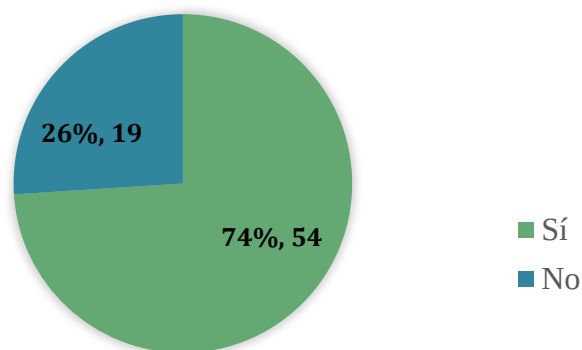
El 96% de los encuestados, según muestra la Gráfica 3.5 han trabajado de manera colaborativa, por lo que se puede inferir que el ámbito de la arquitectura, ingeniería y construcción, es un trabajo que se realiza de manera colaborativa, o trabajo en equipo.



Gráfica 3.5. Se ha trabajado de manera colaborativa. Fuente: Elaboración propia.

6. UTILIZA METODOLOGÍAS DE TRABAJO COLABORATIVO

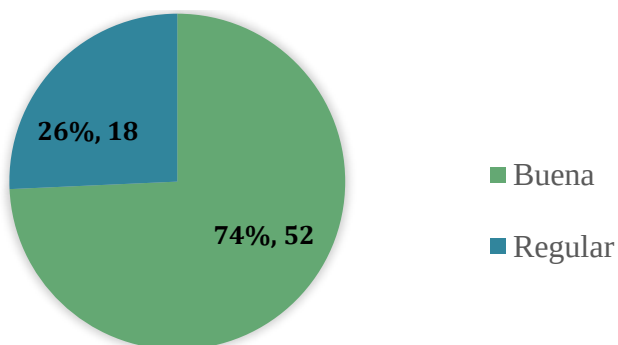
En la Gráfica 3.6, según los encuestados, se utiliza regularmente alguna metodología para trabajar, sin embargo, el porcentaje de quien si lo utiliza es menor, con la cantidad de personas que trabajan de manera colaborativa, pasando de 96% que trabaja colaborativo a un 74% que utiliza una metodología para trabajar.



Gráfica 3.6. Utilización de metodologías en el trabajo colaborativo. Fuente: Elaboración propia.

7. EXPERIENCIA EN EL TRABAJO COLABORATIVO

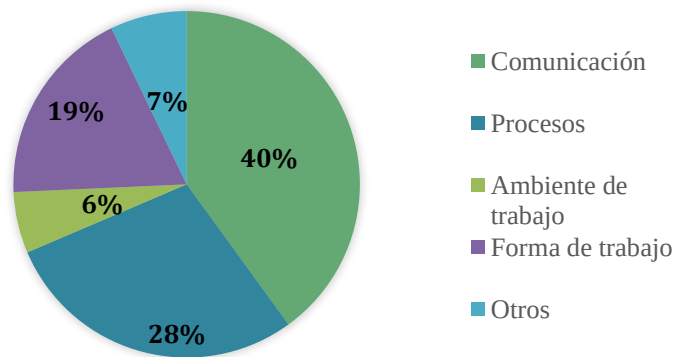
La Gráfica 3.7 muestra de las 70 personas (Gráfica 3.5) que contestaron que han trabajado de manera colaborativa, el 74% comenta haber tenido una buena experiencia trabajando de manera colaborativa.



Gráfica 3.7. Experiencia del trabajo colaborativo. Fuente: Elaboración propia.

8. MEJORAS EN EL TRABAJO COLABORATIVO

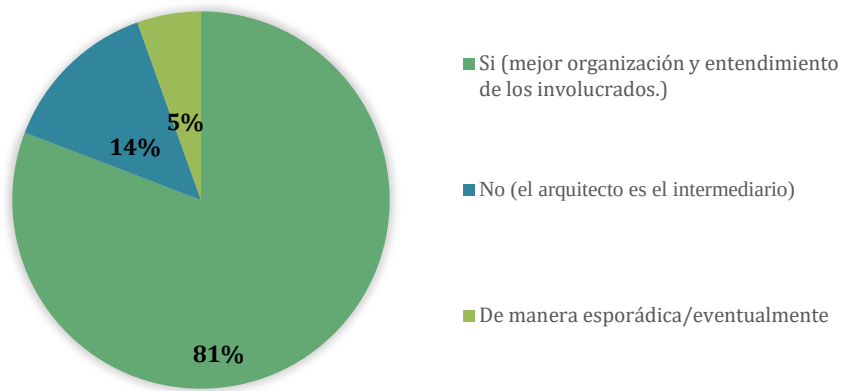
La Gráfica 3.8. muestra la agrupación dada a las respuestas más repetidas por los entrevistados. En primer lugar, se encuentra la comunicación (40%) seguido de los procesos (28%) y forma de trabajo (19%) como los tres puntos principales para la mejora del trabajo colaborativo. Por lo tanto, la comunicación entre los equipos de trabajo, procesos claros y la colaboración constante de otros contratistas o disciplinas son mejoras deseadas.



Gráfica 3.8. Mejoras en el trabajo colaborativo. Fuente: Elaboración propia.

9. OPINIÓN SOBRE JUNTAS CLIENTE-ARQUITECTO Y DISCIPLINAS INVOLUCRADAS

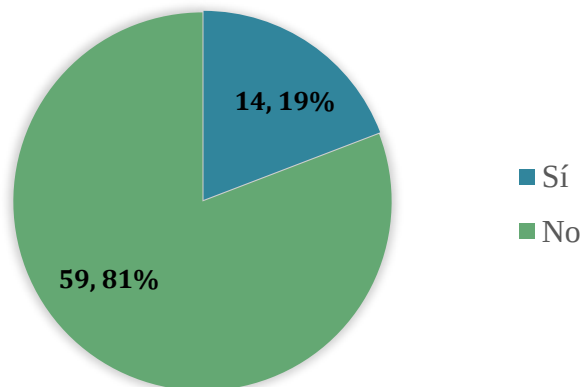
En la Gráfica 3.9, se puede ver que el 81% de los encuestados considera que sí se deben realizar juntas donde se involucre al cliente y arquitecto con las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto, para que ellos obtengan la información de primera mano. A pesar de ello, en las respuestas se comenta que el cliente y las diferentes disciplinas debe tener ciertas intervenciones y no estar presente en todas las reuniones.



Gráfica 3.9. Juntas cliente-arquitecto con diferentes disciplinas. Fuente: Elaboración propia.

10. CONOCIMIENTO SOBRE QUE ES INTEGRATED PROYECT DELIVERY (IPD)

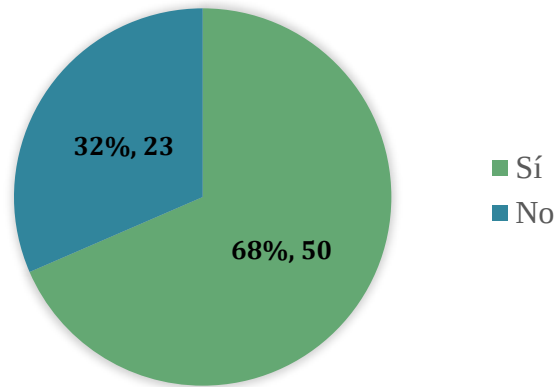
La Gráfica 3.10 muestra que el 81% de los encuestados, no conocen la metodología de Integrated Project Delivery (IPD)



Gráfica 3.10. Conocimiento sobre IPD. Fuente: Elaboración propia.

11. CONOCIMIENTO SOBRE QUE ES BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

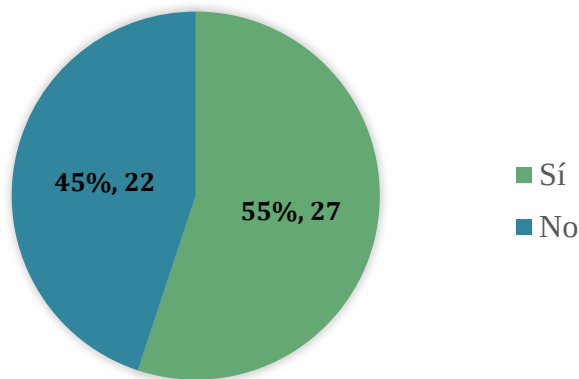
A diferencia del anterior, en la Gráfica 3.11. se visualiza que la metodología de Building Information Modeling (BIM) es conocida por 68% de los encuestados.



Gráfica 3.11. Conocimiento sobre la metodología BIM. Fuente: Elaboración propia.

12. SE UTILIZA BIM

De las 50 personas que conocen la metodología BIM, 27 sí lo utilizan, lo cual se muestra en la Gráfica 3.12. Se puede inferir que entre las personas que conocen la metodología, un poco más de la mitad la utiliza.



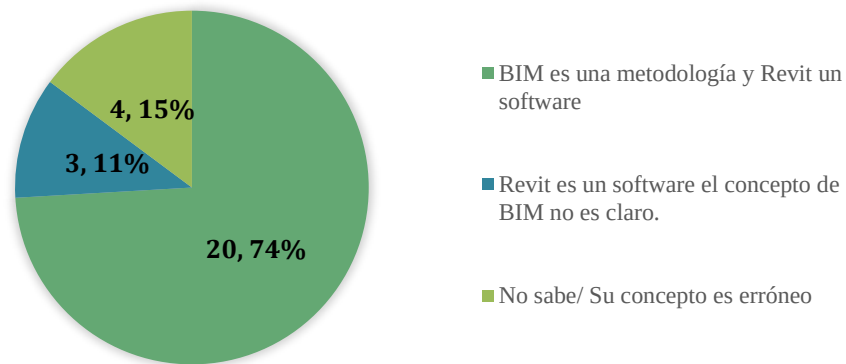
Gráfica 3.12. Se utiliza BIM para trabajar. Fuente: Elaboración Propia.

PREGUNTAS ENFOCADAS A QUIEN UTILIZA LA METODOLOGÍA BIM

De las preguntas 13 a 26 se enfocan a las respuestas dadas por las 27 personas que contestaron que si utilizan la metodología BIM.

13. DIFERENCIA ENTRE REVIT Y BIM

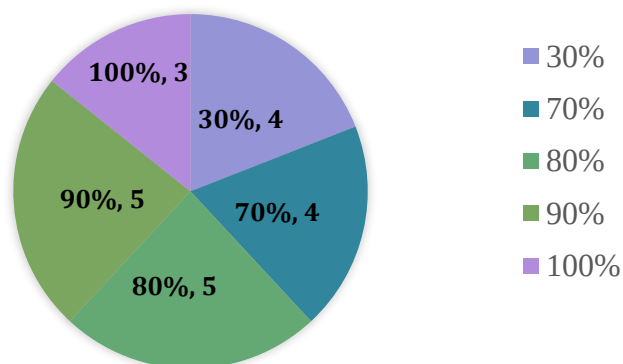
La Gráfica 3.13 indica que el concepto de la metodología BIM y Revit, está correctamente entendido por la mayor parte de los que utilizan la metodología.



Gráfica 3.13. Conocimiento sobre diferencia entre Revit y BIM. Fuente: Elaboración propia.

14. PORCENTAJE DE PROYECTOS HECHOS CON MODELOS BIM

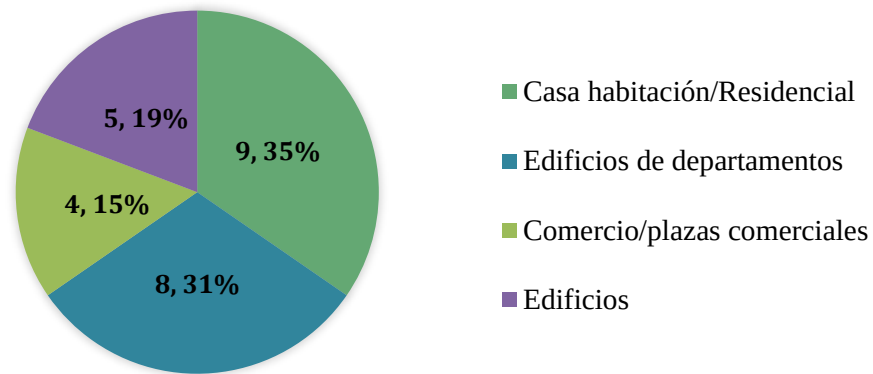
Se muestra en la Gráfica 3.14 que según los entrevistados realizan entre 80% y 90% de sus proyectos a través de modelos BIM.



Gráfica 3.14 Porcentaje de proyectos hechos con BIM. Fuente: Elaboración propia.

15. TIPO DE PROYECTOS DONDE SE USA BIM

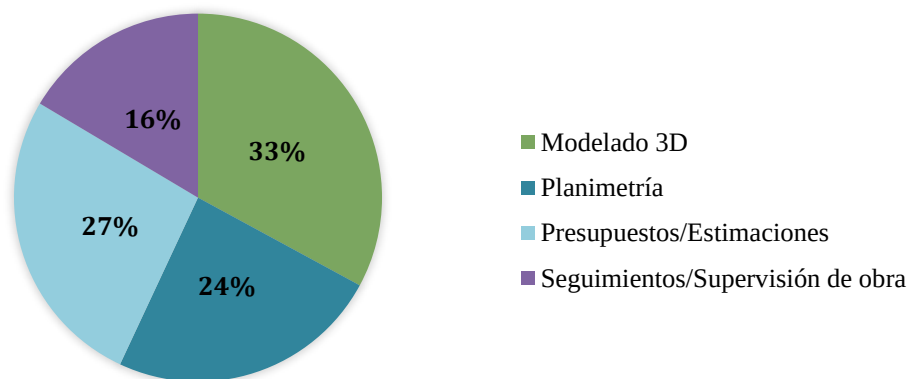
Según los encuestados, la Gráfica 3.15 muestra que se utiliza mayormente la metodología en proyectos como casas habitación/residencial y edificios de departamentos.



Gráfica 3.15 Proyectos que utilizan BIM los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

16. UTILIZACION DE BIM

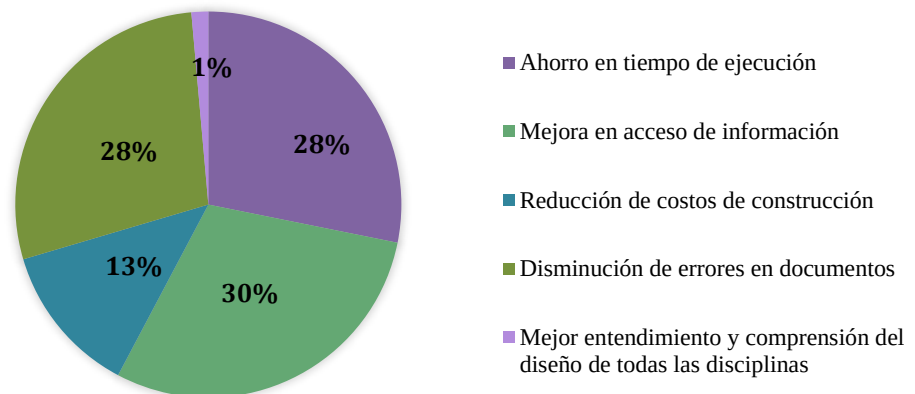
El mayor uso que se le da al BIM que se muestra en la Gráfica 3.16 es el Modelado en 3D, seguido por presupuestos y estimaciones y por último planimetría.



Gráfica 3.16. Para que utiliza BIM. Fuente: Elaboración propia.

17. BENEFICIOS DE BIM

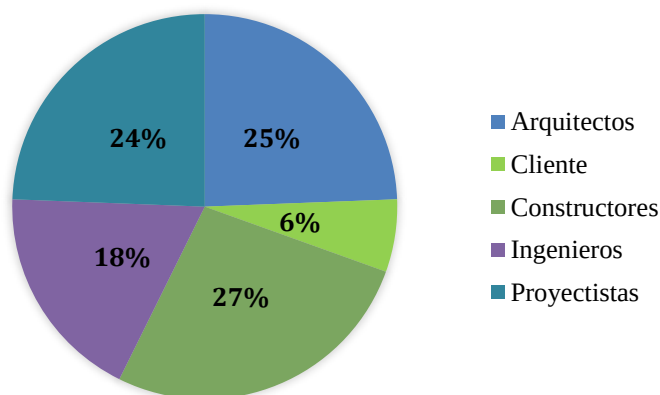
De las mejoras mencionadas en la forma de trabajar las tres de mayor mención que se muestran en la Gráfica 3.17 son: la mejora de acceso de información seguido por la disminución de errores en el documento y el ahorro de tiempo de ejecución.



Gráfica 3.17. Beneficios notados en la utilización de BIM. Fuente: Elaboración propia.

18. BENEFICIADOS CON MODELOS BIM

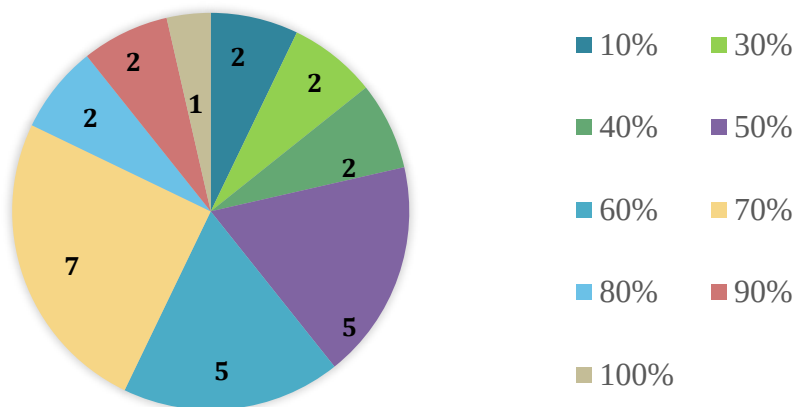
Se observa en la Gráfica 3.18 se consideran los que tienen un mayor beneficio con la metodología BIM son los constructores, seguidos por los arquitectos y proyectistas.



Gráfica 3.18. Beneficiados con los modelos BIM. Fuente: Elaboración propia.

19. GRADO DE CONOCIMIENTO BIM

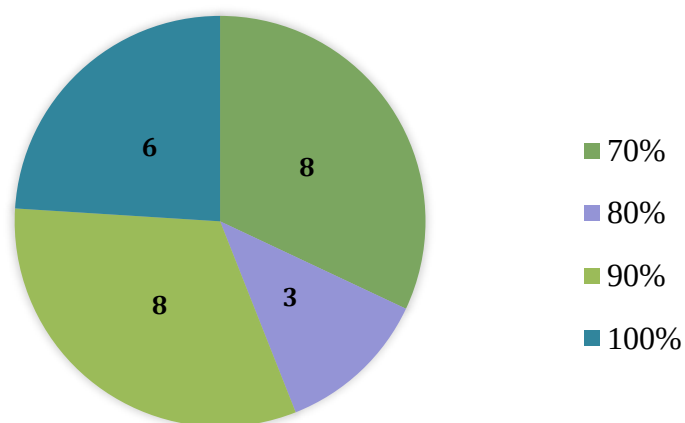
Basado en el conocimiento que consideran los encuestados tener respecto a la metodología BIM. La Gráfica 3.19 muestra que un mayor número considera tener un 70% de conocimiento, seguido por el 60% y 50% en la misma cantidad.



Gráfica 3.19. Grado de conocimiento BIM. Fuente: Elaboración propia.

20. SATISFACCION DEL TRABAJO CON METODOLOGÍA BIM

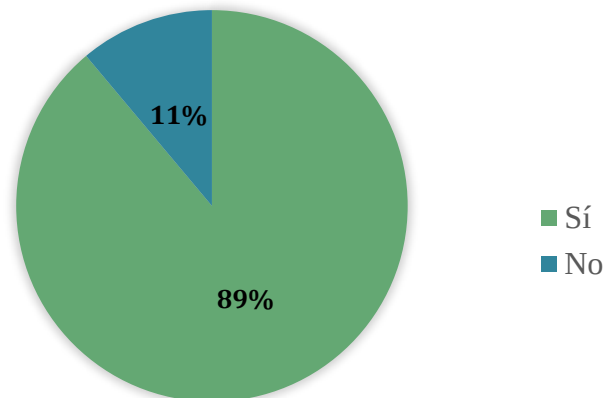
Según las respuestas de los encuestados en la Gráfica 3.20 se muestra el nivel de satisfacción del trabajo con la metodología BIM, el cual se encuentra ente un 70% y 90%.



Gráfica 3.20. Satisfacción de la metodología BIM. Fuente: Elaboración propia.

21. ¿PARTICIPAN OTROS PROFESIONALES EN EL MODELO BIM QUE GENERA?

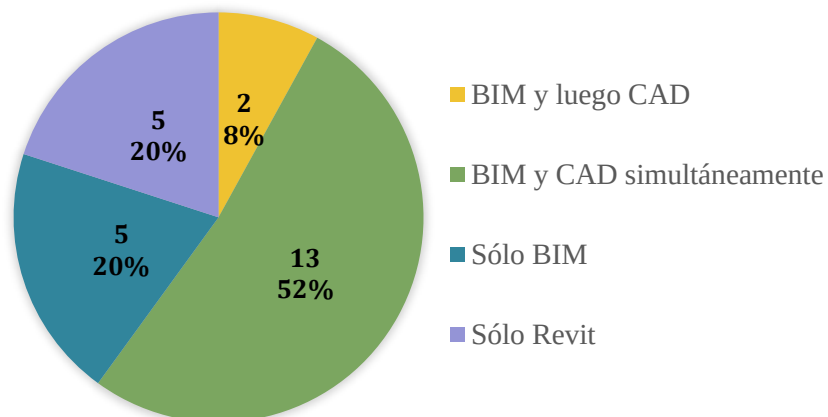
En la Gráfica 3.21 muestra que de los 27 encuestados, 89% trabajan de manera colaborativa con otras disciplinas, en donde se puede inferir, se busca la interacción entre los involucrados.



Gráfica 3.21. Participación de colaboradores. Fuente: Elaboración propia.

22. ¿QUÉ METODOS DE TRABAJO UTILIZA PARA LA FORMACIÓN DE MODELO BIM?

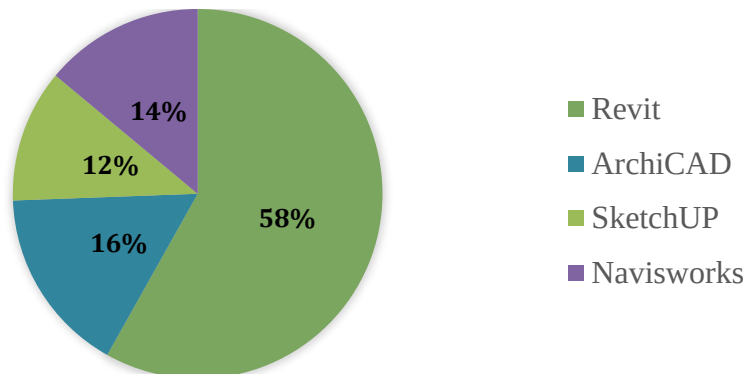
La mayoría de los encuestados utiliza BIM y CAD simultáneamente. La Gráfica 3.22 muestra que el 52% del total usa este método de trabajo.



Gráfica 3.22. Métodos de trabajo para la formación de modelos BIM. Fuente: Elaboración propia.

23. ¿QUÉ PROGRAMAS UTILIZA?

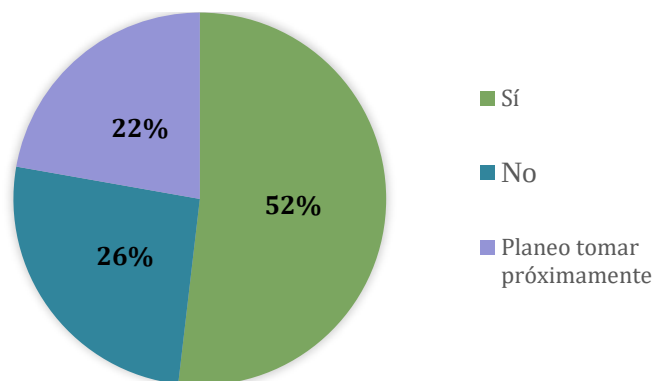
El programa de mayor uso según muestra en la Gráfica 3.23 entre los encuestados en Revit, de Autodesk, seguido por una gran diferencia de número, por archiCAD. Entre otros programas utilizados para el manejo de la metodología BIM entre los encuestados esta Sketch UP y Navisworks.



Gráfica 3.23. Programas utilizados para la metodología BIM. Fuente: Elaboración propia.

24. ¿HA RECIBIDO CAPACITACIÓN BIM DE MANERA PROFESIONAL?

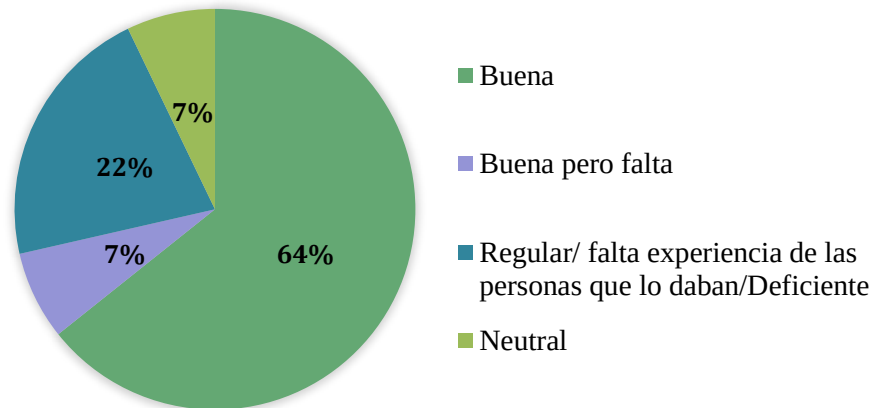
La Gráfica 3.24 muestra que de 27 encuestados el 52% sí han tomado una capacitación profesional sobre la metodología. De la otra mitad restante, se dividen en que manejan la metodología sin haberse capacitado, pero 22% planea tomar un curso próximamente.



Gráfica 3.24. Capacitación profesional. Fuente: Elaboración propia.

25. ¿CÓMO LE PARECIÓ LA CAPACITACIÓN QUE TOMÓ?

Se menciona, como se muestra en la Gráfica 3.25 que la capacitación tomada por el 52% de encuestados fue buena. Sin embargo, hay un porcentaje de 22% que considera que las capacitaciones obtenidas son insuficientes.



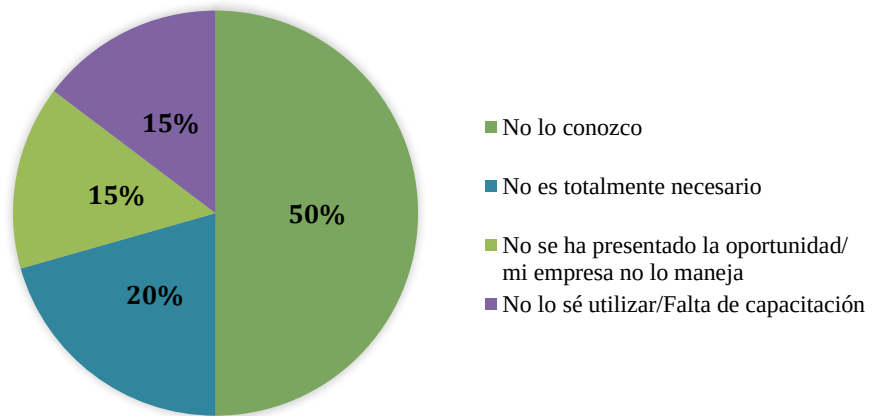
Gráfica 3.25. Calificación de capacitación, Fuente: Elaboración propia.

PREGUNTAS ENFOCADAS A QUIEN NO UTILIZA LA METODOLOGÍA BIM

A partir de la pregunta 26 a la 28, las respuestas fueron dadas por los 46 encuestados que no conocen o no utilizan la metodología BIM.

26. MENCIONE LAS RAZONES POR LAS CUALES NO LO UTILIZA

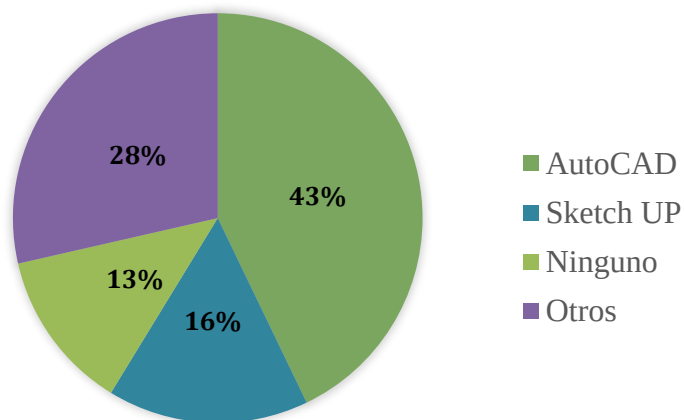
Según se muestra en la Gráfica 3.26 la mayor razón por la que no se utiliza la metodología BIM es por desconocimiento, seguido por que se considera que no es totalmente necesario (20%) y que se tiene el conocimiento (15%), o en el lugar laboral donde se encuentra decide no utilizarlo (15%)



Gráfica 3.26. Razones para no utilizar BIM. Fuente: Elaboración propia.

27. ¿QUÉ PROGRAMA UTILIZA ACTUALMENTE?

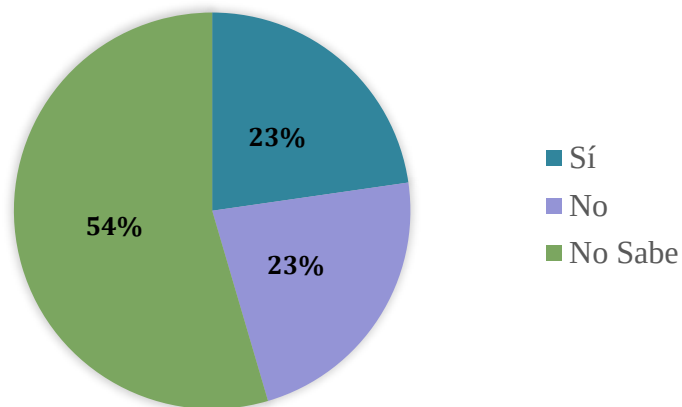
El programa mayormente utilizado que se muestra en la Gráfica 3.27 es AutoCAD, seguido por Sketch UP, y seguido por diversos programas utilizados para diferentes fines como presupuestos, topografía, cálculo estructural, entre otros.



Gráfica 3.27. Programa que utiliza actualmente. Fuente: Elaboración propia.

28. ¿ESTÁ PREVISTA LA IMPLANTACIÓN DE BIM EN SU OFICINA EN UN FUTURO?

La mayoría de los encuestados dicen no saber si la implementación de BIM en su oficina se dará, pues no se encuentran en una posición de toma de decisión.



Gráfica 3.28. *Futura implementación de BIM.* Fuente: *Elaboración propia.*

3.3.5 Conclusiones de la encuesta.

A partir de la encuesta realizada a profesionales del ramo de la industria de la construcción, con el objetivo de obtener un panorama del conocimiento de las metodologías BIM e IPD en la Zona Metropolitana de Guadalajara, se puede concluir lo siguiente.

Los encuestados se localizan principalmente en una categoría de edad de entre 29 a 34 años (41%), seguido por 25 a 28 años (40%) arquitectos en su mayoría e ingenieros civiles, dedicados a trabajos como dirección de obra, proyectistas, colaboradores y dirección de proyecto, los cuales se encuentran en un rango de experiencia laboral entre 0 a 10 años. Por lo tanto, los resultados encontrados aquí, se refieren a un porcentaje de la población que ya cuenta con mayor experiencia que un principiante, pero que aún le queda camino por recorrer en vida profesional, y quienes, al ser jóvenes, en un periodo de 10 a 15 años podrían encontrarse laborando en puestos de gerencia o dirección.

En la profesión de la construcción, la arquitectura, la ingeniería civil y demás disciplinas comparten información para lograr la proyección y construcción de un proyecto completo. Es decir, se trabaja de manera colaborativa ya que 96% de los encuestados afirman haber trabajado de esta manera, una gran mayoría a través de metodologías para trabajo colaborativo (74%). Sin embargo, queda en duda si se refieren a las metodologías BIM+IPD pues más adelante, la información sobre la utilización de éstas disminuye en porcentaje.

Para los encuestados (74%) el trabajo colaborativo ha sido una buena experiencia. A pesar de ello, y a favor a los que contestaron haber tenido una experiencia regular, se mencionan tres puntos principales para la mejora de este tipo de trabajos: La comunicación (40%), los procesos (28%) y la forma de trabajo (19%).

Entre las mejoras puntuales mencionadas se encuentran la comunicación entre el equipo de trabajo (de manera interna y externa), mejora en el flujo de información y retroalimentación de la misma, así como el cumplimiento de objetivos y avances. También se sugiere la colaboración participativa de las disciplinas externas, así, junto con el equipo principal se tenga el conocimiento general de los temas relacionados con el proyecto para que éste fluya, se logre un verdadero trabajo colaborativo y se resuelvan de manera pronta los obstáculos.

El involucrar al cliente en reuniones de trabajo junto con el arquitecto y demás disciplinas es considerada por el 81% de los encuestados una actividad necesaria y posible solución a problemáticas del trabajo colaborativo. No se considera necesario que se encuentre todo el equipo en la totalidad de las reuniones, pero sí en las de mayor relevancia (principio, avance y cierre de proyecto) o de manera periódica, en donde las diferentes disciplinas involucradas puedan obtener la información de primera mano de parte del cliente: qué es lo que quiere y hacia dónde busca llegar. De esta manera, definir el alcance de cada parte, y al mismo tiempo tener un objetivo común, teniendo como resultado la existencia de un diálogo claro y con retroalimentación, a través de reuniones o juntas donde surjan ideas, se aclaren dudas y se tenga una mejor organización en equipo.

Las personas que respondieron no estar de acuerdo a una interacción clientes-disciplinas, son aquellas que se dedican a proyectar o son coordinadores de proyecto, los cuales consideran que el cliente puede ser mayormente perjudicial. Para estas personas es habitual que el arquitecto cumpla una función de representante del cliente y asuma la responsabilidad completa del proyecto.

La metodología BIM es más conocida (68% si la conoce) que Integrated Project Delivery (81% no lo conoce.). Existe un total de 13 personas que conocen ambas metodologías, éstas son personas que en su mayoría ocupan puestos gerenciales o de coordinación, con más de 5 años de experiencia.

Sin embargo, a pesar de que el 55% de los encuestados que conocen la metodología BIM la utilizan, a nivel general, sólo representan el 37% (27 personas de un total de 73).

La diferencia entre la definición de la metodología BIM y Revit, entre las 27 personas que dicen utilizar la primera, el 74% tiene un concepto claro de cada una y la diferencia entre ambas. Se considera la utilización de BIM entre un 80% y 90% de los proyectos en los que trabaja, es un porcentaje alto que puede indicar que el beneficio de la metodología es visible y óptimo, aplicado principalmente en proyectos tipo casa habitación (9.35%) y edificios de departamentos (8.31%).

Sin embargo, este dato puede estar influenciado por el tipo de proyecto que se genera en cada despacho, pues las casas habitación tienen un menor tiempo de construcción en comparación con una edificación a mayor escala, donde los beneficios de las metodologías son más notorios.

El promedio del conocimiento de BIM es de un 70%, el cual se puede considerar cercano a un nivel alto, con algunas deficiencias. Es por esta razón que el mayor uso que se le da a la metodología es de modelado 3D (33%) seguido por presupuestos o 4D (27%) y planimetría (24%).

No se menciona si con el Modelo tridimensional se realizan cruces de información y/o colaboración, los beneficios de la metodología se limitan principalmente a los dados por programa de Revit, (3D y 4D, aunque no son los únicos que ofrece, si son los más comunes que se utilizan) ya que el 58% de los encuestados utiliza este programa y sólo el 14% mencionó Navisworks, utilizado para cruces de información.

Se considera como mayor beneficio obtenido de la metodología la mejora del acceso a la información (30%) seguido a la par por disminución de errores en documentos y ahorro de tiempo en ejecución (ambos 28%) lo que confirma la principal aportación de BIM es la obtención de información lo que permite se genere una mejoría en el dibujo técnico y por ende la fluidez de la información correcta hacia la construcción. En consecuencia, el constructor es considerado (27%)

como el que obtiene mayor beneficio con la metodología, seguido por arquitectos (25%) y proyectistas (24%), es decir, se favorece a la comunicación principal entre oficina y obra. Es entonces que se obtiene un nivel de satisfacción de BIM de entre el 70% y el 90%.

La participación de otros profesionales en el modelo BIM generado por los encuestados es común (89%), especialmente en proyectos grandes como edificios de departamentos. En otros casos donde no participan, son profesionales que manejan proyectos de menor escala y suelen ser ellos mismos quienes lleven el proceso completo de proyecto y obra.

Respecto a los métodos de trabajo para la metodología BIM, un 52% utiliza BIM y CAD de manera simultánea. Esto sucede porque no todas las personas utilizan las herramientas de la metodología, por lo que es necesario para compartir la información migrarla a programas tradicionales como lo es el CAD. También, la búsqueda de una calidad gráfica a la generada en AutoCAD la cual no es lograda en programas BIM, abona a la utilización del programa por fines representativos.

La utilización de programas CAD (43% del total de encuestados) se muestra constante, a causa del arraigo del mismo el ámbito laboral de la construcción, el cambio de plataformas se vuelve complicado. Aunado a esto, el 50% del total de 73 encuestados no lo conoce y el 20% encuentran poco o nulo beneficio a BIM pues se considera complicado y caro, o incluso se tienen los conocimientos, pero no se pueden aplicar porque no se considera relevante o necesario la implementación de BIM. Se vuelve más sencillo representar a través de líneas de computadora bocetos o ciertos detalles constructivos.

De entre llamadas personas que utilizan la metodología BIM, el 52% ha tomado una capacitación y el 22% están planeando tomarla próximamente, es importante conocer que se busca la mejora y profesionalización del conocimiento, hacia una mejora completa y no solo enfocada en las

herramientas de la metodología. Se afirma que la experiencia de las capacitaciones ha sido buena (64%), Sin embargo, el 22% menciona que la capacitación fue deficiente.

El potencial del uso de la metodología BIM hacia sus beneficios a la sustentabilidad se ve sesgado debido al desconocimiento o el uso que se le da, ya que su uso mezcla con una metodología tradicional debido a que no se exige o no es utilizado por todos los participantes del proyecto, así mismo, el enfoque de beneficio de torna hacia la obra, así como en la temática económica y de tiempo.

Es importante que se dé difusión de los beneficios de la metodología BIM (ya que el 54% no sabe si se implementará en su lugar de trabajo) así como de parte de quien ya lo utiliza, solicitar a sus colaboradores hablar el mismo lenguaje para que se aproveche al máximo y sea posible lograr un trabajo colaborativo de BIM junto con IPD.

3.3.6 Cruce de Información entre resultados de entrevistas y encuestas.

El uso de la metodología BIM e IPD se centra en un grupo reducido de un total de 37% de profesionistas de la construcción según la encuesta realizada y aunque es mayor el porcentaje que las desconoce, existe la intención de aprender sobre éstas. Actualmente el 52% de quien utiliza la metodología BIM maneja las herramientas de Revit y AutoCAD.

El concepto de Building Information Modeling es conocido por tratarse de la realización de trabajo colaborativo que se ve reflejado al utilizar herramientas propias de la metodología en las labores que realizan los arquitectos y proyectistas, las cuales se manifiestan al momento de edificar, siendo el constructor quien recibe el mayor beneficio en temas de optimización de tiempo, disminución de problemáticas y eficacia de recursos, así como el inversor, en eficiencia económica. Por otro lado, IPD es poco conocida, y se relaciona mayoritariamente a profesionistas dedicados a la gestión de obra, esto se vio reflejado en las encuestas, ya que las personas entrevistadas no conocían el concepto y sus trabajos eran de oficina y no en obra.

No obstante, la utilización de la metodología se vuelve propia de cada espacio laboral, volviendo complicado la colaboración con disciplinas externas por diferentes factores (problemática de *making-do*), los cuales se convierten en puntos para mejorar, como: problemas en la comunicación y falta de intercambio de información, traslape de obra y proyecto, falta de criterio y/o interés por otras disciplinas, así como el deslinde de las mismas en el proceso, y por último, la presión por tiempos de entrega, lo que lleva a buscar soluciones rápidas y sin criterio, para salir del paso o “mexicanadas”.

Si se trabaja con externos que la desconozcan u opten por no utilizarla, surge un problema cultural en el método laboral. En consecuencia, el beneficio que puede llegar a ofrecer la metodología de manera integral a un proyecto disminuye, limitándose al área laboral donde se utiliza

(convirtiéndola en sólo una herramienta de dibujo y modelado), e incluso, es posible llega a perderse.

Existe una resistencia al cambio de metodología de trabajo en distintas disciplinas de la construcción, principalmente por parte de profesionistas que cuentan con 15 años o más en el ramo por diferentes razones: consideran que la metodología actual es funcional, les es complicado modificar y adaptarse a nuevas estrategias y herramientas de trabajo, además del rechazo al gasto que implica la capacitación y la escasa necesidad y/o beneficio de la implementación a sus lugares laborales (limitando la oportunidad laboral de los jóvenes que trabajan y conocen la metodología, no se les ha presentado la oportunidad para aplicar los conocimientos sobre la misma).

Al colaborar en el desarrollo de un proyecto con despachos u constructoras que no se encuentran en la misma sintonía, el flujo de trabajo BIM es interrumpido por lo que y se regresa a la metodología actual en ciertos puntos del proyecto, como lo es al compartir o recibir información a los involucrados que la utilizan (AutoCAD 2D). Incluso en dibujar detalles arquitectónicos, constructivos o de ingeniería porque se considera más rápido realizarlos con líneas y/o ya están generados en CAD. En tal caso, si el proyectista necesita el modelo BIM de la información recibida, lo modela él mismo, lo que lo hace un doble trabajo.

La participación del cliente es un punto mencionado tanto por los encuestados como los entrevistados, puesto que su participación en la concepción del proyecto junto con el arquitecto y las disciplinas involucradas es de vital importancia. La intención principal se centra en que los involucrados obtengan información relevante y objetivos claros de parte del cliente, para lograr un entendimiento y visión de meta por el total e integral de los participantes, así como los beneficios que verá reflejado él frente a la metodología de trabajo. Es por esto, que la presencia del cliente no es necesaria en todas las reuniones durante el proceso, siendo así relevante identificar momentos

claves del proceso de diseño y proyecto en donde la presencia éste sea imprescindible hacia sus intereses, (*i.e.* proyecto, monetarios, tiempo, entre otros.).

La metodología IPD de la mano con las herramientas de la metodología BIM, buscan las mejoras del trabajo colaborativo a través de la planeación, coordinación, reglas claras, definición de responsabilidades, comunicación y control. Además de la optimización del tiempo y eficiencia en entrega de proyecto, así como la información de la cuantificación con el fin de lograr una eficiencia económica, social y ambiental tanto en el proyecto como para los involucrados.

Es una tarea ardua la implementación de la metodología de manera interna y trabajarla de manera externa dado que no todos los involucrados en el proyecto la utilizan, no se tienen interés ni tiempo por aprenderla o la desconocen. De manera interna, es necesario la toma de capacitaciones y cambios en los hábitos de trabajo. Actualmente, muchos que ya utilizan la metodología se han esforzado por mejorar e involucrarse en el tema, otros están en procesos, y unos cuantos la utilizan sin haberse capacitado o no lo hacen por falta de dinero, tiempo y la inexistencia de la necesidad de cambio.

De manera externa, se requiere un cambio de paradigma de la responsabilidad total del arquitecto/constructor en proyecto, donde el cliente entienda las consecuencias de las decisiones que toma y se cuente con los contratistas como apoyo para la claridad del proyecto y de la información en su obtención en tiempo y forma. Es por eso que es de vital importancia el trabajo en equipo unido por la estrategia de trabajo que aporta IPD, el cual que esté abierto a participar en diferentes formas de trabajar a las tradicionales.

Es fundamental efectuar juntas donde se revise el proyecto en conjunto con las diferentes disciplinas los cuales es indispensable se definan desde el principio. Una herramienta aplicable en las reuniones es la creación del BIM Execution Plan (BEP) para la coordinación externa e interna

en los equipos de trabajo. Así como la generación de contratos donde se especifique los requerimientos de los participantes, la metodología y softwares a utilizar, formas de intercambio de información, responsabilidades, juntas, entre otras cosas. Asimismo, es posible que este tipo de contratos genere una elevación al costo por el servicio de los profesionistas debido al aumento de las responsabilidades y del tiempo requerido de los mismos.

Capítulo 4

Aplicación de la investigación

4.1 Definición del proyecto.

El proyecto a estudiar es el correspondiente a la proyección y construcción de una nave industrial enfocada a la logística y almacenamiento, es una de tres edificaciones que trabajarán en conjunto con diferentes funciones complementarias entre sí, la cual fue la primera construcción de todo el complejo, incluyendo vialidades. La Figura 4.1 muestra el conjunto original donde se encuentra el terreno. El proyecto inicialmente se ubicó en una propiedad de alrededor de 12,000m² y una construcción de 3,000m².

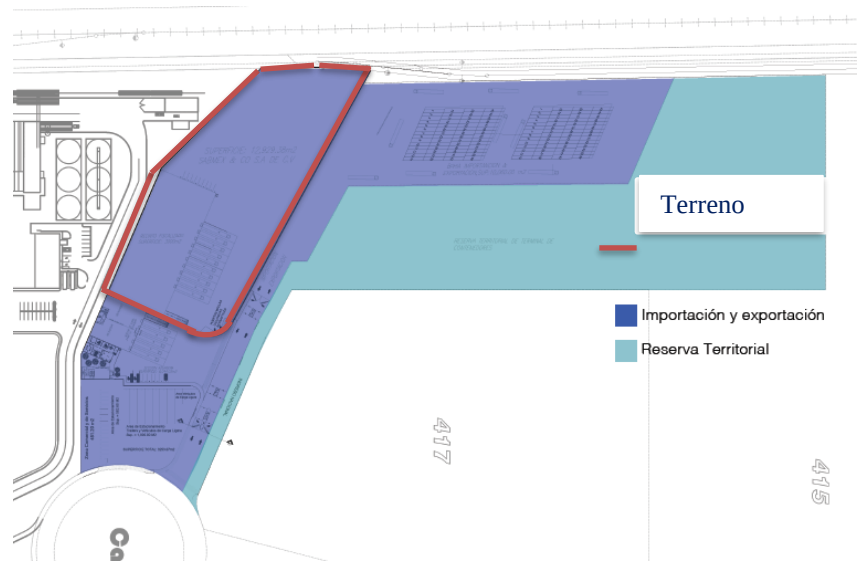


Figura 4.1 Conjunto general de ubicación del proyecto de estudio.

En la Figura 4.2 se señala el terreno y la ubicación de la edificación en el mismo. Es importante mencionar que el plan maestro del conjunto de las edificaciones no fue realizado por el despacho de diseño quien hizo la nave a analizar.

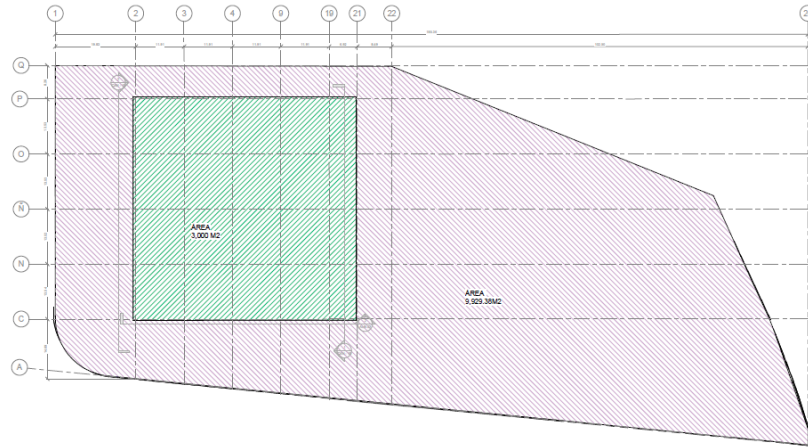


Figura 4.2 Ubicación de la edificación en el terreno.

El proyecto aprobado 14 de julio del 2017 el cual se muestra en la Figura 4.3, está formado en la parte exterior por un estacionamiento para 44 vehículos, y espacio de bicicletas y motocicletas. Un andén con área de carga y descarga, patio de maniobras, área verde y dos ingresos; el primero ubicado en la parte curva del terreno para la entrada y salida de vehículos y tráileres y la segunda ubicada en el fondo del terreno con la intención de generar una comunicación con la edificación colindante. Se diseñó una escalera lateral para el ingreso a la nave y una jardinera de división entre el área de carga y descarga de la vialidad.

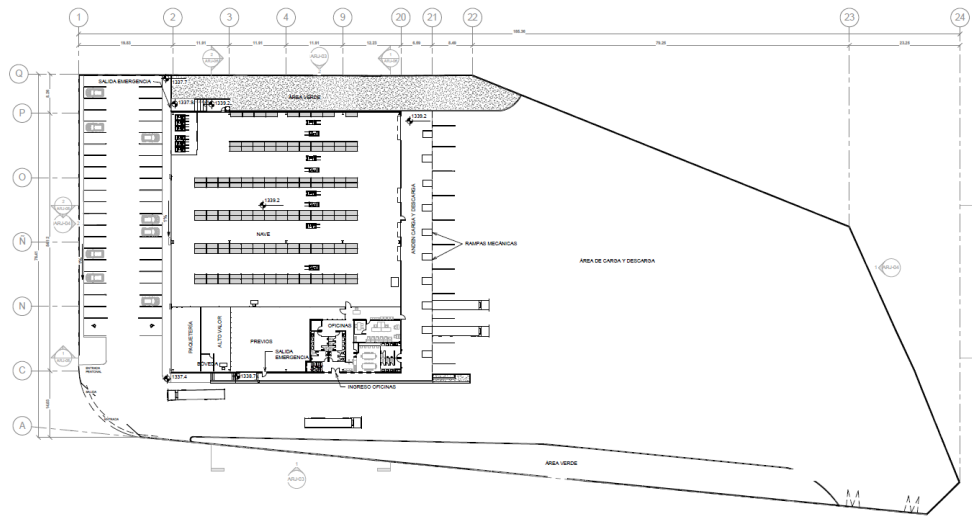


Figura 4.3 Plano de conjunto

En el interior, (Figura 4.3) la nave cuenta con un área de almacenamiento, un área de carga para montacargas, oficinas, y áreas divididas de alto valor, bóveda, paquetería, y previos, cada una con acceso controlado. Para ingresar la carga a la nave se cuentan con dos puertas de 3 metros de ancho y alto y una de 5 metros de alto y 3 de ancho ubicadas en el andén de carga y descarga, el cual originalmente contaba con 10 espacios para rampas mecánicas.

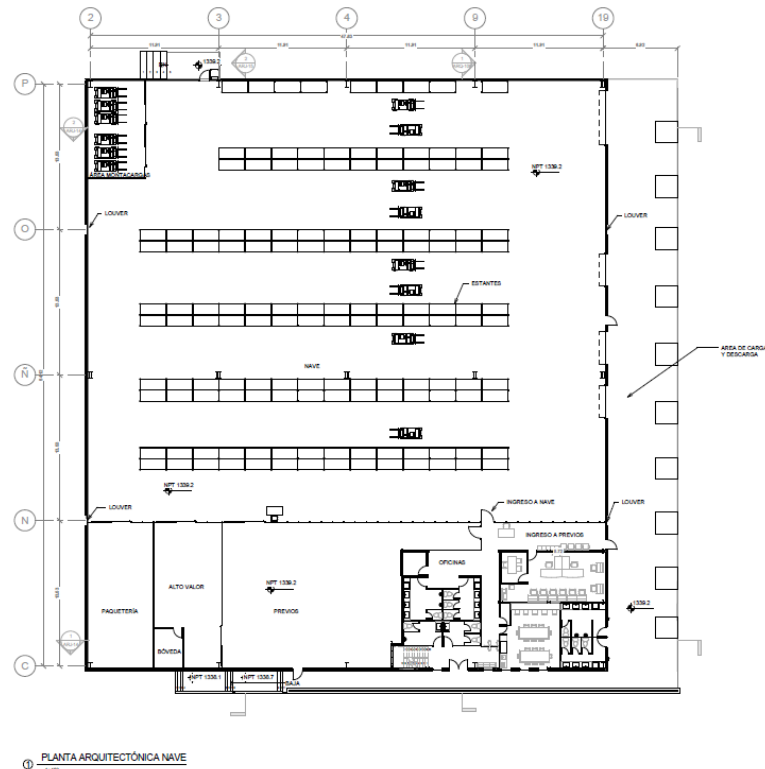


Figura 4.4 Planta arquitectónica de Nave

A partir de los requerimientos solicitados por el cliente (Figura 4.5) se diseñó el espacio interior de las oficinas, las cuales se muestran en la Figura 4.6. En planta baja se ubica el ingreso, sanitarios

PUESTO	NÚMERO DE PERSONAL	OERATIVO/ADMVO	Numero de oficinas	TIPO DE OFICINA
DIRECTOR GENERAL	1	Admvo	1	High rank
GERENTES DE DEPARTAMENTO	3	Admvo	4	Medium rank
TESORERO	1	Admvo		
CONTADOR "A"	1	Admvo		
ANALISTA DE SOPORTE TÉCNICO	1	Admvo	2	Islas (4 escuadras)
AUXILIARES	8	Admvo	8	Grapa
PRIVADOS PARA SOCIOS	12	Admvo	3	High rank
SALA DE JUNTAS (10 personas)		Admvo	1	Sala de juntas
SITE CCTV		Admvo	1	
ARCHIVO/AREA DE CAFÉ		Admvo	1	
AREA DE IMPRESIÓN		Admvo	1	
SUPERVISORES DE ÁREA	2	Operativo	1	Escuadra
COORDINADORES DE ÁREA	4	Operativo		Grapa
OPERATIVO ALMACEN	20	Operativo		NA
TOTAL	53			
VESTIBULO		Comun	1	En la entrada
BAÑOS EXTERNOS (PUBLICOS)	10	Comun	2	Con costo al acceso
SINK		Comun		Cuarto de limpieza
COMEDOR SBX	20	Operativo	1	Comedor equipado
BAÑOS PERSONAL ALMACEN		Operativo	2	50% H-M
LOCKERS		Operativo	1	Abierto
OFICINAS ALMACEN		Operativo	1	Para coord/superv
AREA DE IMPRESIÓN		Operativo	1	Dentro de oficinas alm

Figura 4.5 Requerimiento de espacios de oficina por parte del cliente.

para el área de oficina de planta alta y escaleras de acceso a la misma. Se ubica un filtro de entrada en el pasillo hacia el área del comedor y sanitarios para el personal de la nave industrial y oficinas de operaciones, área encargada de la comunicación hacia el exterior y el interior de la nave. Se diseñaron sanitarios con acceso directo desde el andén de carga y descarga para uso de los choferes. La planta alta cuenta con área de trabajo general con cuatro islas, espacio de almacén y cuarto de equipos o site, dos oficinas privadas, oficina principal con vista hacia la nave y al patio de maniobras y sala de juntas.

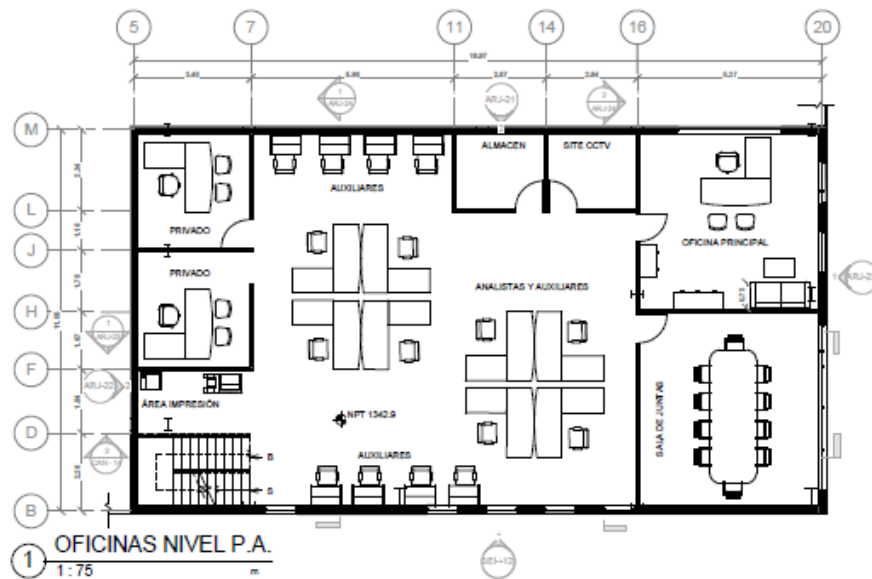
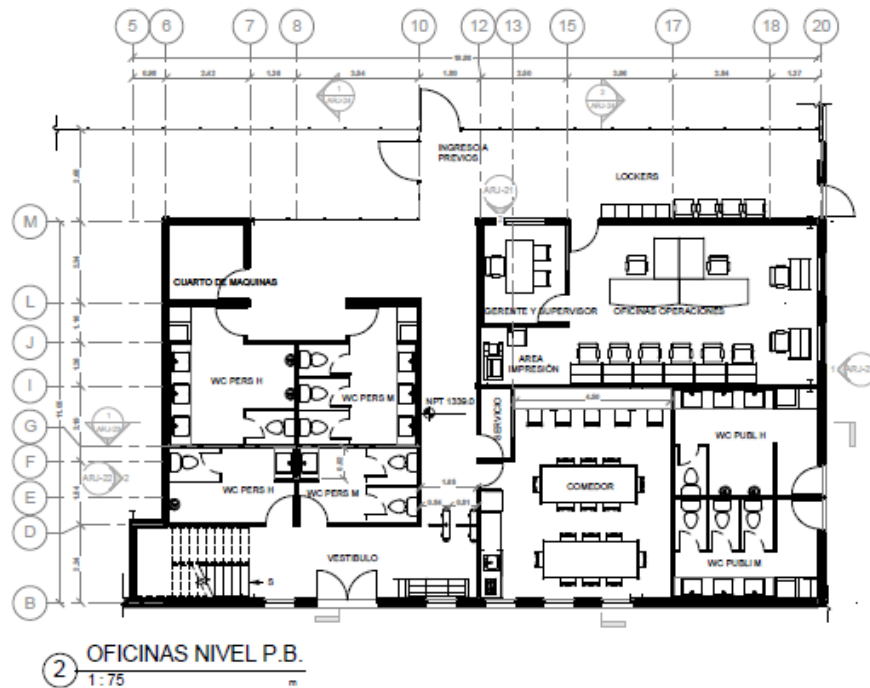


Figura 4.6. Planta Baja y planta alta de oficinas.

Por último, se adjuntan en la Figura 4.7 y 4.8 las imágenes fotorrealistas de la propuesta original entregada y aprobada por el cliente de la nave industrial, en su exterior e interior.

Imagen A)



Imagen B)



Figura 4.7 Imagen A) Vista desde el patio de maniobra hacia la nave. Imagen B) Vista hacia nave en el área de oficinas

Imagen A)



Imagen B)



Figura 4.8 Imagen A) Vista de oficina principal. Imagen B) Vista interior de Nave industrial.

El proyecto genera impactos en términos económicos y sociales al generar empleos en el área donde se encuentra ubicada, además de ampliar el comercio nacional e internacional por su fusión y su relación. En tema de impacto ambiental, por su ubicación dentro de un parque industrial no afecta poblaciones urbanas, así como la Manifestación de Impacto Ambiental realizada, la construcción no impactará en la flora y fauna de una manera significativa. Así mismo, el parque busca recuperar el agua de lluvia y dirigirla a un canal ubicado en el área, es por esto que no se colocaron instalaciones pluviales conectadas al drenaje, ya que se busca aportar al medio ambiente regresando el agua a un cauce.

4.2 Acuerdos para el desarrollo del proyecto.

El proyecto arquitectónico fue realizado por un despacho y una constructora diferentes, pero con relación cercana al haber trabajado en varios proyectos como equipo de diseño y construcción. Las ingenierías tanto en proyecto como obra se subcontrataron. Según se menciona en la minuta 02 del 27 de abril del 2017 (*ver anexo IV*) se aprueba un presupuesto de obra definitivo en \$22,750,000 + IVA siendo un total de \$26,390,000.00 el cual incluye el costo de proyecto arquitectónico ejecutivo y de obra.

El proyecto arquitectónico de oficina recibió el visto bueno el día 14 de junio del 2017 el cual se entregó completo, según tiempo estipulado (Figura 4.9) el 10 de julio del 2017. Se realizó el desarrollo de proyecto con la metodología BIM y un modelo tradicional Design -Built o llave en mano.

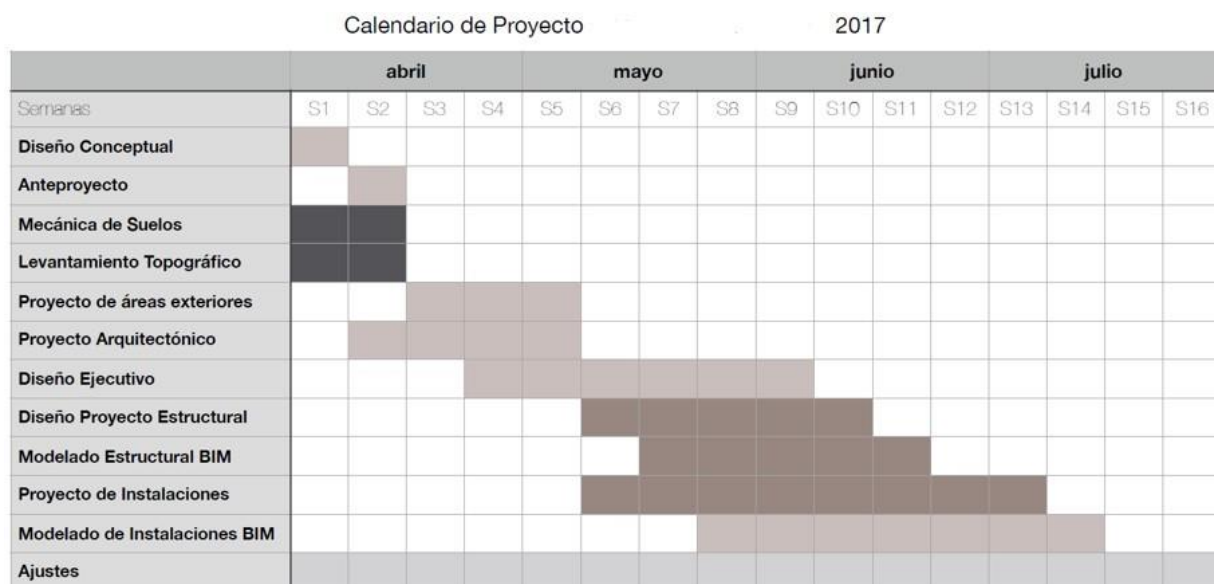


Figura 4.9 Calendario de Proyecto definido por el despacho de diseño.

Se estipuló un tiempo de entre 7 y 8 meses para la realización de la obra de mayo o julio del 2017 a diciembre del mismo año o enero del 2018. Basado en el diseño generado, se realizó un

presupuesto con un total de \$24,947,911.35 pesos. El cual en la Figura 4.10 se muestra el resumen del costo por partidas.

TOTAL PRELIMINARES	\$43,884.73	6.32%
TOTAL NAVE	\$706,787.65	6.65%
TOTAL VIALIDADES	\$3,706,525.37	15.15%
TOTAL TERRACERIAS	\$4,457,197.75	21.79%
TOTAL MURO DE CONTENCION	\$272,969.34	
TOTAL DADOS D-A1, A2 Y A3	\$189,209.39	0.85%
TOTAL PILAS	\$537,186.96	2.55%
TOTAL MURO DE CISTERNA	\$224,902.31	1.01%
TOTAL PISO EN NAVE	\$1,663,033.66	7.88%
TOTAL CIMENTACION	\$2,887,301.66	13.90%
TOTAL ESTRUCTURA METALICA	\$5,323,992.84	18.86%
TOTAL CUBIERTA	\$2,220,635.11	10.43%
TOTAL OBRA NEGRA	\$2,438,135.75	8.08%
TOTAL ACABADOS	\$467,792.34	3.13%
TOTAL MOVILIARIO FIJO	\$667,870.19	3.04%
TOTAL ALBAÑILERIA	\$3,573,798.28	14.25%
TOTAL TUBERIA HIDRAULICA	\$93,590.65	0.44%
TOTAL TUBERIA SANITARIA	\$66,385.29	0.31%
TOTAL MEDIA TENSION	\$771,631.76	3.66%
TOTAL ALUMBRADO	\$694,875.96	3.92%
TOTAL INST. PLUVIAL	\$19,716.00	0.49%
TOTAL AIRE ACONDICIONADO	\$451,085.20	2.14%
TOTAL VOZ Y DATOS	\$733,670.82	3.48%
TOTAL INSTALACIONES	\$2,830,955.68	14.44%
TOTAL NAVE INDUSTRIAL 24x64 M (1,536 M2) Base	\$21,506,820.13	100.00%
TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO SIN IVA:	\$21,506,820.13	
IVA 16.00%	\$3,441,091.22	
TOTAL DEL PRESUPUESTO MOSTRADO:	\$24,947,911.35	
(VEINTICUATRO MILLONES CIENTO TREINTA Y DOS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS 78/100 M.N.)		

Figura 4.10 Resumen de presupuesto a fecha de 15 de noviembre del 2017.

4.2.1 Proceso de trabajo de proyecto y el equipo de oficina

El equipo de trabajo comenzó en un primer proyecto en 2016 entre los directivos de las empresas como el cliente, el cual se pausó y se retomó en abril del año siguiente. Al retomar el proyecto, el nuevo diseño para la nave industrial fue realizado por el equipo de diseño de la oficina (gerente de diseño, proyectista y colaboradores) y revisado por el cliente y los directivos. Al ser aceptado el proyecto arquitectónico se procedió a la subcontratación del cálculo estructural y el diseño de instalaciones.

El equipo del despacho de diseño, así como el ingeniero calculista trabajaron con el programa Revit a través de la realización de un modelo, planimetría dentro del mismo y la exportación de éstos a archivos .DWG para detalles. Por otro lado, el diseñador de las instalaciones trabajó los documentos de su especialidad en .DWG.

4.2.2 Proceso de trabajo de obra y equipo involucrado

Se comenzó la obra antes que el proyecto ejecutivo estuviera completo debido a que se buscó comenzar con terracerías antes de la temporada de lluvia (junio-julio). Entre el equipo involucrado en el proceso de edificación se encontró el residente, encargado de la supervisión, el Project manager, representante de la oficina para la interacción con la construcción y el gerente de obra. Por parte del cliente se contó con un supervisor que cumplía la función como traductor de temas técnicos a monetarios entre el cliente y la constructora. Se establecieron reuniones semanales para verificación de avance de obra.

4.3. Análisis de problemáticas en el proyecto.

A partir de la revisión de la documentación de proyecto, así como entrevistas con los involucrados (el cliente, el encargado de obra y encargado de proyecto) se realizó un análisis donde se señalaron los errores puntuales surgidos a lo largo del progreso del proyecto, así como sus causas y consecuencias para la identificación del origen de la problemática, para también, posteriormente reconocer las afectaciones hacia sustentabilidad que estas problemáticas ocasionan.

Es preciso mencionar que, aunque el proyecto arquitectónico como el estructural se dice se realizaron a través de la metodología BIM, ésta no fue utilizada de la manera más apropiada, ya que su principal función fue la utilización del programa Revit para la realización del modelo y planimetrías, y en menor medida cuantificaciones y cruce de información siendo trabajada con un modelo estructural de LOD 100 y la nula interacción con la información de instalaciones.

Así también, el diseño original aprobado llevó a un presupuesto mayor al del cliente, por lo que en primera instancia se buscó disminuir costos al modificar el proyecto al tiempo que la construcción ya había comenzado (cimentación y albañilería). Esta búsqueda de disminución de presupuesto se refleja al no tener con precisión el costo de algunos errores ya que lograron amortiguarse en los gastos disminuidos. Para una mejor visualización de cómo afectan las consecuencias en el proyecto, en la Figura 4.11 se muestra una comparativa entre la proyección inicial de la nave industrial y la construcción finalizada de la misma.

Imagen A



Imagen B)



Figura 4.11 Comparativa entre proyección de proyecto y la finalización de obra: A) muestra el proyecto original. B) La edificación del proyecto, resultado de diversos cambios a la original.

En la tabla que se encuentra a continuación (Tabla 4.2) se muestra el análisis de 58 problemáticas encontradas a lo largo del desarrollo del proyecto a través de 13 aspectos que llevan a un mayor entendimiento del problema, su origen y su consecuencia. Para un mejor entendimiento de la tabla se explica lo siguiente:

- Los periodos tomados para las columnas de “etapa donde apareció el error” y “etapa donde se generó el error” son los siguientes:
 - Inicio: terracerías, cimentación y rellenos
 - 1ra etapa: estructura metálica, muros, instalaciones ahogadas en losa y losa de nave.
 - 2da etapa: instalaciones, albañilería, Tablaroca (oficinas).
 - Final: Acabados.
- Las problemáticas están enumeradas del 1 al 58, los cuales aparecen en la columna de “a causa de” cuando un error surgió a consecuencia de uno ya mencionado.
- Las imágenes de referencia a algunas problemáticas se encuentran a partir de la página 145.
- La columna de “cantidad” cuenta con unos puntos de “tiempo y costo”, pues se reflejan una afectación a estas características, sin embargo, no se tiene un tiempo o costo fijo de los mismos al verse amortiguados en la totalidad del proyecto.

Así mismo, a lo largo de análisis se llamaron errores o puntos débiles a los elementos o momentos identificados en el proceso de gestión del proyecto que son susceptibles a mejorar a través de la aplicación de las metodologías BIM e IPD.

No.	TÍTULO / TEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ERROR	ERROR	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	MOTIVO
1	MODIFICACIONES DE PROYECTO	El cliente decidió modificar el diseño del proyecto en el área de oficinas, estando ya en obra. En planta baja se disminuyó la cantidad de sanitarios para externos de sanitarios para hombres y mujeres con 3 muebles cada uno a 1 sanitario general. En planta alta, se agregó mobiliario y se modificó el espacio de almacén y cuarto de equipos.	REVISIÓN CON CLIENTE	Carencia de una revisión a detalle con el cliente, en donde él entendiera los espacios.	1RA ETAPA DE OBRA	El cliente aprobó el proyecto sin verificar y estar completamente de acuerdo en el mismo
2	PLANIMETRÍA ARQUITECTÓNICA	El proyecto ejecutivo arquitectónico estuvo incompleto por la ausencia de detalles constructivos, se supuso que se resolvería en obra o no se conocía la necesidad del detalle, mismos que se solicitaron conforme al avance de obra. Por ejemplo, el armado de las rampas hidráulicas y la colocación de las cortinas.	REVISIÓN EN PROYECTOS	Ausencia de tiempo y revisiones adecuadas, así como falta de especificación de nivel de detalle de ejecutivo. Además del desconocimiento de parte del equipo de arquitectura para detalles constructivos.	A TODO LO LARGO DE LA OBRA	Proyecto ejecutivo incompleto
3	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	Debido a la modificación de diversas partes del proyecto, se necesitó generar nuevos detalles para la construcción de los mismos como la tapa de la cisterna y la rampa de área de carga y descarga.	REVISIÓN DE PROYECTO EJECUTIVO	Carencia de revisión adecuada del proyecto desde el comienzo	INICIO Y PRIMERA ETAPA DE OBRA	Modificaciones en el proyecto arquitectónico
4	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	El proyecto estructural llegó incompleto, pues sólo se contaba con plantas y un modelo en Revit nivel LOD 200. Esto ocurrió por la necesidad de entregar planimetría al cliente, sin embargo al cruzarse obra y proyecto, no se tuvo un ejecutivo estructural definitivo al tiempo estipulado.	INFORMACIÓN INSUFICIENTE	Se entregó un proyecto incompleto, donde sólo se encontraban las plantas estructurales	PROYECTO EJECUTIVO	Proyecto ejecutivo incompleto
5	PLANIMETRÍA INSTALACIONES	El proyecto de instalaciones pluviales y eléctricas, se vieron modificados debido a cambios del proyecto arquitectónico en el área de nave por la ubicación de Racks y modificación de oficinas. Pasaron varios meses desde la realización del proyecto, lo que implicaba un costo nuevo por el rediseño de instalaciones, por lo cual se decidió no acudir con el mismo diseñador.	REVISIÓN CON CLIENTE	Falta de revisión a detalle con el cliente, y el paso de varios meses para solicitar cambios.	1RA Y 3RA ETAPA DE OBRA	Modificaciones en el proyecto arquitectónico
6	ANÁLISIS ASOLEAMIENTO	Desconocimiento o no interés de integrar criterios para los espacios de asoleamiento adecuado en el proyecto desde la conceptualización del mismo.	NO APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍA	Ausencia de un análisis de asoleamiento apropiado	FINAL DE OBRA	Análisis de asoleamiento inexistente
7	ANÁLISIS ENERGÉTICO	Desconocimiento o no interés de integrar criterios para los espacios energético adecuado en el proyecto desde la conceptualización del mismo.	NO APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍA	Ausencia de un análisis energético apropiado	FINAL DE OBRA	Análisis energético previo inexistente
8	BIOMÉTRICOS	El cliente afirma que desde el comienzo se consideraron las instalaciones de biométricos, sin embargo en la planimetría original no existieron. El tema se comenzó a ver avanzada la obra y con el personal encargado de la nave hermana en Guanajuato.	COSTO	Incorporación tardía de biométricos	2DA ETAPA DE OBRA	Incorporación de biométricos para entradas y salidas
9	CASETA DE INGRESO	El proyecto de conjunto donde se ubica la nave, contaba con un filtro vehicular y de personal al ingreso, por lo que no se consideraba necesario por parte del cliente un filtro dentro del terreno de la nave. No obstante, se solicitó la caseta por parte del cliente entre la 2da y etapa final del proyecto	MODIFICACIÓN DE PROYECTO	Adición por parte del cliente, de elementos no considerados desde el inicio.	FINAL DE OBRA	Elementos no considerados por diferencia de proyecto inicial
10	MODELADO INSTALACIONES	La empresa subcontratada para las instalaciones, no utiliza la metodología BIM, por lo cual sus planos fueron entregados en CAD. Además de que no se modelaron por parte del despacho de arquitectura.	NO APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍA	Omisión de la metodología BIM para las ingenierías de instalaciones.	PROYECTO EJECUTIVO	Ausencia de modelado de instalaciones
11	ELEMENTOS DE FACHADA	El Gerente de obra acordó cambiar el diseño original de lámina a muro y lámina, sin consultarse a proyecto, con la intención de disminuir costos.	MODIFICACIÓN EN OBRA	Consideración de costo elevado de proyecto con fachada total de lámina.	1RA ETAPA DE OBRA	Búsqueda de disminución de costos
12	UNIÓN MURO Y COLUMNA	Al cambiar la fachada a muro, las columnas quedaron en medio de éste, por lo que a interior había espacios huecos.	MODIFICACIÓN EN OBRA	Modificación de material de fachada sin planeación o verificación de posibles afectaciones	2DA ETAPA DE OBRA	Cambio de material en fachada
13	PROGRAMACIÓN DE OBRA	Desconocimiento o no interés por integrar la herramienta de la metodología BIM optando por seguir utilizando un esquema tradicional.	NO APROVECHAMIENTO DE TECNOLOGÍA	Omisión de incorporación de criterios de la metodología BIM en obra	A TODO LO LARGO	Falta de programación de obra con metodología BIM
14	PRESUPUESTO INCOMPLETO	Se entregó el proyecto arquitectónico al área de costos, el cual lo regresó para su revisión. En un principio ya era elevado, y además faltaban partidas en el presupuesto como las rampas de carga y descarga, y cámaras de seguridad.	REVISIÓN DE COSTOS	Falta de ajuste de presupuesto y proyecto antes de comenzar obra.	INICIO DE OBRA	Ausencia de presupuesto previo
15	DOCUMENTACIÓN DE ESTRUCTURA	La nueva información de cálculo fue realizada por un estructurista diferente (el proveedor de la estructura), quien entregó la información en hojas impresas del proveedor.	DOCUMENTACIÓN	Ausencia de estándares de entrega	INICIO DE OBRA	Modificación de la estructura

Tabla 4.1 *Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 1.1*

ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	RESPONSABLE DEL ERROR	A CAUSA DE	CONSECUENCIA (Solución al problema)	IMAGEN	AFECTACIÓN A PROYECTO	CANTIDAD
GESTIÓN DE PROYECTO	ÁREA DE PROYECTOS-CLIENTE	Comunicación insuficiente de parte de los requerimientos del cliente.	Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	-	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	N/A
PROYECTO EJECUTIVO	ÁREA DE PROYECTOS-RESIDENTE	47	Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	-	Cruce de trabajo de obra y proyecto	N/A
PROYECTO EJECUTIVO	ÁREA DE CÁLCULO	1	Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	-	Cruce de trabajo obra y proyecto	N/A
DISEÑO ESTRUCTURAL	GERENCIA DE PROYECTO	47	Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	-	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	N/A
					Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	N/A
					Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE PROYECTOS-CLIENTE	1	Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	-	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	N/A
					Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	Tiempo y costo
					Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	GERENCIA DE PROYECTO	DESCONOCIMIENTO O DESINTERÉS	Generación de espacios que no son suficientemente adecuados		Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	N/A
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	GERENCIA DE PROYECTO	DESCONOCIMIENTO O DESINTERÉS	No incorporación los criterios adecuados		Proyecto con deficiencia energética	N/A
PROYECTO EJECUTIVO	COMUNICACIÓN INTERNA	1	Dedicación de tiempo para la generación de planimetría de biométrico basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	-	Resolución de biométricos	* No viene el costo en el presupuesto final.
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	CLIENTE	1	Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Imagen 1 (Pag 145)	Construcción de caseta de ingreso	\$ 132,000.00
					Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Tiempo y costo
PROYECTO EJECUTIVO	GERENCIA DE PROYECTO	FALTA DE INTERÉS EN METODOLOGÍA BIM	Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	-	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	N/A
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	GERENCIA DE OBRA	45	Rediseño de fachadas y alzados estructurales	-	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Tiempo y costo
					Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	Tiempo y costo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	GERENCIA DE OBRA	11	Resolución de conexión sin un diseño adecuado		Acabado inadecuado	N/A
CALENDARIO DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	FALTA DE INTERÉS EN METODOLOGÍA BIM	No se realizó la mejor programación de obra	-	No obtención de los beneficios de la programación virtual	N/A
PROYECTO EJECUTIVO-PRESUPUESTO	ÁREA DE COSTOS	INSUFICIENTE INTERACCIÓN PROYECTOS-COSTOS	Búsqueda de disminución de costos	-	Modificaciones de diseño	Tiempo y costo
DISEÑO ESTRUCTURAL	GERENCIA DE OBRA	33	Modificación de planimetría y modelo	-	Remodelado estructural	Tiempo y costo
					Ajuste de planimetría estructural	Tiempo y costo

Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 1.2

No.	TÍTULO / TEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ERROR	ERROR	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	MOTIVO
16	RAMPA DE ANDÉN	En la minuta 02 del 27 de abril del 2017 se especifica la inclusión de una rampa de acceso avenículos menores para al área de carga y descarga. Sin embargo en esa fecha la propuesta de proyecto era de dos naves, además de que no se encontraba presente algún miembro del área de proyectos en la junta.	REVISIÓN DE PROYECTO	Ausencia de comunicación entre el equipo de proyectos con los presentes en la junta, además de la insuficiente revisión con el cliente del proyecto aprobado.	2DA ETAPA DE OBRA	Ausencia de rampa de andén
17	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Se solicitó una cubierta para el área de carga y descarga, la cual se colocó en la parte superior de las oficinas con el pensamiento de que cubriera del sol a ese espacio así como al área de carga y descarga	REVISIÓN DE PROYECTO	Colocación de cubierta en una altura inadecuada para su función.	2DA ETAPA DE OBRA	Colocación inadecuada de la cubierta.
18	CUBIERTA DEL ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Al mover la cubierta, ésta quedó a la altura de las ventanas de la oficina principal y sala de juntas, debido al espesor de la estructura en su parte más ancha y a la necesidad de librar las alturas de las puertas del área de carga y descarga.	REVISIÓN DE CONSECUENCIA	Falta de consideración de consecuencia y posible solución de la lámina de cubierta en unión con el muro de la nave y la ventanería.	2DA ETAPA DE OBRA	Detalle de unión entre muro y cubierta
19	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Al modificarse la ubicación del volado, se vio afectada la vista hacia el patio de maniobras desde las oficinas y la sala de juntas, lo cual era un requerimiento del cliente.	REVISIÓN DE CONSECUENCIA	Ausencia de definición de detalle para la interacción del área de planta alta con el patio de maniobras	2DA ETAPA DE OBRA	Movimiento de volado a piso de 2do nivel
20	TERRACERÍA	Dado que el proyecto se encuentra dentro de un conjunto, se tenía contemplada una vialidad no construida que la unía con el resto del parque industrial, el cual llevaba una pendiente estimada para el correr del agua de lluvia, además de la colocación de la nave en medio del terreno por futura expansión. A partir de esta estimación se plantearon los niveles de terreno para la nave industrial y la existencia de escurrimiento.	REVISIÓN DE PROYECTO-COSTO	Elevación de nivel de nave respecto a nivel terreno	INICIO DE OBRA	Adecuación de proyecto a vialidad futura
21	INGRESO PEATONAL	El gerente de obra y el project manager en una junta de visita de obra consideraron la modificación de un área de jardinería para crear una escalera que diera acceso al área de carga y descarga desde el patio de maniobra.	OMISIÓN DE NECESIDADES	Omisión de acceso peatonal desde proyecto	2da ETAPA DE OBRA	Falta de ingreso peatonal hacia las oficinas desde el área carga y descarga.
22	MURO DE CIMENTACIÓN	La parte de andén y el interior de la nave estaban separados por un muro donde se encontraban las puertas de ingreso. Es hasta que se tiene la intención de avanzar en esta zona, que se da cuenta la ausencia de la cimentación del muro en esta área, ya que no existía en la planimetría.	OMISIÓN EN PROYECTO	Falta de muro de contención en el cálculo estructural	1RA ETAPA DE OBRA	Omisión de muro de cimentación en proyecto
23	SANITARIOS DE PLANTA BAJA	El diseño original contaba con dos áreas de sanitarios para personal externo, sin embargo, es hasta que está colocada la tubería en obra, el cliente modifica la cantidad de WC porque los considera demasiados.	REVISIÓN CON CLIENTE	Carencia de una revisión a detalle con el cliente, en donde él entendiera los espacios.	2DA ETAPA DE OBRA	Modificación de sanitarios en el área de planta baja
24	TUBERÍA SANITARIO	Debido a la modificación del proyecto en planta baja, la ubicación de los muebles de baño se recorrió, al contrarse la tubería ya colocada y debajo de la losa colada, ésta quedó a una distancia insuficiente a la nueva ubicación de los wc.	MODIFICACIÓN EN OBRA	Colocación inexacta de tubería	2DA ETAPA DE OBRA	Modificación del proyecto junto con la ubicación del mobiliario
25	ÁREA DE PLANTA BAJA	Al disminuir el área de los sanitarios se necesitó un reajuste de espacios para las áreas del comedor y oficina de Planta Baja.	REVISIÓN CON CLIENTE	Carencia de una revisión a detalle con el cliente	2DA ETAPA DE OBRA	Disminución del área de sanitarios exteriores
26	OFICINAS DE PLANTA ALTA	Se modificó planta alta, debido a una necesidad de colocar una mayor cantidad de escritorios a los requeridos al inicio. Además de crecer espacios como el almacén y del cuarto de equipos.	REVISIÓN CON CLIENTE	Cambio de necesidades por parte del cliente	2DA ETAPA DE OBRA	Redistribución de área de oficinas
27	HUECO DE PUERTA DE SANITARIO ELIMINADO	Al eliminarse un área de sanitarios en planta baja, se vio afectada la fachada ya construida, para la cual se necesitó rellenar con block el hueco de la puerta del WC eliminado.	REVISIÓN CON CLIENTE	Carencia de una revisión a detalle con el cliente	2DA ETAPA DE OBRA	Modificación de sanitarios en el área de planta baja
28	FACHADA	La estructura se construía a la par que la albanilería, al agregar nuevos elementos estructurales, existieron ajustes en proyecto para evitar las interferencias.	INTERFERENCIAS POR MODIFICACIÓN	Ausencia de verificación de costo de estructura previo a inicio de obra	1RA ETAPA DE OBRA	Modificación de la estructura
29	MURO DE TABLARROCA	La escalera se colocó con un mayor ancho al propuesto en proyecto, por lo tanto al colocar los muros de sanitario respecto al plano, éste quedó a la mitad de la escalera, dándole una vista extraña al espacio, por lo que se decidió modificar la ubicación de muro de tablarroca.	REVISIÓN DE PROYECTO EJECUTIVO	Ausencia de revisión dimensión y ubicación de escaleras en planimetría	2DA ETAPA DE OBRA	Modificación en obra de dimensión de escalera
30	VENTANAS	Para febrero del 2018 se solicitaron las ventanas, de las cuales se colocaron 3 en escaleras que no estaban contempladas.	REVISIÓN CON CLIENTE	Carencia de una revisión a detalle con el cliente	2DA ETAPA DE OBRA	Adición de ventanería
31	VENTANAS	Se solicitó colocar ventanas en el área de privados que tuvieran vista hacia el interior de la nave, cuando en un comienzo en la minuta del 10 de mayo del 2017 se especifica que solo la oficina del director general y la sala de junta pueden tener vista hacia el almacén	OMISIÓN	Falta de definición de necesidades claras por parte del cliente	2DA ETAPA DE OBRA	Adición de ventanería

Tabla 4.1 *Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 2.1*

ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	RESPONSABLE DEL ERROR	A CAUSA DE	CONSECUENCIA (Solución al problema)	IMAGEN	AFECTACIÓN A PROYECTO	CANTIDAD
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO-COMUNICACIÓN INTERNA	1	Adecuación de rampa de andén de carga y descarga		Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Tiempo y costo
					Construcción de rampa no contemplada	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO	6	Cambio de ubicación de cubierta	Imagen 2 (ver Pag 1545)	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	N/A
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO	17	Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Imagen 3 (ver Pag 145)	Modificación de altura de ventanas	c
					Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO	17	Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Imagen 4 (ver Pag 145)	Nula resolución a la solicitud del cliente	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO-GERENCIA DE PROYECTO Y OBRA	45	Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Imagen 5 (ver Pag 145)	Aumento de material de relleno	Tiempo y costo
					Disminución del presupuesto para la nave	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE DISEÑO	1	Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Imagen 6 (ver Pag 145)	Rediseño de área	N/A
					Construcción de escalera peatonal	Tiempo y costo
DISEÑO ESTRUCTURAL	ÁREA DE CÁLCULO	4	Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	-	Construcción de muro de cimentación	\$ 314,092.28
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE PROYECTOS-CLIENTE	1	Demolición de instalaciones en área modificada	Imagen 7 (ver Pag 145)	Generación de desperdicio	N/A
					Desperdicio de trabajo y mano de obra	Tiempo y costo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	CLIENTE	1	Ajuste de la ubicación de la tubería	Imagen 7 (ver Pag 145)	Demolición del área de la tubería	Tiempo y costo
					Colocación del tramo de tubería necesario	Tiempo y costo
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	ÁREA DE PROYECTOS-CLIENTE	1 y 31	Rediseño de distribución en planta baja	Imagen 8 (ver Pag 146)	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Tiempo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	CLIENTE	1	Rediseño de distribución de planta alta	Imagen 9 (ver Pag 146)	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Tiempo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	ÁREA DE PROYECTOS-CLIENTE	23	Cierre del hueco de la puerta con material	Imagen 10 (ver Pag 147)	Cierre del hueco de la puerta con material	Tiempo y costo
DISEÑO ESTRUCTURAL	ÁREA DE PROYECTOS-COSTOS	33	Rediseño de fachada por adición de columnas	Imagen 12 (ver Pag 147)	Generación y modificación de planimetría	Tiempo
GERENCIA DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	NO REVISIÓN DESDE PROYECTO	Reubicación de muro de tablaroca		Demolición de muro	N/A
					Realización de muro nuevo	Tiempo y costo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	CLIENTE	1	Colocación de ventanas en escaleras	-	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Tiempo y costo
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	CLIENTE	1	Colocación de ventanas en privados	-	Reajuste en tablaroca ya colocado para la ventanería	Tiempo y costo

Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 2.2

No.	TÍTULO / TEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ERROR	ERROR	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	MOTIVO
32	ARMADO DE DATOS	Se modificó el armado original propuesto por el calculista de los tres dados para las columnas, las cuales cada una tuvo diferentes versiones de tener (DA-01 DA-02 DA-03, se cambiaron a versión de DA-01A DA-01B DA-01C, B-03A DA-03B DA-03C) debido, según el residente a que las anclas de las columnas chocaban con el armado propuesto.	REVISIÓN DE INTERFERENCIAS	Omisión de verificación de cambios con el calculista	INICIO DE OBRA	Choque de armado de dado con anclas de columnas
33	CUBIERTA Y ESTRUCTURA	El proyecto original contaba con un techo a cuatro aguas, sin embargo el costo de construcción era elevado, por lo cual se modificó la cubierta a dos aguas provocando un cambio de diseño estructural.	REVISIÓN DE COSTO ANTES DE APROBACIÓN	Ausencia de verificación de costo previo de proyecto	INICIO DE OBRA	Búsqueda de disminución de costos
34	BOCA DE TORMENTA	Se agregó el detalle de una boca de tormenta de la que no se tenía contemplada su construcción, ya que era necesaria.	OMISIÓN	Carencia de conocimiento de elementos necesarios desde el inicio	FINAL DE OBRA	Necesidad de boca de tormenta no contemplada en el proceso de diseño
35	LOSA	Algunos trabajos realizados de la losa, como las uniones de losa con el muro de contención o el diamante de las columnas se rehicieron porque quedaron de mala calidad.	SUPERVISIÓN DE OBRA	Falta de supervisión de residente	1RA ETAPA DE OBRA	Mala calidad de mano de obra
36	ESCALERAS	Se solicitó a proyectos una nueva resolución de escaleras, por problemas de altura a la losa de planta alta. Se resolvieron las escaleras con la intención de dar un peralte cómodo para subir.	OMISIÓN DE PLANIMETRÍA	Omisión de planimetría de escaleras	2DA ETAPA DE OBRA	Resolución de escalera en obra
37	ESTRUCTURA	Al modificarse la estructura fue necesario agregar elementos en las fachadas para soporte de la cubierta	REVISIÓN DE MODIFICACIÓN	Falta de consideración de adecuaciones y afectaciones por cambio de estructura	1RA ETAPA DE OBRA	Modificación de la estructura
38	PUERTA DE CARGA Y DESCARGA	El cambio del proyecto estructural generó la modificación de las aberturas de las puertas, debido a que las nuevas columnas caían en el hueco original. Se realizaron los cambios pertinentes en planimetría, sin embargo se utilizó un plano anterior en la construcción.	OMISIÓN DE PLANIMETRÍA	Utilización de plano diferente a la versión más actual	1RA ETAPA DE OBRA	Modificación de ubicación de puertas en áreas de carga y descarga
39	ZOCLO DE 15CM EN NAVE	El inspector técnico de parte del cliente comentó la necesidad de construir un zoclo en la parte de la nave. A consecuencia de esto se subió el muro de contención los 15cm solicitados.	REVISIÓN DE MODIFICACIÓN	Falta de verificación de afectaciones en proyecto por modificación antes de su construcción	INICIO DE OBRA	Aumento de muro de contención para generar un zoclo
40	RAMPA DE INGRESO A OFICINAS	Por cuestión de tiempos de obra, el acceso del estacionamiento al ingreso del área de oficinas se modificó de escaleras a rampa, debido a que su realización era más rápida que la primera opción. Así mismo no se construyó una banquetta planeada con la que embonaban los niveles de inicio de escalera con el área de estacionamiento.	MODIFICACIÓN DE PROYECTO	Omisión de planimetría de escaleras	2DA ETAPA DE OBRA	Cambio de escaleras a rampa
41	SANITARIOS	En el proyecto ejecutivo se contemplaron lavabos sobrepuestos en una base de pte. concreto, sin embargo, en los últimos detalles de la obra, además de la intención de seguir disminuyendo costos, los términos estipulados en diseño se omitieron. Desde el área de compras se obtuvieron los lavabos propuestos originalmente. No obstante, al llegar a obra se solicitó el cambio por un lavabo de pedestal, pues no se hizo la base.	OMISIÓN DE PLANIMETRÍA	Omisión de planos de acabados en sanitarios	FINAL OBRA	Modificación de modelo de lavabo
42	AIRE ACONDICIONADO	El cliente no solicitó desde el comienzo las instalaciones de aire acondicionado, por lo que no se consideró en el presupuesto, pero sí se tenía una planimetría de este sistema por parte de las instalaciones.	REVISIÓN CON CLIENTE	No verificación u omisión de la necesidad de contemplar la colocación del sistema de aire acondicionado en obra, presupuesto y cliente.	FINAL OBRA	Adición de aire acondicionado
43	PISO DE OFICINA	Se colocó piso cerámico por decisión del cliente en el área de oficinas, el cual se tenía contemplado de concreto pulido por disminución de costos, sin embargo el terminado de éste no era el indicado.	OMISIÓN DE PLANIMETRÍA	Omisión de la información de planos de acabados en proceso de obra	FINAL OBRA	Modificación de piso en oficina
44	INFORMACIÓN	A falta de experiencia y poca comunicación con personal de obra, los planos constructivos contaban con detalles con poca información.	REVISIÓN DE PROYECTO	Insuficiencia de información en detalles constructivos para su elaboración	A TODO LO LARGO	Detalles inadecuados

Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 3.1

ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	RESPONSABLE DEL ERROR	A CAUSA DE	CONSECUENCIA (Solución al problema)	IMAGEN	AFECTACIÓN A PROYECTO	CANTIDAD
DISEÑO ESTRUCTURAL	ÁREA DE CÁLCULO	NO REVISIÓN DESDE PROYECTO EN CRUCE DE INFORMACIÓN	Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Imagen 11 (ver Pag 147)	Adaptación de información de obra a proyectos	N/A
					Utilización de armados sin respaldo estructural	Tiempo y costo
				Imagen 11 (ver Pag 147)	Ausencia de cruce de información desde modelo	Tiempo y costo
PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL	ÁREA DE DISEÑO-COSTOS	45	Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Imagen 13 (ver Pag 148)	Modificación de estructura en modelado	Tiempo y costo
					Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Tiempo y costo
PROYECTO EJECUTIVO	COMUNICACIÓN INTERNA	NO REVISIÓN DESDE PROYECTO	Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	-	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Tiempo y costo
1RA ETAPA DE OBRA	RESIDENTE	NO REVISIÓN DE TRABAJO EN OBRA	Demolición de trabajos de mala calidad	Imagen 14 (ver Pag 148)	Generación de escombros	*No tengo cantidad exacta
					Retrabajo en obra	Tiempo y costo
2DA ETAPA DE OBRA	RESIDENTE	NO REVISIÓN DESDE PROYECTO	Resolución de escalera sin diseño adecuado	Imagen 15 (ver Pag 148)	Alto peralte entre escalones	N/A
DISEÑO ARQUITECTÓNICO- ESTRUCTURAL	ÁREA DE PROYECTOS	33	Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Imagen 16 (ver Pag 148)	Modificación de presupuesto	\$ 104,990.49
					Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido	Tiempo y costo
1RA ETAPA DE OBRA	RESIDENTE	28	Demolición de 10m2 muro	Imagen 18 (ver Pag 148)	Desperdicio de material (block y mortero)	Tiempo y costo
					Material nuevo para el muro	Tiempo y costo
2DA ETAPA DE OBRA	GERENCIA DE PROYECTO Y OBRA	NO REVISIÓN DESDE PROYECTO	Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Imagen 19 (ver Pag 148)	Generación de escombros	Tiempo y costo
2DA ETAPA DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	45	Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento		Modificación del diseño original	Tiempo y costo
FINAL OBRA	GERENCIA DE OBRA	23	Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Imagen 20 (ver Pag 148)	Modificación de diseño	N/A
ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO Y PRESUPUESTO	CLIENTE	1	Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Imagen 17 (ver Pag 148)	Colocación de equipo de aire acondicionado	\$ 34,220.00
FINAL OBRA	CLIENTE	1	Colocación de piso cerámico	Imagen 21 (ver Pag 148)	Modificación del diseño original	\$ 127,804.28
PROYECTO EJECUTIVO	ÁREA DE PROYECTOS-OBRA	Comunicación interna insuficiente	Generación de información insuficiente o errónea	-	Decisiones hechas con insertidumbre en planimetría	N/A

Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 3.2

No.	TÍTULO / TEMA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE ERROR	ERROR	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	MOTIVO
45	PRESUPUESTO	Se tenía estipulado comenzar obra en mayo para evitar las lluvias, y a la par desarrollar el proyecto arquitectónico ejecutivo completo, sin embargo, el diseño de la nave se necesitaba completo para generar los niveles necesarios para las terracerías. De este modo se obtuvo un diseño completo con cierta cantidad de movimientos de tierra, los cuales no se generaron a la par de un presupuesto. Por lo que el proyecto se eleva en su costo de construcción.	REVISIÓN DE PROYECTO	Comienzo de obra sin ajuste de presupuesto y proyecto dado a su elevado costo.	INICIO Y PRIMERA ETAPA DE OBRA	Urgencia por iniciar obras antes de temporada de lluvia
46	TRAMITOLOGÍA	La licencia de terracerías para iniciar la obra tardó más del tiempo esperado para su tramitación y obtención.	GESTIÓN	Retraso de tramitología de licencia de terracería	INICIO DE OBRA	Problemas de gestión
47	FLUJO MONETARIO	Según comenta el gerente de obra, se atrasó el ingreso del dinero para comenzar con la obra.	GESTIÓN	Falta de ingreso monetario	INICIO DE OBRA	Problemas de gestión
48	TRAMITOLOGÍA	Por el acuerdo de visita semanal de avance de obra y la fecha puesta en el calendario de obra, el cliente realizaba visitas para ver avances en un lugar en donde no había mas movimiento que el acarreo de terracerías.	GESTIÓN DE RECURSOS ECONÓMICOS	Atraso de permiso de construcción	INICIO DE OBRA	Realización de visitas según calendario
49	REUNIONES	Al haber pocas juntas claras con todos los participantes, en las visitas de obra que se veían varios temas, se aprovechaba para hablar y tomar decisiones sobre temas de diseño, sin las personas responsables de esa área involucradas.	GESTIÓN EN COMUNICACIÓN	Realización de reuniones en obra sin todos los involucrados	A TODO LO LARGO	Juntas informales en visitas de obra
50	SEGUIMIENTO DE INFORMACIÓN	Al existir cambio de personal en el puesto de residente de obra, éstos no conocían el proyecto de manera completa.	GESTIÓN COMUNICACIÓN	Inexistencia de seguimiento de la información	A TODO LO LARGO	Deficiencia de gestión de la información
51	PRESUPUESTO	No se llevó a cabo una comparación de construcción y gasto de acuerdo al presupuesto. El cual quedó acordado en la minuta del 10 de julio del 2017 a la necesidad de revisar imprevistos "como el proyecto de terracerías, donde se tuvo un volumen mayor al esperado según los requerimientos del cliente".	COSTO	Ausencia de presupuesto desarrollado al mismo tiempo que el proyecto	A TODO LO LARGO	Falta de interacción entre áreas de presupuesto, proyecto y construcción
52	INFORMACIÓN SOLICITADA	El segundo residente de la obra, solicitaba detalles específicos, de información que ya se tenía especificada en la planimetría.	OMISIÓN DE PLANIMETRÍA	Desconocimiento del proyecto y la planimetría existente	2DA ETAPA DE OBRA	Falta de información previa de proyecto
53	GESTIÓN	Al comienzo del proyecto existió un project manager quien llevó algunas juntas para verificación del proyecto, sin embargo ya al estar en obra, esta persona dejó el trabajo. El nuevo project manager, enfocó su responsabilidad en escuchar a obra para que proyectos hiciera los detalles requeridos.	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Ausencia de project manager	A TODO LO LARGO	Problemas de gestión de información
54	COMUNICACIÓN	No existieron los medios necesarios ni organización para una comunicación adecuada entre obra y proyecto desde el comienzo.	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Falta de personal responsable para la toma de decisión	A TODO LO LARGO	Escasa comunicación entre las áreas de obra y proyecto.
55	REUNIONES INCONSTANTES	Al comienzo se realizaron juntas con el cliente, proyectos, obra y estructura a la par que la terracería en obra. Sin embargo, conforme se iba avanzando el proyecto se descuidaron. Aunado a esto, se suma el cambio de personal quien organizaba dichas reuniones.	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Falta de seguimiento y constancia de juntas	A TODO LO LARGO	Falta de organización
56	CANTIDAD DE PERSONAL	Se optó por menor personal en obra, con la intención de no tener gente sin tener nada que hacer.	GESTIÓN DE OBRA	Menor cantidad de empleados que la necesaria	A TODO LO LARGO	Poco personal de obra
57	TRAMITOLOGÍA	La tramitología de la licencia de construcción se atrasó hasta el final.	GESTIÓN DE TRÁMITES	Falta de licencia de construcción	FINAL OBRA	Problemas de gestión
58	PRESUPUESTO	Se omitieron elementos considerados en el proyecto desde el primer presupuesto.	COSTO	Omisión de elementos en el presupuesto	DISEÑO ARQUITECTÓNICO-PRESUPUESTO	Presupuesto incompleto

Tabla 4.1 Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 4.1

ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	RESPONSABLE DEL ERROR	A CAUSA DE	CONSECUENCIA (Solución al problema)	IMAGEN	AFECTACIÓN A PROYECTO	CANTIDAD
GESTIÓN PROYECTO-OBRA Y COSTO	COMUNICACIÓN INTERNA	58	Modificación de proyecto para disminución de costo		Traslape de avance de obra junto con proyecto	N/A
					Decisiones realizadas de manera no integral	N/A
GESTIÓN INICIAL	GERENCIA DE OBRA-COMUNICACIÓN INTERNA	Comunicación interna insuficiente	Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	-	Retraso de tiempo para inicio de obra	3 meses
GESTIÓN INICIAL	CLIENTE	Comunicación interna insuficiente	Retraso de inicio de obra	-	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	4 meses
GESTIÓN INICIAL	GERENCIA DE OBRA-COMUNICACIÓN INTERNA	46	Realización de visitas al sitio sin avance de obra	-	Retraso	Tiempo y costo
GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	GERENCIA Y CLIENTE	Comunicación interna insuficiente	Aprobación de cambios sin una visión integral	-	Desinformación de los involucrados no presentes	N/A
GESTIÓN DE INFORMACIÓN	GERENCIA DE OBRA	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	-	Deficiencia en la gestión de la información	N/A
GESTIÓN DE INFORMACIÓN	GERENCIA DE OBRA Y COSTOS	13	Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	-	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	N/A
GESTIÓN DE INFORMACIÓN	RESIDENTE	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Generación de planimetría solicitada por el residente	-	Retraso por ignorancia del proyecto	Tiempo y costo
GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	COMUNICACIÓN INTERNA Y CLIENTE	50	Toma de control por el gerente de obra	-	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	N/A
GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	COMUNICACIÓN INTERNA	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	-	Omisión de información a los encargados	N/A
					Deslinde de responsabilidades	N/A
GESTIÓN DE COMUNICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	COMUNICACIÓN INTERNA	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Dificultad de organización	-	Ausencia de responsabilidades	N/A
GESTIÓN DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	CREENCIAS INTERNAS	Mayor tiempo para la construcción	-	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Tiempo y costo
GESTIÓN DE INFORMACIÓN	GERENCIA DE OBRA	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Pago de multa por construir sin licencia	-	Aumento en el costo	* No hay información
COSTOS	ÁREA DE COSTOS	POCA INTERACCIÓN ENTRE INVOLUCRADOS	Desconocimiento del costo real total del proyecto	-	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	\$ 1,682,169.02

Tabla 4.1 *Tabla de impactos a la sustentabilidad causadas por el proyecto y construcción. 4.2*

Imágenes referentes a la tabla 4.1



Imagen 2. Construcción de caseta de ingreso.



Imagen 1. Cambio de ubicación de cubierta.



Imagen 4. Modificación de altura de ventanas.



Imagen 3. Pérdida de visualización al patio de maniobras.



Imagen 5. Relleno de terreno para elevación de nave.

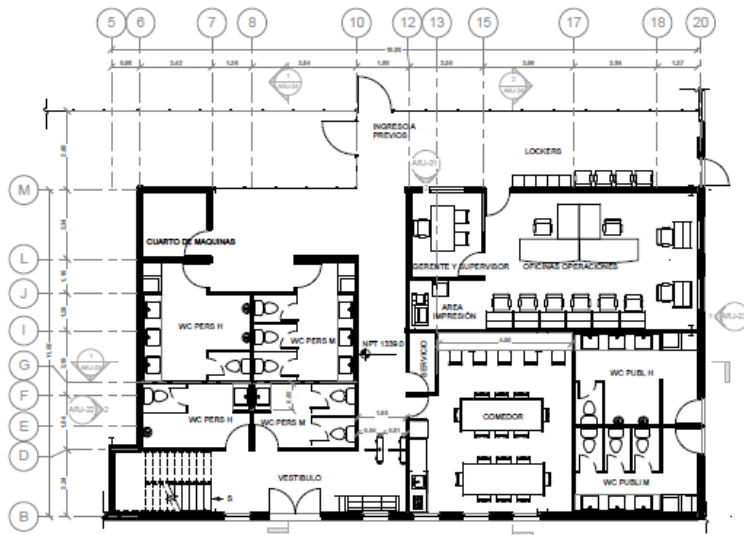


Imagen 7. Construcción de escalera peatonal.



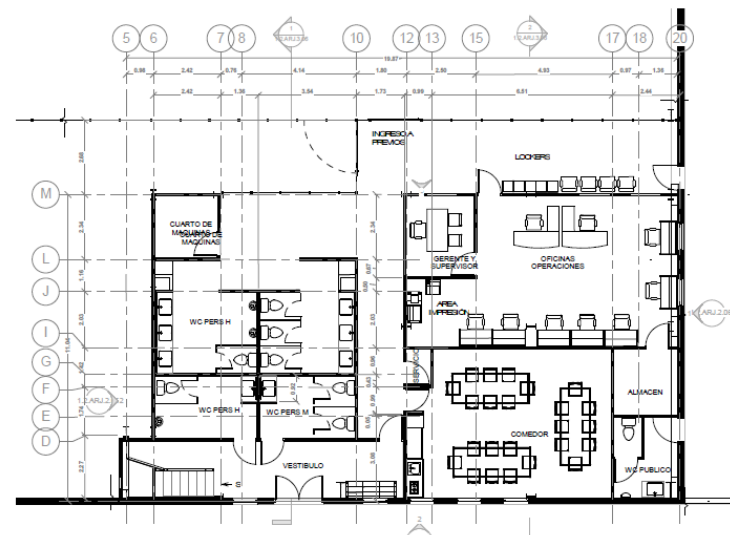
Imagen 6. Demolición de instalaciones.





2 OFICINAS NIVEL P.B.
1:75

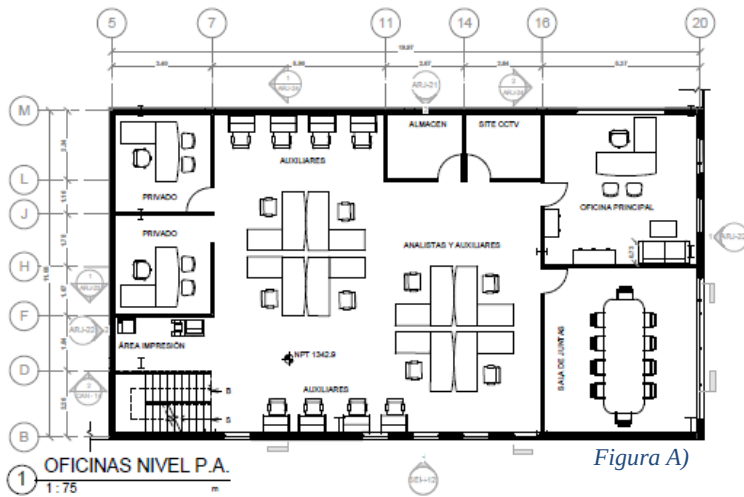
Figura A)



2 OFICINAS NIVEL P.B.
1:75

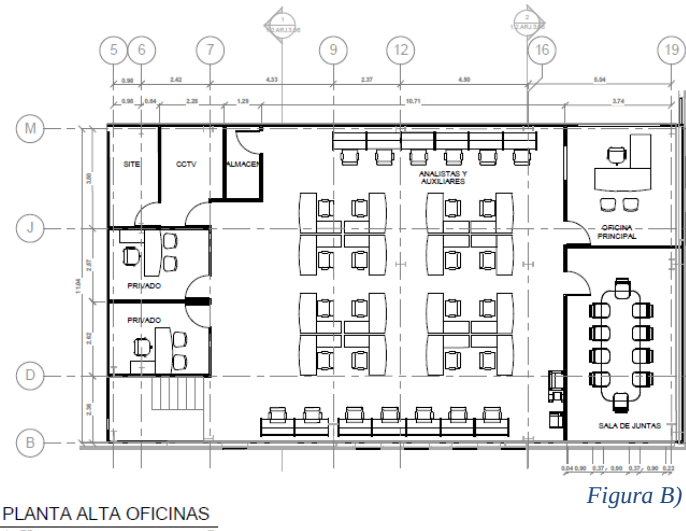
Figura B)

Imagen 8. Diferencia de distribución en planta baja. La figura A) muestra el diseño original y la imagen B) el diseño modificado.



1 OFICINAS NIVEL P.A.
1:75

Figura A)



1 PLANTA ALTA OFICINAS
1:75

Figura B)

Imagen 9. Diferencia de distribución de planta alta. La figura A) muestra el diseño original y la figura B) el diseño modificado.



Imagen 10. Cierre de hueco de puerta con material.

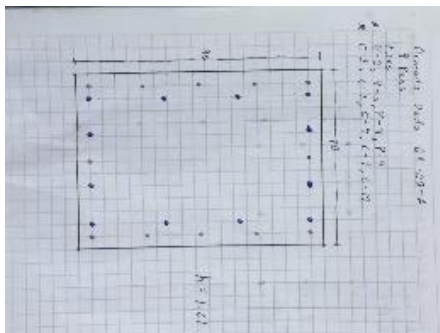


Imagen 11. Ejemplo de modificación de armado de dados en obra.

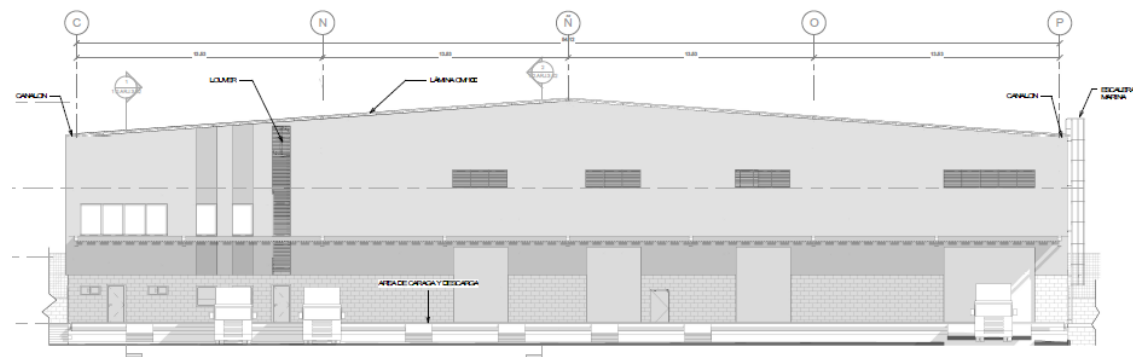
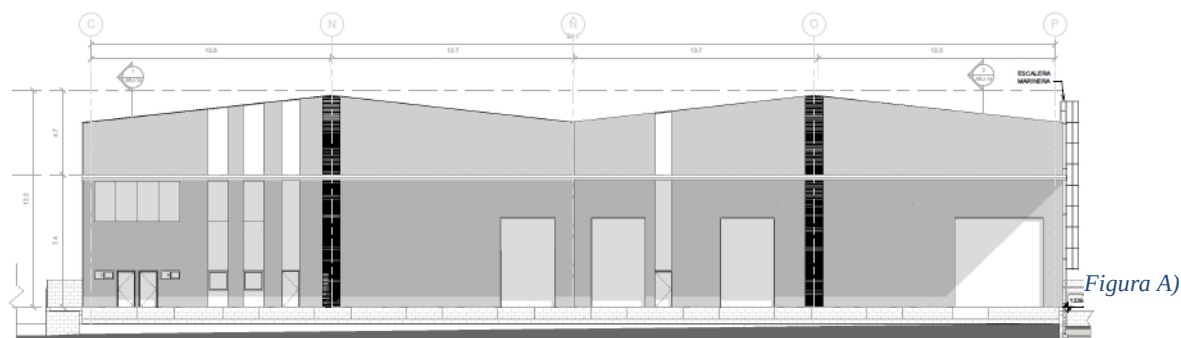


Imagen 12. Diferencia de fachada inicial con la final por cambios como la modificación de cubierta, introducción de nuevas columnas, muro de ladrillo y eliminación de sanitario exterior. Figura A) original, Figura B) diseño con modificaciones.



Imagen 15..Adecuación de elementos ya existentes por cambio de estructura.



Imagen 16. Resolución de escalera sin diseño adecuado.



Imagen 13. Resolución de escalera sin diseño

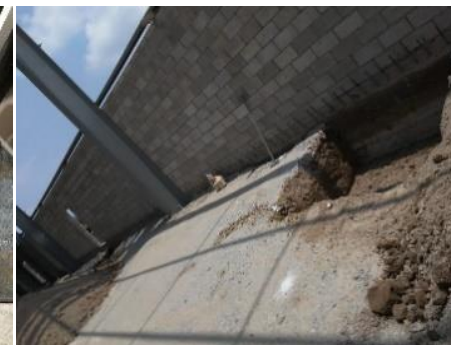


Imagen 14. Demolición de trabajos de mala calidad.



Imagen 20. Adición de equipo de aire acondicionado.



Imagen 21. Demolición de muro por adecuación de columnas



Imagen 19. Demolición de zoclo.



Imagen 18. Modificación de diseño en sanitarios.



Imagen 17. Colocación de piso cerámico.

4.3.1 Conclusiones de análisis de problemáticas

A primera vista en la tabla resalta que la mayor responsabilidad de problemáticas recae en la gerencia de obra, debido a que éstos se ven reflejados en la etapa de construcción ocasionando demoliciones, retrasos y gasto de material. El motivo de estos errores son consecuencia de procesos anteriores incompletos o aprobados sin una verificación integral.

De este modo, el mayor número de problemáticas presentadas en el desarrollo de la edificación, existieron a causa de una revisión incompleta del proyecto tanto por parte del área de proyectos como de esta junto con el cliente (sin una definición clara de los requerimientos y necesidades del realizador del proyecto hacia él), así como la ausencia de un presupuesto realizado a la par del desarrollo del proyecto y la poca claridad de los requerimientos del proyecto ejecutivo, dando como resultado una serie de cambios a lo largo del proceso.

Otras causas que produjeron afectaciones secundarias, pero igual de importantes como la modificación del proyecto original en ciertos espacios, se encuentra la falta de comunicación interna entre el despacho de arquitectura y construcción, así como con el cliente, en el proceso del desarrollo del proyecto en diferentes etapas. A la par se desarrollaron problemas de gestión de la comunicación en los procesos. En consecuencia, existieron a lo largo del desarrollo del proyecto omisiones en detalles constructivos y necesidades no contempladas, así como modificaciones a trabajos o diseños ya contemplados, y el requerimiento de agregar elementos nuevos a la construcción.

De esta manera las modificaciones por parte del cliente se solicitaron al momento del proceso de construcción, en un punto temporal donde la comunicación hacia el área de proyectos se limitaba a la solicitud de detalles constructivos para la resolución de las afectaciones en obra. Sin embargo, éste es el reflejo de una responsabilidad en conjunto con el cliente y la gerencia de proyectos, que

junto a la falta de comunicación tanto interna como externa surgieron problemáticas que hubiera sido posible resolverlas anteriormente. Es por esto, que una gran parte de los esfuerzos de reducción de errores, debería enfocarse en la mejoría de la comunicación entre las partes.

A causa de lo anterior y a la información recabada se realizó una comparación del tiempo y costo estimado con el real del proyecto que se presenta en la Tabla 4.2 en donde se puede ver que existió un desfase de 16 meses y una diferencia de \$3´750,000.00.

	OBSERVABLES	DATOS
1	Tiempo estimado de duración del proyecto.	8 meses (mayo 2017 a enero 2018)
2	Tiempo real de la duración del proyecto.	24 meses (3de ejecutivo 21 de obra) (obra de diciembre 2017 a junio 2019)
3	Costo estimado inicial del proyecto. (sin licencias ni IVA)	\$22´750,000.00
4	Costo real final del proyecto. (sin licencias ni IVA)	\$ 26´500,000.00

Tabla 4.2. *Comparativa de estimación vs realidad*

4.4 Análisis de temporalidad en errores de proyecto.

Con el objetivo de conocer los tiempos en que se generaron los errores y en qué momento aparecen con la finalidad de prevenirlos, se realizó un reacomodo de la Tabla 4.1 respetando la numerología original, pero tomando como primer parámetro para el reordenamiento la columna de “etapa donde se originó el error” y en un segundo criterio la “etapa donde apareció el error” lo cual se define en la Tabla 4.3, para detectar la constante del origen de los errores.

No.	TÍTULO / TEMA	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL
20	TERRACERÍA	INICIO DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Aumento de material de relleno
				Cambio en el proyecto
				Disminución del presupuesto para la nave
5	PLANIMETRÍA INSTALACIONES	1RA Y 3RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones
				Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra
				Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico
16	RAMPA DE ANDÉN	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa
				Construcción de rampa no contemplada
				Diseño estructural de muros de contención de rampa
17	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Adecuación de conexiones entre viga y columna.
18	CUBIERTA DEL ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Modificación de altura de ventanas
				Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos
19	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Nula resolución a la solicitud del cliente
21	INGRESO PEATONAL	2da ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Resideño de área
				Construcción de escalera peatonal
23	SANITARIOS DE PLANTA BAJA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Generación de desperdicio
				Incremento de material utilizado
				Desperdicio de trabajo y mano de obra
25	ÁREA DE PLANTA BAJA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Diseño y representación gráfica nueva distribución
6	ANÁLISIS ASOLEAMIENTO	FINAL DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados
7	ANÁLISIS ENERGÉTICO	FINAL DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Proyecto con deficiencia energética
33	CUBIERTA Y ESTRUCTURA	INICIO DE OBRA	PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL	Modificación de estructura en modelado
				Adecuaciones en obra de elementos ya existentes
37	ESTRUCTURA	1RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO-ESTRUCTURAL	Modificación de presupuesto
				Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.
4	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	PROYECTO EJECUTIVO	DISEÑO ESTRUCTURAL	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información
				Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra
				Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos
32	ARMADO DE DATOS	INICIO DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Adaptación de información de obra a proyectos
				Utilización de armados sin respaldo estructural
				Ausencia de cruce de información desde modelo
15	DOCUMENTACIÓN DE ESTRUCTURA	INICIO DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Remodelado estructural
				Ajuste de planimetría estructural
28	FACHADA	1RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Generación y modificación de planimetría

Tabla 4.3 Errores ordenados por temporalidad de origen. (parte 1 de 3)

No.	TÍTULO / TEMA	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL
1	MODIFICACIONES DE PROYECTO	1RA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN DE PROYECTO	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra
10	MODELADO INSTALACIONES	PROYECTO EJECUTIVO	PROYECTO EJECUTIVO	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.
8	BIOMÉTRICOS	2DA ETAPA DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Resolución de biométricos
34	BOCA DE TORMENTA	FINAL DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Información informal para la construcción de la boca de tormenta
2	PLANIMETRÍA ARQUITECTÓNICO	A TODO LO LARGO DE LA OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Cruce de trabajo de obra y proyecto
44	INFORMACIÓN	A TODO LO LARGO	PROYECTO EJECUTIVO	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría
14	PRESUPUESTO INCOMPLETO	INICIO DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO- PRESUPUESTO	Modificaciones de diseño
11	ELEMENTOS DE FACHADA	1RA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura
				Ausencia de solución a detalle entre columna y muro
12	UNIÓN MURO Y COLUMNA	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Acabado inadecuado
24	TUBERÍA SANITARIO	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Demolición del área de la tubería
				Colocación del tramo de tubería necesario
26	OFICINAS DE PLANTA ALTA	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta
27	HUECO DE PUERTA DE SANITARIO ELIMINADO	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Cierre del hueco de la puerta con material
30	VENTANAS	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras
31	VENTANAS	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería
				Resideño de fachadas
9	CASETA DE INGRESO	FINAL DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Construcción de caseta de ingreso
				Diseño y planimetría de caseta de ingreso
42	AIRE ACONDICIONADO	FINAL OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO Y PRESUPUESTO	Colocación de equipo de aire acondicionado

Tabla 4.3 Errores ordenados por temporalidad de origen. (parte 2 de 3)

No.	TÍTULO / TEMA	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	AFECCIÓN A PROYECTO PRINCIPAL
29	MURO DE TABLARROCA	2DA ETAPA DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	Demolición de muro
				Realización de muro nuevo
13	PROGRAMACIÓN DE OBRA	A TODO LO LARGO	CALENDARIO DE OBRA	No obtención de los beneficios de la programación virtual
46	TRAMITOLOGÍA	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Retraso de tiempo para inicio de obra
47	FLUJO MONETARIO	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre
48	TRAMITOLOGÍA	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Retraso
45	PRESUPUESTO	INICIO Y PRIMERA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN PROYECTO-OBRA Y COSTO	Traslape de avance de obra junto con proyecto
				Decisiones realizadas de manera no integral
35	LOSA	1RA ETAPA DE OBRA	1RA ETAPA DE OBRA	Generación de escombro
				Retrabajo en obra
38	PUERTA DE CARGA Y DESCARGA	1RA ETAPA DE OBRA	1RA ETAPA DE OBRA	Desperdicio de material (block y mortero)
				Material nuevo para el muro
39	ZOCLO DE 15CM EN NAVE	INICIO DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Generación de escombro
36	ESCALERAS	2DA ETAPA DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Alto peralte entre escalones
40	RAMPA DE INGRESO A OFICINAS	2DA ETAPA DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Modificación del diseño original
41	SANITARIOS	FINAL OBRA	FINAL OBRA	Modificación de diseño
43	PISO DE OFICINA	FINAL OBRA	FINAL OBRA	Modificación del diseño original
52	INFORMACIÓN SOLICITADA	2DA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Retraso por ignorancia del proyecto
49	REUNIONES	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Desinformación de los involucrados no presentes
50	SEGUIMIENTO DE INFORMACIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Deficiencia en la gestión de la información
51	PRESUPUESTO	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017
53	GESTIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos
54	COMUNICACIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Omisión de información a los encargados
				Deslinde de responsabilidades
55	REUNIONES INCONSTANTES	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Ausencia de responsabilidades
56	CANTIDAD DE PERSONAL	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE OBRA	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción
57	TRAMITOLOGÍA	FINAL OBRA	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Aumento en el costo
58	PRESUPUESTO	DISEÑO ARQUITECTÓNICO-PRESUPUESTO	COSTOS	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra con forme se necesitó

Tabla 4.3 Errores ordenados por temporalidad de origen. (parte 3 de 3)

4.4.1 Conclusiones de temporalidad en errores.

Al analizar la temporalidad de los errores se puede concluir que el 70% de las problemáticas tienen su origen en el diseño y en el proyecto ejecutivo, es decir, al momento en que éste es aprobado, seguido por problemáticas que surgen y se solucionan de manera inmediata, y por último se ubican problemáticas de gestión, las cuales afectan a todo lo largo del proyecto.

Es posible inferir que los problemas iniciados por la mala gestión del proyecto derivaron en las problemáticas generadas durante el diseño y desarrollo del proyecto ejecutivo, las cuales, a causa de una nula revisión de manera colaborativa surgen en diferentes etapas constructivas, lo que propicia el desencadenamiento de diversas modificaciones hacia el proyecto generando un impacto económico, social y ambiental, además de la necesidad de regresar a etapas tempranas del proyecto para una solución apropiada: sin embargo, en repetidas ocasiones, esto no llega a suceder.

4.5 Categorizaciones generales de afectaciones al proyecto.

Es entonces que a partir de las problemáticas se generan consecuencias hacia el proyecto que afectan en tiempo y dinero: las principales son el retrabajo de procesos tanto en oficina como en obra, seguida por un mayor gasto de material, un intercambio de información insuficiente a todo lo largo del proyecto, así como la generación de trabajos sin verificación correspondiente (soluciones de *making-do*), demoliciones, trabajos fuera de tiempo y traslape de proyecto y obra.

Al hablar de manera cuantitativa en tema de tiempo, es importante mencionar que no se puede hablar de un tiempo determinado para la elaboración del proyecto y la construcción, ya que ambos se traslaparon al no tener un proyecto completo y las modificaciones requeridas. Sin embargo, se realizó un análisis en la Tabla 4.4 en la que se definen cuatro grupos (trabajo, materia prima,

contaminación y calidad) como una primera categorización de las afectaciones al proyecto que generan los errores de la misma.

No.	TÍTULO / TEMA	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	TRABAJO (TIEMPO+DINERO+MANO DE OBRA)	MATERIAS PRIMAS	CONTAMINACIÓN	CALIDAD
20	TERRACERÍA	Aumento de material de relleno		1		
					1	
		Cambio en el proyecto	1		1	
		Disminución del presupuesto para la nave	1			
5	PLANIMETRÍA INSTALACIONES	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	1			
		Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	1			
		Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico		1		
16	RAMPA DE ANDÉN	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	1			
		Construcción de rampa no contemplada		1	1	
			1			
		Diseño estructural de muros de contención de rampa	1			
17	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Adecuación de conexiones entre viga y columna.				1
18	CUBIERTA DEL ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Modificación de altura de ventanas	1			
18	CUBIERTA DEL ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos				1
19	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Nula resolución a la solicitud del cliente				1
21	INGRESO PEATONAL	Resideño de área	1			
		Construcción de escalera peatonal		1		
			1			
23	SANITARIOS DE PLANTA BAJA	Generación de desperdicio			1	
		Incremento de material utilizado		1		
		Desperdicio de trabajo y mano de obra	1			
25	ÁREA DE PLANTA BAJA	Diseño y representación gráfica nueva distribución	1			
6	ANÁLISIS ASOLEAMIENTO	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados				1
7	ANÁLISIS ENERGÉTICO	Proyecto con deficiencia energética			1	1
33	CUBIERTA Y ESTRUCTURA	Modificación de estructura en modelado	1			
		Adecuaciones en obra de elementos ya existentes		1		
37	ESTRUCTURA	Modificación de presupuesto				1
		Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.		1		
			1			
4	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	1			
		Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	1			
		Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	1			

Tabla 4.4 Tabla de categorizaciones generales de afectaciones al proyecto. (parte 1 de 3)

No.	TÍTULO / TEMA	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	TRABAJO (TIEMPO+DINERO+MANO DE OBRA)	MATERIAS PRIMAS	CONTAMINACIÓN	CALIDAD
32	ARMADO DE DATOS	Adaptación de información de obra a proyectos	1			
		Utilización de armados sin respaldo estructural		1		1
		Ausencia de cruce de información desde modelo	1			
15	DOCUMENTACIÓN DE ESTRUCTURA	Remodelado estructural	1			
		Ajuste de planimetría estructural	1			
22	MURO DE CIMENTACIÓN	Construcción de muro de cimentación	1			
				1		
28	FACHADA	Generación y modificación de planimetría	1			
1	MODIFICACIONES DE PROYECTO	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	1			
10	MODELADO INSTALACIONES	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.				1
3	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	Cruce de trabajo obra y proyecto	1			
8	BIOMÉTRICOS	Resolución de biométricos	1			
					1	
34	BOCA DE TORMENTA	Información informal para la construcción de la boca de tormenta		1		1
			1			
2	PLANIMETRÍA ARQUITECTÓNICO	Cruce de trabajo de obra y proyecto	1			
44	INFORMACIÓN	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	1			
14	PRESUPUESTO INCOMPLETO	Modificaciones de diseño				1
11	ELEMENTOS DE FACHADA	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	1	1		
		Ausencia de solución a detalle entre columna y muro				1
12	UNIÓN MURO Y COLUMNA	Acabado inadecuado				1
24	TUBERÍA SANITARIO	Demolición del área de la tubería	1	1	1	
		Colocación del tramo de tubería necesario		1		
26	OFICINAS DE PLANTA ALTA	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	1			1
27	HUECO DE PUERTA DE SANITARIO ELIMINADO	Cierre del hueco de la puerta con material		1		
			1			
30	VENTANAS	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras		1	1	
			1			
31	VENTANAS	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería		1	1	
		Residuo de fachadas	1			
9	CASETA DE INGRESO	Construcción de caseta de ingreso		1		
		Diseño y planimetría de caseta de ingreso	1			
42	AIRE ACONDICIONADO	Colocación de equipo de aire acondicionado	1	1	1	
29	MURO DE TABLARROCA	Demolición de muro			1	
		Realización de muro nuevo	1	1		

Tabla 4.4 Tabla de categorizaciones generales de afectaciones al proyecto. (parte 2 de 3)

No.	TÍTULO / TEMA	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	TRABAJO (TIEMPO+DINERO+MANO DE OBRA)	MATERIAS PRIMAS	CONTAMINACIÓN	CALIDAD
13	PROGRAMACIÓN DE OBRA	No obtención de los beneficios de la programación virtual	1			
46	TRAMITOLOGÍA	Retraso de tiempo para inicio de obra	1			
47	FLUJO MONETARIO	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	1			
48	TRAMITOLOGÍA	Retraso	1		1	
45	PRESUPUESTO	Traslape de avance de obra junto con proyecto	1			
		Decisiones realizadas de manera no integral				1
35	LOSA	Generación de escombros			1	
		Retrabajo en obra	1	1		
38	PUERTA DE CARGA Y DESCARGA	Desperdicio de material (block y mortero)			1	
		Material nuevo para el muro	1	1		
39	ZOCLO DE 15CM EN NAVE	Generación de escombros			1	
36	ESCALERAS	Alto peralte entre escalones				1
40	RAMPA DE INGRESO A OFICINAS	Modificación del diseño original	1			1
41	SANITARIOS	Modificación de diseño	1			1
43	PISO DE OFICINA	Modificación del diseño original				1
			1			
52	INFORMACIÓN SOLICITADA	Retraso por ignorancia del proyecto	1			
49	REUNIONES	Desinformación de los involucrados no presentes				1
50	SEGUIMIENTO DE INFORMACIÓN	Deficiencia en la gestión de la información	1			
51	PRESUPUESTO	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	1			1
53	GESTIÓN	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	1			1
54	COMUNICACIÓN	Omisión de información a los encargados	1			
		Deslinde de responsabilidades				1
55	REUNIONES INCONSTANTES	Ausencia de responsabilidades	1			1
56	CANTIDAD DE PERSONAL	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	1		1	
57	TRAMITOLOGÍA	Aumento en el costo	1			
58	PRESUPUESTO	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	1			1
		TOTALES	57	21	16	24

Tabla 4.4 Tabla de categorizaciones generales de afectaciones al proyecto. (parte 3 de 3)

4.6 Afectación a la sustentabilidad

A partir del análisis de los errores del proyecto y sus consecuencias, se buscó examinar las afectaciones de éste a través de los cambios sufridos en el proceso del mismo en términos de sustentabilidad. Es decir, se busca medir cuánto se está empeorando el proceso del desarrollo del proyecto desde su conceptualización hasta la construcción y en qué ámbitos de la sustentabilidad afectan estos cambios. En ningún caso se está haciendo un análisis del edificio en su estado inicial ni una valoración del mismo respecto a sus impactos ambientales.

Para esta labor se realizó la Tabla 4.5 en donde se buscó la identificación del daño producido en primer grado o de manera directa de las afectaciones del proyecto hacia la sustentabilidad en las categorías en que se subdividen los indicadores mostrados en el Capítulo 2 de este documento donde se abarcan las tres dimensiones: económico, social y ambiental.

Como antecedente general, la edificación genera impactos positivos en términos económicos, sociales y ambientales, explicados en la página 130 de este documento debido a su función y ubicación, siendo estos generados por su futura existencia. Sin embargo, el análisis se realiza enfocado al proceso de desarrollo del proyecto, en donde no se consideraron aspectos de sustentabilidad generando impactos negativos.

No.	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO	ENERGÉTICO	MATERIA PRIMA	RESIDUOS
20	<u>Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts</u>	Aumento de material de relleno	Aumento de costo por material no contemplado	Consumo energético por maquinaria por acomodo extra del mismo	Extracción de mayor cantidad de material al estipulado para la cimentación	x
			Gasto por transporte de material	Consumo energético por traslado de material	x	x
		Cambio en el proyecto	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
		Disminución del presupuesto para la nave	Búsqueda de reducción de costos para equilibrio de presupuesto	x	x	x
5	<u>Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación</u>	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Mano de obra para adaptar planimetría	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Residuos generados por utilización de equipo
		Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	Pago a diferentes proveedores de servicio	x	x	x
		Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Gasto por mayor material al necesario	x	Utilización de mayor material de construcción al realmente necesario	Residuos de material utilizado
16	<u>Adecuación de rampa de andén de carga y descarga</u>	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Mano de obra de oficina fuera de tiempo	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
		Construcción de rampa no contemplada	Costo de material	Gasto energético por construcción	Material para su construcción	Residuos en el proceso de construcción no contemplada
			Costo de mano de obra	x	x	x
		Diseño estructural de muros de contención de rampa	x	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Residuos generados por utilización de equipo
17	<u>Cambio de ubicación de cubierta</u>	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Costo de material	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	Utilización de mayor material de construcción al propuesto original	Residuos en el proceso de construcción no contemplada
18	<u>Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta</u>	Modificación de altura de ventanas	Mano de obra de oficina fuera de tiempo	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Residuos generados por utilización de equipo
		Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Gasto por futura adecuación para mejora de imagen	x	x	x
19	<u>Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas</u>	Nula resolución a la solicitud del cliente	x	x	x	x

Tabla 4.5 *Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 1.1) Fuente: Elaboración propia.*

EMISIONES	SOCIOECONÓMICO	USUARIOS	FLORA Y FAUNA	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD
Emisiones generadas por maquinaria	Afectación al presupuesto del cliente por aumento de material	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
Emisiones generadas por transporte de material	x	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
x	Afectación en el ajuste presupuestal en el diseño	Disminución de soluciones adecuadas y a expectativas del cliente	Eliminación de área verde	Disminución de calidad en materiales y acabados
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
x	Contratación de diferentes empresas para mismos trabajos	x	x	X
x	x	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
Emisiones generadas por construcción no contemplada	x	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
x	x	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	x	x	x	x
Emisiones generadas por construcción no contemplada	x	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	Afectación a la visualización esperada	Afectación vinculada a la generación de emisiones	x
x	Afectación en recursos por falta de planeación	Modificación futura para mejora de imagen de la construcción*	x	Poca durabilidad de acabado antes de modificación
x	Afectación al cliente en la función esperada a la vista solicitada	Afectación a la visualización esperada	x	Mantenimiento del área continua por afectación de mala imagen hacia la vista desde interior

Tabla 4. 5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 1.2) Fuente: Elaboración propia.

No.	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO	ENERGÉTICO	MATERIA PRIMA	RESIDUOS
21	<u>Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra</u>	Rediseño de área	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo	Gasto de energía para elaboración de planimetría	x	x
		Construcción de escalera peatonal	Costo de material	Gasto energético por construcción	Material para su construcción	Residuos en el proceso de construcción no contemplada
			Costo de mano de obra	Gasto energético de uso extra en la construcción	x	x
23	<u>Demolición de instalaciones en área modificada</u>	Generación de desperdicio	Costo de desperdicio de material	Gasto energético en demolición	Material resultado del desperdicio	Generación de residuos de tubería de pvc
		Incremento de material utilizado	Costo de material	Gasto energético en nueva construcción	Material para su construcción	x
		Desperdicio de trabajo y mano de obra	Costo por trabajo no utilizado	Gasto energético de trabajo no utilizado	x	x
25	<u>Rediseño de distribución en planta baja</u>	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	Impresión de planimetría nueva	Residuo de papel de planimetría anterior
6	<u>Generación de espacios que no son suficientemente adueñados</u>	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Gasto por consumo energético para adecuación de confort de espacios	Gasto energético para adecuación de confort de espacio	x	Residuos generados en la adecuación de confort de espacio
7	<u>No incorporación los criterios adecuados</u>	Proyecto con deficiencia energética	Gasto energético mayor	Consumo energético del edificio en uso	x	x
33	<u>Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas</u>	Modificación de estructura en modelado	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
		Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Costo de material no contemplado	Gasto energético en la colocación de nuevos materiales	Material nuevo utilizado para la adecuación	Generación de residuos
37	<u>Incorporación de columnas nuevas en fachadas</u>	Modificación de presupuesto	Disminución de presupuesto por ajuste estructural en cubierta	x	x	x
		Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Aumento de costo por material no contemplado	Excavación de cimentación	Material de cimentación	x
			Costo de mano de obra	Traslado de columnas	Materia prima para nuevos elementos	x
4	<u>Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura</u>	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Búsqueda de disminución de desperdicios y errores
		Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	Coste de errores a falta de revisión de oficina	x	x	x
		Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	Coste económico por deficiencia	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 2.1) Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES	SOCIOECONÓMICO	USUARIOS	FLORA Y FAUNA	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD
x	Afectación al cliente en la función esperada a la vista solicitada	Afectación a la visualización esperada	x	Mantenimiento del área continua por afectación de mala imagen hacia la vista desde interior
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Eliminación de área verde	x
Emisiones generadas por construcción no contemplada	x	x	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos	x
x	x	x	x	x
Generación de emisiones por demolición	x	x	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos	x
x	x	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en trabajos no utilizados	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
Emisiones generadas en la adecuación de confort de espacio	Afectación al gasto en futura búsqueda de confort al usuario	Búsqueda de adecuación al confort de los usuarios con equipamiento	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos	Mantenimiento de equipamiento para adecuación del confort del usuario
Generación de emisiones por deficiencia energética	x	Disconformidad de los usuarios por deficiencia energética	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
Generación de emisiones	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
x	Afectación en ajuste presupuestal en el diseño	x	x	x
x	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
Emisiones generadas por transporte de material	x	x	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	x	x	x
x	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 2.2) Fuente: Elaboración propia.

No.	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO	ENERGÉTICO	MATERIA PRIMA	RESIDUOS
32	<u>Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje</u>	Adaptación de información de obra a proyectos	Realización de trabajo sin respaldo de costo	x	x	x
		Utilización de armados sin respaldo estructural	x	x	x	x
		Ausencia de cruce de información desde modelo	Coste de errores a falta de revisión de oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
15	<u>Modificación de planimetría y modelo</u>	Remodelado estructural	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
		Ajuste de planimetría estructural	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	Material de papelería	x
22	<u>Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio</u>	Construcción de muro de cimentación	Costo de mano de obra	Gasto energético en su construcción	x	x
			Costo de material no contemplado	x	x	x
28	<u>Rediseño de fachada por adición de columnas</u>	Generación y modificación de planimetría	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
1	<u>Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios</u>	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Generación de desperdicio a lo largo de la obra
10	<u>Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.</u>	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	x	x	x
3	<u>Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra</u>	Cruce de trabajo obra y proyecto	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de oficina	x	x
8	<u>Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.</u>	Resolución de biométricos	Costo no contemplado en el presupuesto	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
			Costo de traslado de externos para aseoría	Traslado de personas desde el estado de Gto.	x	x
34	<u>Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta</u>	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Costo de material no contemplado	Gasto enerético en el traslado de material	Material para su construcción	x
			Mano de obra no contemplada	Gasto energético en traslado de mano de obra	x	x

Tabla 4.5 *Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 3.1) Fuente: Elaboración propia.*

EMISIONES	SOCIOECONÓMICO	USUARIOS	FLORA Y FAUNA	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD
x	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	x	x	x
x	x	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada al uso de materia prima, la generación de residuos y emisiones	x
x	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	x	x	x
x	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Deficiencia en solución por falta de comunicación	x	x	x
x	Presión por entrega de información rápida	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Desconocimiento de parte del equipo de proyectos sobre el tema	x	x	x
Emisiones generadas por transporte	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Información realizada sin respaldo oficial	x	x	x
x	x	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 3.2) Fuente: Elaboración propia.

No.	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO	ENERGÉTICO	MATERIA PRIMA	RESIDUOS
2	Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
44	Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Costo en retrabajos y mano de obra	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
14	Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	x	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
11	Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Costo en retrabajos y mano de obra	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
		Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	x	x	x
12	Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	x	x	x
24	Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	Desperdicio de material	Gasto energético en el traslado en residuo de material	Material desaprovechado	x
		Colocación del tramo de tubería necesario	Material para cubrir el área abierta.	Gasto energético en el traslado de material	Material nuevo	x
26	Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
27	Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	Costo de material	Gasto energético en el traslado de material	Material nuevo para adecuación	x
			Costo de mano de obra	x	x	x
30	Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Costo por ventanería	Fabricación de ventanería	Material utilizado en la ventanería	Residuo de fabricación de la ventanería
			Costo de mano de obra	Gasto energético por el traslado de ventanería	x	x
31	Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Costo por ventanería	Gasto energético en la generación y colocación de ventanería	Material utilizado en la ventanería	Residuo generado por el tablarroca eliminado para la colocación de la ventanería
		Rediseño de fachadas	Costo por mano de obra	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	Residuo de fabricación de la ventanería y el uso del equipo en la oficina
9	Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Aumento de costo por material no contemplado	Gasto energético por construcción de caseta	Materia prima para la construcción de caseta	Residuo generado por construcción de caseta
		Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Costo de mano de obra y uso de mano de obra extra en oficina	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
42	Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Costo no contemplado de equipo para el sistema de aire acondicionado	Gasto energético en el equipo de aire acondicionado	x	Residuo generado por el uso de aire acondicionado
29	Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Costo por material desaprovechado	Gasto energético en la demolición	Material desaprovechado	Generación de escombro
		Realización de muro nuevo	Costo de material	Gasto energético de construcción	Material para su construcción	Residuos generador por construcción nueva
13	No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 4.1) Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES	SOCIOECONÓMICO	USUARIOS	FLORA Y FAUNA	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Entregas a corto plazo, presión al trabajador	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Tiempos cortos de entrega y trabajos traslapados con obra	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Disminución de calidad en materiales y acabados
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	x	Modificación futura para evitar malos acabados	x	x
x	x	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x	Disminución de calidad en materiales y acabados
x	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	x	x	x	x
Emisión generada por el uso del equipo en oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	x	x
x	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	x	x	x	x
Emisiones por la fabricación de la ventanería	x	x	Afectación vinculada a la utilización de materia prima, la generación de residuos	x
Emisiones generadas por el traslado de ventanería	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones generadas por el traslado de ventanería	Afectación de uso de recursos y personal no contemplados	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones generadas por construcción de caseta	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Modificación y adaptación de reja ya colocada
Emisiones generadas por la utilización de equipo de oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones generadas por el uso de aire acondicionado	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Mantenimiento de equipo
Emisiones por demolición	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado	x	Afectación vinculada a extracción de materia prima, la generación de residuos	x
Emisión generada por construcción nueva	x	x	Afectación vinculada a extracción de materia prima, la generación de residuos	x
x	Corte de flujo de trabajo de metodología	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 4.2) Fuente: Elaboración propia.

No.	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO	ENERGÉTICO	MATERIA PRIMA	RESIDUOS
46	<u>Retraso de inicio de obra de mayo a agosto</u>	Retraso de tiempo para inicio de obra	Coste de obra por aumento de tiempo	Gasto energético en tiempo extra al programado	x	x
47	<u>Retraso de inicio de obra</u>	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Coste económico en actividades realizadas sin avance al proyecto	Gasto energético por traslados innecesarios	x	x
48	<u>Realización de visitas al sitio sin avance de obra</u>	Retraso	Gasto de traslado	x	x	x
45	<u>Modificación de proyecto para disminución de costo</u>	Traslape de avance de obra junto con proyecto	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
		Decisiones realizadas de manera no integral	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
35	<u>Demolición de trabajos de mala calidad</u>	Generación de escombros	Costo de material desechado	Gasto energético por demolición	x	Residuo de escombros de losa
		Retrabajo en obra	Costo de material nuevo	Gasto de mano de obra	Material nuevo utilizado	Residuos de construcción nueva
38	<u>Demolición de 10m2 muro</u>	Desperdicio de material (block y mortero)	Costo de material desperdiciado	Utilización de energía de personal para la demolición.	x	Residuos de construcción nueva
		Material nuevo para el muro	Costo de material	Mano de obra para la construcción	x	x
39	<u>Demolición de 15cm de zoclo en los vanos de las puertas</u>	Generación de escombros	Costo de los 15cm extras de material	Gasto de energía y mano de obra para demoler	x	Residuo de concreto
36	<u>Resolución de escalera sin diseño adecuado</u>	Alto peralte entre escalones	x	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
40	<u>Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento</u>	Modificación del diseño original	x	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	x	x
41	<u>Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.</u>	Modificación de diseño	Gasto por el cambio de mobiliario	Gasto energético de transporte	x	Residuos generados por transporte
43	<u>Colocación de piso cerámico</u>	Modificación del diseño original	Costo por el material	Gasto energético de transporte	x	Residuos generados por transporte
			costo de mano de obra	Gasto energético construcción nueva		Residuos de construcción nueva
52	<u>Generación de planimetría solicitada por el residente</u>	Retraso por ignorancia del proyecto	Costo de mano de obra extra	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	Papel para planimetrías	Residuos de planimetría vieja
49	<u>Aprobación de cambios sin una visión integral</u>	Desinformación de los involucrados no presentes	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
50	<u>Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno</u>	Deficiencia en la gestión de la información	Costo de impresión de planimetría	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo	Papel para planimetrías	Residuos de planimetría vieja
51	<u>Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos</u>	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	Inexistencia de control sobre el costo de las modificaciones y su afectación al presupuesto establecido	x	x	x
53	<u>Toma de control por el gerente de obra</u>	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	Retrabajo de procesos	x	x	x
54	<u>Ineficiencia en la comunicación de los involucrados</u>	Omisión de información a los encargados	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
		Deslinde de responsabilidades	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
55	<u>Dificultad de organización</u>	Ausencia de responsabilidades	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
56	<u>Mayor tiempo para la construcción</u>	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Gasto de mano de obra	Gasto energético	x	x
57	<u>Pago de multa por construir sin licencia</u>	Aumento en el costo	Aumento de costo de trámites	x	x	x
58	<u>Desconocimiento del costo real total del proyecto</u>	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	Aumento de costo	x	x	x

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 5.1) Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES	SOCIOECONÓMICO	USUARIOS	FLORA Y FAUNA	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD
Emisiones generadas por la utilización de equipo de oficina	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	disconformidad del usuario por retraso de entrega de obra	x	x
Emisiones generadas por transporte	Afectación de recursos por tiempos muertos	Falta de claridad del proceso para el cliente	x	x
x	x	x	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
Emisiones de demolición	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones de construcción nueva	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones de demolición	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	x	x	x	x
Emisiones de demolición	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado	Acabado de mala calidad en diferencia de niveles interior y exterior	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Disminución de calidad en acabados
Emisiones por el uso de equipo de oficina	x	Tamaño inadecuado para la comodidad de los usuarios	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Disminución de calidad en acabados
Emisiones por el uso de equipo de oficina	Afectación de uso de recursos en trabajos no utilizados	Solución inadecuada a niveles	x	x
Emisiones generadas por transporte	Afectación en recursos y usuarios en modificaciones al diseño	Mobiliario inadecuado a los demás accesorios	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	Pronta modificación por deficiente servicio
Emisiones generadas por transporte	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
Emisiones de construcción nueva			Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	
Emisiones de energía utilizada	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación	x	x	x
Emisiones de energía utilizada	x	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación	x	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación	x	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia	Ausencia de trabajo colaborativo	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
x	Desperdicio económico por deficiencia	x	x	x
Emisiones de energía utilizada	Aumento tanto de tiempo como costo en personal y traslados	x	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	x
x	Afectación en el presupuesto del cliente	x	x	x
x	Afectación en el presupuesto del cliente	Colocación de elementos o terminados que buscaban el bajo costo	x	Mantenimiento a elementos de bajo costo

Tabla 4.5 Tabla de afectaciones directas a la sustentabilidad (parte 5.2) Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los cambios sufridos por el proyecto en el proceso del mismo, o afectaciones que perjudicaron el desarrollo de este frente a las alteraciones directas respecto a diferentes ámbitos de la sustentabilidad basados en las categorías de los indicadores, se puede decir que la mayor afectación se refleja de manera económica, seguida (en orden hacia el menor impacto) por las energéticas, las emisiones, la flora y fauna, las socioeconómicas, los residuos, las materias primas y en un mismo puesto mantenimiento y durabilidad y usuarios.

De manera particular en cada categoría, al comenzar con la afectación económica, su mayor impacto es causado por el tema de material, debido a que en diversas situaciones como la adición de nuevos elementos al proyecto o realización de retrabajos implican un aumento de gasto inicial contemplado, ya que se genera un nuevo gasto de estos elementos en pequeña o gran medida, los cuales se ven reflejados al finalizar el proyecto. Cabe mencionar que al hablar de material se contempla la parte tanto de obra (ladrillo, concreto, barilla, entre otros) como en oficina (material de impresión, equipo etc.) siendo el primero el de mayor notoriedad. Otro factor relevante en esta categoría es la deficiencia en la gestión durante el desarrollo del proyecto (interacción entre proyecto y obra, comunicación entre cliente y quien ofrece el servicio, la apertura y pláticas de la mano con el área de costos), los cuales de manera directa o indirecta afectaron en temas de tiempo y dinero.

En segundo lugar, se ubica el tema energético, el cual se ve afectado principalmente por el uso de herramientas de oficina y el tema de transporte (tanto de material como de personal en obra y oficina) debido a que la utilización de energía eléctrica para el primero y el consumo de combustible en el segundo en un tiempo fuera del estipulado o por necesidad de transportar más de lo contemplado aumenta el gasto considerado durante la primera declaración de temporalidad del desarrollo del proyecto. En un menor grado se considera afectación en esta temática la energía

que se utiliza para la construcción de elementos no considerados en el proyecto inicial (partes nuevas), así como la fabricación de los materiales o accesorios de la edificación (como ventanerías, puertas, pisos, etc.) y, por último, la energía utilizada en las demoliciones en el proyecto mismo, en especial aquellas que utilizan herramientas eléctricas o de combustión para la realización de la tarea.

En tercer lugar, se encuentra la generación de residuos resultantes de demoliciones generadas en obra por errores en la construcción frente al proyecto o modificación del mismo, así como la generación de residuos por el equipo utilizado en oficina, ya que como se mencionó con anterioridad, se considera como utilización de los mismos fuera de tiempo.

Le sigue en nivel de afectación las emisiones, las cuales se reflejan en situaciones de manera indirecta en el uso de equipo de oficina ya que el uso de éstas genera un gasto de energía que su consumo genera emisiones hacia el planeta. De una manera directa se generan emisiones en construcciones en el proyecto nuevas, la utilización de mayor material (el proceso que conlleva su elaboración genera emisiones) así como la demolición y el transporte.

En quinto lugar, se ubica la afectación socioeconómica en donde sus principales afectaciones se enfocan en el uso de recursos económicos fuera de tiempo (necesidad de nuevos materiales o recursos para el desarrollo del proyecto) y con un gasto inadecuado derivado de un desperdicio de mano de obra (oficina y proyecto) así como de material que terminó siendo un recurso sin utilizar o en residuos, de tal manera que existe una deficiencia económica que se ve afectada por retrabajo y comunicación.

En sexto lugar se encuentra la afectación hacia la flora y fauna que se ve influenciada de manera directa por los residuos y emisiones generados en el punto anterior, ya que éstos afectan de manera local, regional y global hacia los ecosistemas circundantes a donde se generan los mismos. En un

menor grado, pero de manera directa, el proyecto afecta a esta categoría debido a la eliminación de áreas verdes del proyecto, afectando a cualquier vegetación o animal de la zona.

En séptimo lugar se encuentra la materia prima, resultado de la necesidad de material nuevo y desperdicio en demoliciones.

Por último, la afectación hacia los usuarios y de mantenimiento y durabilidad se encuentran en el mismo puesto y se relacionan entre sí, ya que el primero se ve agraviado en requerimientos solicitados para el mismo que no se cumplieron, además una falta de claridad para el cliente, seguido por la generación de mala imagen en acabados o colocación de mobiliario inadecuado, así mismo, espacios que requerirán de aditamentos para una estadía de confort para el usuario. Todo esto deriva en la necesidad futura de mantenimiento de los espacios, al igual que la disminución de la durabilidad de materiales y acabados por la mala calidad de los mismos.

Para finalizar, las nueve categorías se relacionan totalmente unas con otras, viéndose afectadas principalmente la economía y la energética debido que son las principales para la generación de un proyecto arquitectónico en todo su desarrollo, a partir de ahí, las afectaciones se derivan de decisiones o acciones realizadas desde estos dos ámbitos que resultan en retrabajos, demoliciones, y desperdicio de trabajo hecho.

4.7 Análisis de afectaciones a la sustentabilidad e indicadores

Con la intención de realizar un análisis más detallado de la afectación hacia la sustentabilidad por los errores del proyecto y su relación en cada categoría, se realizaron diversas observaciones de correlación entre las afectaciones directas y los indicadores de cada cualidad, logrando así obtener de manera más específica el daño que se busca disminuir a partir de las estrategias que se propondrán en este documento.

Los siguientes nueve análisis se delimitan a aquellos aspectos directamente relacionados con los trabajos del proyecto, ejecución y modificación del proceso planeado, dejando para posteriores análisis aquellos aspectos propios de la composición y obtención del material. De igual manera, la cantidad de puntos obtenidos en los análisis de las interacciones representan la cantidad de veces que ese campo en particular es afectado en el ámbito de la sustentabilidad, mas no indica la cantidad de perjuicio que se genera.

Para la disminución de información no utilizada en las siguientes tablas se eliminaron aquellos indicadores que no representan relación con las afectaciones en el tema hacia el deterioro del proyecto, sin embargo, se anotarán en cada apartado, para indicar que se tomaron en cuenta en el análisis sin resultado alguno para el tema correspondiente.

A continuación, se presentan los diversos análisis y sus respectivas tablas de indicadores por categoría.

4.7.1 Análisis de indicadores económicos.

Para este análisis se consideró el coste económico tanto por material nuevo como por demolición (desperdicio), así también el coste económico del traslado de las funciones de oficina al existir transporte del personal a las instalaciones del despacho. De igual manera, se considera como costo económico de mantenimiento del sistema (punto 3) el hecho de que por el diseño y la construcción realizada se tiene como consecuencia el uso de mayor gasto energético por confort. Los indicadores que se eliminan (mostrados por número de indicador) según la tabla ubicada en el diseño metodológico son los siguientes:

- (2) *Precio de venta del material*, debido a que el costo de este no se ve afectado por la relación con el proyecto.
- (6) *Cantidad de recurso económico utilizada en el transporte de maquinaria*, (9) *Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación*. Las luminarias y maquinaria utilizada en el proyecto fue la correspondiente al mismo y no existe afectación.
- (11) *coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua*. No es considerado en el proyecto.
- Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores*, *Tabla 4.6* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Se tiene un total de 121 afectaciones respecto a los indicadores en el tema económico, existiendo un promedio máximo de 3 de afectación a indicador por problemática. Con un total de 81 puntos posibles en la interacción entre afectaciones e indicadores, los que se tienen más puntaje relacionado las afectaciones económicas con: El coste económico por la mano de obra (34 puntos), seguido por la cantidad de recurso económico utilizado en el transporte de mano de obra (31 puntos), cantidad de recurso económico utilizado en el transporte del material (26 puntos) y coste económico de la producción del material (24 puntos), el resto de puntos se distribuye en los indicadores faltantes con una cantidad relativamente menor a los mencionados. Las afectaciones que contemplan el costo de personal, el transporte del mismo y la utilización de materiales son las que mayor repetición tienen hacia el ámbito económico.

La afectación económica constante es el coste monetario por la mano de obra relacionado a la extensión de tiempo estipulado tanto en obra como en oficina que se le dedica al proyecto, seguido por la necesidad de transporte al sitio de trabajo, así como de material y herramientas para el mismo. Es necesario buscar una mejor planeación a través de la metodología BIM e IPD donde se disminuya o elimine el exceso de uso de mano de obra, así como de material fuera del periodo estipulado, dedicándole mayor tiempo a la planeación desde oficina.

4.7.2 Análisis de indicadores energéticos

Para el análisis se han tomado algunas consideraciones respecto a los siguientes indicadores. En el indicador 5 se ha ampliado el concepto de este hacia el contexto de desarrollo de edificio completo, es decir, incluyendo los procesos de diseño y redacción de proyecto. Para el indicador 6 se consideran las construcciones nuevas a lo planeado, y en los indicadores 12 y 13 debido a que se considera tanto obra como trabajo de escritorio, se le agrega un 1 a todos los que involucren el consumo de máquinas de oficina por el trabajo extra al diseño y planeación del edificio (después de la aprobación del proyecto), así como demoliciones que utilizaron maquinaria, además de construcciones nuevas. Por último, los indicadores que hablan de un nivel de aprovechamiento se consideran de manera negativa, es decir, no existió alguno.

Los indicadores que se eliminan (por número de indicador) según la tabla ubicada en el diseño metodológico son los siguientes:

- *(2) Porcentaje de energía renovable utilizada en la obtención del material, (3) adecuación del modelo energético con el proceso de obtención del material. (8) Coste energético del reciclaje del material.* No se contemplan ya que no se considera el proceso de los materiales en este análisis.
- *(14) Consumo energético en la ejecución del edificio interno por el transporte interno.* No es una afectación encontrada.
- *(15) Porcentaje de energía renovable en la ejecución total del edificio. (18) Porcentaje de energía renovable del edificio en uso.* No se utiliza energía renovable.
- *(16) Cantidad de energía consumida en la accesibilidad del edificio).* No aplica porque no depende del diseño o constructora.

- (20) Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación. (22) Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua. (24) Utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía. (25) Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía. (31) Utilización del equipamiento tecnológico en automatismos. (32) Consumo energético en la utilización de equipamiento tecnológico en automatismos. (33) Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición. Algunos equipos no se modifican a los propuestos en el proyecto original y otros se contemplaron en el proyecto.
- (26) Capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales. (27) Capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales. (28) Capacidad del sistema de construcción para ampliarse. (29) Capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos. El sistema de construcción utilizado es el habitual para naves industriales, con lo cual, no se ha desarrollado especial interés en anticipar la reconfiguración en reparación, ampliación ni reconfiguración de los elementos. No hay un impacto puntual desglosado para el ámbito de estudios, pero sí hay unas mejoras potenciales que no se han desarrollado.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores*, *Tabla 4.7* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

En el tema de indicadores energéticos existe un total de 297 interacciones entre las problemáticas y esta categoría donde de manera individual, existe un máximo de 8 indicadores por problemática.

Con un total de 65 puntos posibles, los indicadores con mayor número de coincidencias se encuentran el impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto global y local (58 puntos), consumo energético en la ejecución del edificio por la mano de obra (46 puntos), cantidad de energía utilizada en el transporte de mano de obra (38 puntos), consumo energético en la ejecución del edificio por la maquinaria (32 puntos), cantidad de energía utilizada en el transporte del material (24 puntos) y otros con una cantidad de puntos menor de 15.

La afectación con mayor gasto energético se trata sobre la construcción de muro de cimentación el cual requirió un proceso desde su desarrollo en oficina hasta construcción, lo que implica un consumo energético de un nuevo proceso completo, el cual podría haberse contemplado desde el comienzo.

4.7.3 Análisis de indicadores de materia prima.

Para este análisis se consideraron las afectaciones que impactaron aquellos aspectos directamente relacionados con los trabajos de proyecto, ejecución y modificación que implicaron un gasto y/o desperdicio de material al estipulado al aprobarse el proyecto ejecutivo. Las temáticas competentes directamente a materias primas como su composición, obtención de material y procesos del mismo, se dejan para posibles análisis posteriores de estos aspectos.

Por la razón anterior y las que se mencionan en los siguientes puntos es que se eliminan (mostrados por número de indicador según la tabla de diseño metodológico correspondiente) los siguientes indicadores.

- (2) *Disponibilidad global de las materias primas necesarias para la obtención del material* y (3) *disponibilidad local de las materias primas necesarias para la obtención del material*.
Ya que no se analiza la disponibilidad de cada materia prima.
- (4) *Cantidad de materia prima reutilizada en el proceso de transformación del material*, (5) *cantidad de material reutilizado dentro del proceso de transformación del material*, (6) *cantidad de material reutilizado externo del proceso de transformación del material*, (7) *cantidad de material reciclado externo al proceso de transformación del material* y (8) *cantidad de material reciclado dentro del proceso de transformación del material*. No se analiza la composición del material.
- (17) *Nivel de utilización de tecnologías para el aprovechamiento de aguas*, (18) *utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua*, (19) *durabilidad del equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua*. No se consideró en el proyecto equipamiento tecnológico para el aprovechamiento de aguas.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *anexo II Tabla 4.8* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Basado en el análisis de la tabla, se tiene un total de 41 puntos relacionados entre las problemáticas y en tema de materia prima y sus indicadores. Con un total de 29 puntos posibles en la interacción entre éstos, la cantidad de materias primas extraídas en la obtención del material (24 puntos) y origen y cantidad de los residuos y emisiones generadas para la obtención de materia prima y material (18 puntos) son los de mayor relación. Las actividades que afectan a lo anterior son las demoliciones y retrabajos de obra, así como construcciones nuevas, debido a que se genera un desperdicio de material y se requiere una mayor cantidad de lo estipulado al comienzo. Es importante la contemplación del proyecto en su totalidad y evitar el desperdicio que genera la demolición.

Así también de los indicadores que hablan de durabilidad, reutilización, reparación, adaptación y reciclabilidad del sistema de construcción y los materiales utilizados (del 10 al 16) se consideran como un punto neutral los cuales no se ven afectados de manera negativa ya que el sistema constructivo no fue pensado para este fin: sin embargo, por el tipo de material utilizado en el mismo tiene potencial de ser puntos positivos para los indicadores de sustentabilidad por su durabilidad, su capacidad de reutilización así como la reciclabilidad del material.

4.7.4 Análisis de indicadores de residuos.

Para el análisis de residuos el concepto de los indicadores se amplía hacia el contexto de desarrollo de edificio completo, es decir, se incluyen procesos de diseño y redacción del proyecto, así mismo, se analizan con la totalidad de producción de nuevos residuos en comparación en el proceso original de construcción, es decir, lo que implique trabajos nuevos generados después de aceptado el proyecto.

Es importante aclarar que los indicadores relacionados con características físicas, químicas, tratamiento, origen, calidad, aprovechamiento de los residuos (*ver Tabla 3.7 Capítulo 3*) se excluyen del análisis, ya que no forman parte del desarrollo del proyecto y quedan como propuesta de futura investigación.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.9* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Los indicadores de residuos tienen un total de relación con indicadores de 210 puntos, siendo el que mayor número de correlación de 10 puntos en una problemática. Con un total de 29 puntos posibles en la interacción entre indicador y afectación, se generaron varios totales de igual cantidad por lo que se pueden agrupar tres conjuntos. El primer grupo se trata sobre indicadores que tienen un máximo puntaje de 24 puntos, es decir las más cotidianas respecto a las afectaciones analizadas, las cuales hablan sobre el impacto ambiental en el contexto local, regional y global sobre los materiales utilizados y la misma construcción del edificio. Seguida en 18 puntos por el indicador que habla sobre el origen de los residuos y emisiones referidas a afectaciones en el proyecto y la cantidad de residuos y emisiones generadas en la obtención de materias primas.

Las problemáticas del proyecto que afectan a la generación de residuos perjudican principalmente al impacto ambiental que generan las nuevas construcciones y nuevos materiales solicitados en etapas posteriores a la planeación, en donde es posible disminuir de manera consciente el impacto que produce cada proceso.

4.7.5 Análisis de indicadores de emisiones.

Para este análisis el concepto de los indicadores de emisiones se amplía hacia el proceso del desarrollo del proyecto y todo lo que implica desde su conceptualización (uso de equipo de cómputo, transporte de personal, etc.) hasta la construcción del mismo (tanto transporte de material como de personal, equipo utilizado, entre otros). Así mismo se toma en cuenta (aplicable en el primer indicador) las afectaciones que se generarán desde el edificio a lo largo de su vida útil. No se habla sobre emisiones generadas directamente de temas de materialidad sino de procesos, dejando el punto anterior como posible futura investigación.

Los indicadores que se eliminan (mostrando el número del indicador) según la tabla ubicada en el diseño metodológico son los siguientes:

- (2) *Cantidad de emisiones nocivas para el ser humano generadas durante la vida útil del material.* No se estudia el material en este análisis.
- (3) *Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material.* No se estudia el proceso de obtención de material en este estudio.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.10* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Con un total de 39 puntos en indicadores de emisiones y un promedio de un punto por afectación desde proyecto, se puede decir que las emisiones son generadas principalmente por el transporte y en segundo lugar por temas de emisión que se originan en los materiales en su interacción con la construcción. Es importante buscar reducir las actividades extra temporales que generan necesidades de nuevos transportes y nuevos materiales.

4.7.6 Análisis de indicadores socioeconómicos.

Para este análisis se ha ampliado el concepto de este indicador hacia el contexto de desarrollo de edificio completo, es decir, incluyendo los procesos de diseño y redacción de proyecto. Así mismo los impactos socioeconómicos son principalmente en relación de proyecto hacia un contexto local y con el inversor del mismo.

Los indicadores que se eliminan de esta tabla, al no existir correlación con las afectaciones encontradas son los siguientes:

- *(1) Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto global*
- *(7) Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para contexto regional, (8) impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global.* Estos indicadores no forman parte de este análisis.
- *(10) Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto regional, (11) nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel local, (12) Nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel regional.* No generan un impacto negativo.
- *(13) Utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento, (14) consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos, (15) coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en la producción de alimentos.* No se tomaron en cuenta en el desarrollo de proyecto.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.11* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

La relación entre las afectaciones socioeconómicas y los indicadores suman un total de 79 puntos donde la mayor cantidad de indicadores impactados por afectación es de dos. Con posible total de 57 puntos en la interacción entre indicadores y afectación socioeconómica. El indicador con mayor puntaje (57 puntos) es el de impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto local refiriéndose a las situaciones de afectación en costo y personal a los involucrados al mismo, al existir la necesidad de éstos en una mayor cantidad fuera del tiempo estipulado. En un segundo puesto se encuentra el impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto local (21 puntos) que se relaciona con afectaciones en el transporte, en la utilización de recursos fuera de tiempo tanto en la construcción como en oficina, viéndose afectada la economía del constructor y proyectista al comenzar a realizar actividades que ya no están dentro de su cotización de gastos, lo que puede llegar a generar pérdidas para la empresa.

4.7.7 Análisis de indicadores de usuarios.

Para este análisis se habla de la relación y la satisfacción del usuario con la edificación en temas de funcionalidad, sensibilidad y salud. A diferencia de los indicadores anteriores, éstos abarcan la periodicidad del proyecto cuando este ya está terminado ya que es el momento donde existe la interacción entre el edificio y los usuarios.

Basado en lo anterior, a partir de los indicadores descritos en la tabla 3.8 se eliminan los siguientes puntos, ya que no fueron aplicables para el análisis posterior.

- *(1) Nivel de afectación a la salud en el equipamiento tecnológico de iluminación, (2) satisfacción sensorial para el usuario, (9) nivel de afección a la salud en el equipamiento tecnológico de seguridad, (10) nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición, (11) nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de generación de energía, (12) nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de automatismos, (13) nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico producción de alimentos.* Indicadores no aplicables para este nivel de análisis.
- *(7) Nivel de adecuación histórico-cultural del edificio en el contexto local, (8) nivel de adecuación histórico-cultural del edificio en el contexto regional.* No son aplicables al contexto de la edificación.
- *(14) Utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento.* Tecnología no utilizada en el proyecto.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.12* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Al analizar la información entre indicadores y afectaciones a los usuarios se tuvo un total de 19 puntos en esta categoría, con un máximo de 3 de manera individual. Con un total de 12 puntos posibles, el indicador con más coincidencias es el que trata sobre el nivel de satisfacción funcional del usuario (10 puntos), seguido por el nivel de satisfacción sensitiva del usuario (4 puntos), seguido por nivel de adaptabilidad del diseño del edificio. El conflicto mayor se representa en espacios hechos con malos acabados, generados por cambios fuera de tiempo que no llevaron a la satisfacción del usuario y es posible sufran una intervención futura. Es importante evitar este tipo de situaciones y que se contemplen los mínimos detalles desde la fase de proyección con los interesados en esas áreas.

4.7.8 Análisis de indicadores de flora y fauna.

Para este análisis los indicadores se toman como situaciones del proyecto en donde era posible la utilización de estrategias o tecnologías a favor de la flora y la fauna: sin embargo, no se realizó acción alguna durante el desarrollo del proyecto (desde su conceptualización hasta la finalización de la construcción). Es importante mencionar que la mayoría de las afectaciones en este apartado son directamente relacionadas a las afectaciones hacia la flora y la fauna que generan los residuos y las emisiones provenientes de errores del proyecto.

En este análisis se incluyen todos los indicadores estipulados en la tabla 3.9 del capítulo de diseño metodológico.

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.13* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Al analizar la tabla se puede ver que se tienen 17 puntos totales de relación entre indicadores para el tema de flora y fauna y un máximo de dos por afectación. Con la posibilidad de 49 puntos posibles en la interacción entre afectaciones e indicadores, es posible verificar que el mayor impacto es la ausencia de estrategias de diseño para el desarrollo de la flora local (13 puntos) ya que a lo largo del proyecto se deja de tomar en cuenta esta situación. En un segundo lugar se encuentra el nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la fauna local (4 puntos) ya que se eliminaron áreas verdes del proyecto, además de la baja de presupuesto posible para la realización de estas estrategias.

4.7.9 Análisis de indicadores de mantenimiento y durabilidad.

Para este análisis los indicadores se refieren a la calidad de materiales y acabados, así como el cuidado requerido de los mismos y de las tecnologías incorporadas en el proyecto. Se basa en el precepto que, a menor calidad de los materiales, el tiempo de vida de los componentes de la edificación será menor, al igual que la medida de periodicidad en que un equipo requiere de mantenimiento, si ambos son cortos, su durabilidad será menor y el mantenimiento será mayor, por lo que los gastos serán más continuos.

Los indicadores que se eliminan (por número de indicador) según la tabla ubicada en el diseño metodológico (Tabla 3.10) son los siguientes:

- *(1) Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición, (2) nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de generación de energía, (9) nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua, (12) nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de producción de alimentos, (13) nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de iluminación. Equipamiento tecnológico sin afectación negativa en el proceso del proyecto.*
- *(3) Durabilidad de equipamiento tecnológico de generación de energía, (6) durabilidad del equipamiento tecnológico de iluminación, (14) durabilidad del equipamiento tecnológico en la producción de alimento, (15) durabilidad del equipamiento tecnológico de automatismos, (16) durabilidad del equipamiento tecnológico de sistemas de medición y control. Equipamiento tecnológico sin afectación negativa en el proceso del proyecto.*

Para conocer el análisis realizado para este indicador, se puede revisar el *apéndice II Tablas de análisis de indicadores, Tabla 4.14* de este documento. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

En esta categoría de indicadores se cuenta con un total de 5 puntos totales de interacciones y un máximo de una interacción por afectación. Con una posibilidad de tener 12 puntos por indicador, el de mayor puntaje se encuentra el nivel de adecuación entre la solución constructiva y su función (3 puntos) seguido (con un punto) por el nivel de reparabilidad de los componentes del edificio y el nivel de adecuación funcional de los materiales a su uso en la edificación.

4.8 Análisis de grupo de indicadores

Con la intención de realizar una recopilación de la información recabada en los análisis anteriores, se generó la Tabla 4.15 donde se realiza una suma del total de las interacciones de cada indicador de las diferentes categorías para cada afectación, con la intención de conocer cuáles son las que tienen una mayor correlación.

No.	TÍTULO / TEMA	ETAPA DONDE APARECIÓ EL ERROR	ETAPA DONDE SE ORIGINÓ EL ERROR	CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	SUMA TOTAL DE INDICADORES
20	TERRACERÍA	INICIO DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	15
					Cambio en el proyecto	7
					Disminución del presupuesto para la nave	5
						3
5	PLANIMETRÍA INSTALACIONES	1RA Y 3RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	9
					Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	2
					Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	5
16	RAMPA DE ANDÉN	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	9
					Construcción de rampa no contemplada	11
						2
					Diseño estructural de muros de contención de rampa	13
17	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	20
18	CUBIERTA DEL ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	15
					Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	4
19	CUBIERTA ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	4
21	INGRESO PEATONAL	2da ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	12
					Construcción de escalera peatonal	20
						7
23	SANITARIOS DE PLANTA BAJA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	21
					Incremento de material utilizado	8
					Desperdicio de trabajo y mano de obra	4
25	ÁREA DE PLANTA BAJA	2DA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	13
6	ANÁLISIS ASOLEAMIENTO	FINAL DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	17
7	ANÁLISIS ENERGÉTICO	FINAL DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	4
33	CUBIERTA Y ESTRUCTURA	INICIO DE OBRA	PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y ESTRUCTURAL	Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	10
					Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	21
37	ESTRUCTURA	1RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ARQUITECTÓNICO- ESTRUCTURAL	Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	1
					Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	13
						11
4	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	PROYECTO EJECUTIVO	DISEÑO ESTRUCTURAL	Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	12
					Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	1
					Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	2

Tabla 4.6 Suma total de indicadores en las afectaciones al proyecto. Parte 1 de 3 Fuente: Elaboración propia.

32	ARMADO DE DATOS	INICIO DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	3
					Utilización de armados sin respaldo estructural	2
					Ausencia de cruce de información desde modelo	8
15	DOCUMENTACIÓN DE ESTRUCTURA	INICIO DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	10
					Ajuste de planimetría estructural	11
22	MURO DE CIMENTACIÓN	1RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	10
						3
28	FACHADA	1RA ETAPA DE OBRA	DISEÑO ESTRUCTURAL	Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	9
1	MODIFICACIONES DE PROYECTO	1RA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN DE PROYECTO	Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	19
10	MODELADO INSTALACIONES	PROYECTO EJECUTIVO	PROYECTO EJECUTIVO	Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	1
3	PLANIMETRÍA ESTRUCTURAL	INICIO Y PRIMERA ETAPA DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	8
8	BIOMÉTRICOS	2DA ETAPA DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	9
						6
34	BOCA DE TORMENTA	FINAL DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	6
						4
2	PLANIMETRÍA ARQUITECTÓNICO	A TODO LO LARGO DE LA OBRA	PROYECTO EJECUTIVO	Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	9
44	INFORMACIÓN	A TODO LO LARGO	PROYECTO EJECUTIVO	Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	9
14	PRESUPUESTO INCOMPLETO	INICIO DE OBRA	PROYECTO EJECUTIVO-PRESUPUESTO	Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	8
11	ELEMENTOS DE FACHADA	1RA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	10
					Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	2
12	UNIÓN MURO Y COLUMNA	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	2
24	TUBERÍA SANITARIO	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	5
					Colocación del tramo de tubería necesario	5
26	OFICINAS DE PLANTA ALTA	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	7
27	HUECO DE PUERTA DE SANITARIO ELIMINADO	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	6
						2
30	VENTANAS	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	20
						6
31	VENTANAS	2DA ETAPA DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	24
					Rediseño de fachadas	16
9	CASETA DE INGRESO	FINAL DE OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO	Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	21
					Diseño y planimetría de caseta de ingreso	10
42	AIRE ACONDICIONADO	FINAL OBRA	ENTREGA DE PROYECTO EJECUTIVO Y PRESUPUESTO	Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	17
29	MURO DE TABLARROCA	2DA ETAPA DE OBRA	GERENCIA DE OBRA	Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	23
					Realización de muro nuevo	20
13	PROGRAMACIÓN DE OBRA	A TODO LO LARGO	CALENDARIO DE OBRA	No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	1
46	TRAMITOLOGÍA	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	7
47	FLUJO MONETARIO	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	6
48	TRAMITOLOGÍA	INICIO DE OBRA	GESTIÓN INICIAL	Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	1

Tabla 4.15 Suma total de indicadores en las afectaciones al proyecto. Parte 2 de 3 Fuente: Elaboración propia.

45	PRESUPUESTO	INICIO Y PRIMERA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN PROYECTO-OBRA Y COSTO	Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	1
					Decisiones realizadas de manera no integral	1
35	LOSA	1RA ETAPA DE OBRA	1RA ETAPA DE OBRA	Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	18
					Retrabajo en obra	20
38	PUERTA DE CARGA Y DESCARGA	1RA ETAPA DE OBRA	1RA ETAPA DE OBRA	Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	19
					Material nuevo para el muro	5
39	ZOCLO DE 15CM EN NAVE	INICIO DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Demolición de 15cm de zoclo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	17
36	ESCALERAS	2DA ETAPA DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	7
40	RAMPA DE INGRESO A OFICINAS	2DA ETAPA DE OBRA	2DA ETAPA DE OBRA	Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	8
41	SANITARIOS	FINAL OBRA	FINAL OBRA	Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal	Modificación de diseño	9
43	PISO DE OFICINA	FINAL OBRA	FINAL OBRA	Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	7
						17
52	INFORMACIÓN SOLICITADA	2DA ETAPA DE OBRA	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	8
49	REUNIONES	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	1
50	SEGUIMIENTO DE INFORMACIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	11
51	PRESUPUESTO	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	1
53	GESTIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	3
54	COMUNICACIÓN	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN	Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	1
					Deslinde de responsabilidades	1
55	REUNIONES INCONSTANTES	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE COMUNICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	1
56	CANTIDAD DE PERSONAL	A TODO LO LARGO	GESTIÓN DE OBRA	Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	9
57	TRAMITOLOGÍA	FINAL OBRA	GESTIÓN DE INFORMACIÓN	Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	1
58	PRESUPUESTO	DISEÑO ARQUITECTÓNICO- PRESUPUESTO	COSTOS	Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	1
					TOTAL DE INTERACCIONES INDICADORES CON PROYECTOS	814

Tabla 4.15 Suma total de indicadores en las afectaciones al proyecto. Parte 3 de 3 Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la información anterior, se puede decir que el mayor número de interacciones entre indicadores y afectaciones (de 20 puntos para arriba) se encuentran en las relacionadas a modificaciones en la obra y nuevas construcciones en el proyecto, así como la construcción de la escalera peatonal y las casetas de ingreso, en un segundo nivel (de 15 a 19 puntos) se encuentran la generación de escombros por demoliciones, la colocación de equipos de aire acondicionado, la interacción con externos que genere traslados y planimetría, rediseños de área, ausencia de análisis de asoleamiento, lo que lleva a la generación de espacios que requieran mejoras artificiales, y/o

modificación de elementos puntuales. En un tercer grupo (10 a 14 puntos) se encuentran elementos que involucran un cambio desde planimetría a obra, o solamente lo que queda en la parte de oficina como es el modelado en computadora, reajuste de planimetrías o generación de nuevas y la deficiencia de la gestión del proyecto.

En un cuarto grupo (5 a 9 puntos) se ubican afectaciones tales como retraso del proyecto que llevaron a que se alargue el tiempo del mismo, modificaciones en obra que fueron de manera puntal o muy pequeñas como la cuestión de los lavabos o el cubrir el hueco del muro: así también, se encuentran afectaciones de gestión como el cruce de trabajo de obra y proyecto, sobredimensionamiento del proyecto eléctrico o la altura de los peldaños, que fueron soluciones que se dieron sin una proyección anterior.

Para finalizar, en un último grupo de menor interacción entre indicadores y afectación (de 0 a 4 puntos) se encuentran temas de gestión como el desinterés, toma de decisiones no integrales, traslape de obra y proyecto, ausencia de seguimiento y de responsabilidades, adición de costos no contemplados, mala imagen en acabados, y la no resolución de peticiones del cliente.

Es decir que, las mayores interacciones se encuentran en los elementos que son completamente nuevos en su conceptualización y construcción después de aprobado el proyecto, es decir, cambios de proyecto completos, seguido por modificaciones menores o rediseño de espacios frente a lo ya planeado.

Conforme va disminuyendo la interacción entre indicadores y afectaciones, se llega a motivos que generan lo anterior, en un punto intermedio se encuentran la modificación de planimetrías y el trabajo relacionado a oficina, hasta llegar a los problemas mayores necesarios a resolver como los retrasos, modificaciones y la gestión del proyecto.

4.9 Conclusiones generales de la aplicación de la investigación.

Al realizar el análisis de la aplicación de la investigación se puede concluir que el proceso de la gestión del proyecto fue el resultado de una mezcla de metodologías tanto tradicionales como BIM tratadas de manera inconsistente desde el comienzo de la idealización del proyecto hasta su construcción, dando como resultado una serie de problemáticas que derivan en afectaciones hacia los ámbitos de la sustentabilidad.

Las dificultades presentadas desde el comienzo pueden pasarse inadvertidas o no tomar una seriedad pertinente a las mismas pues el reflejo de su afectación se muestra hasta el momento en que se necesita la información completa, es decir, al momento de la construcción, en donde al existir errores se generan gastos, retrabajos, desperdicios, etc.

En el caso del proyecto utilizado para la aplicación de la investigación resaltan elementos claves durante el desarrollo del diseño arquitectónico como el proyecto ejecutivo que llevaron a la afectación durante la construcción y el proceso de gestión de la misma. Uno de los principales fue la participación de diferentes actores que utilizaban diferentes metodologías de trabajo o nivel de metodología BIM.

Para comenzar, la empresa de diseño y constructora, quienes buscaban trabajar como una sola empresa manejaban metodologías diferentes (BIM y tradicional respectivamente), por lo que la segunda no contaba con el conocimiento de los beneficios que la metodología BIM podría ofrecerle a la primera. Además de no dejar en claro las exigencias necesarias para el proyecto, asimismo de la realización de un cronograma de trabajo sin el conocimiento de quién sería colaborador y sus tiempos de entregas.

En segundo lugar, para el proyecto ejecutivo, se utilizaron diferentes herramientas para la obtención de la información, lo que significó que la información se encontrara en diversos archivos

y dificultara el cruce de ésta para prevenir colisiones entre elementos y el posible análisis de la edificación de manera virtual. Las ingenierías no tuvieron mayor participación que la entrega de planimetría en CAD, mientras que, aunque la ingeniería estructural sí tuvo una interacción con un modelo generado en Revit, éste no tuvo una aclaración de nivel de LOD, además de que el proyecto se encontraba incompleto y el comenzar la obra antes de tener el proyecto ejecutivo completo y revisado, generó que la información necesaria para la construcción en las diferentes disciplinas se encontrara en diferentes niveles y sesgada cuando comenzó a recibir modificaciones.

Aunque existieron algunas interacciones de la metodología BIM en el proyecto, éstas no fueron relevantes ni impactaron de alguna manera, ya que su utilización quedó limitada al modelado en 3D y su visualización en el proyecto arquitectónico y con un menor desarrollo de LOD en el estructural.

Otro de los factores importantes fue la falta de comunicación, tanto entre los involucrados (proyecto, constructor y cliente) y la falta de especificaciones a lo largo de la elaboración del proyecto ejecutivo, tales como, definiciones claras de espacios, necesidades y detalles constructivos, definición presupuestal en etapas específicas, revisión completa de planimetría por expertos, seguimiento del calendario de reuniones estipulado.

Como resultado, se generaron una serie de problemáticas y afectaciones durante el proceso del proyecto, como retrabajos, demoliciones, insuficiencia en el intercambio de información, retrasos, entre otros, los cuales se pueden dividir en cuatro categorías: trabajo (tiempo, dinero y mano de obra), materias primas, contaminación y calidad.

Las problemáticas que se generaron en el proyecto afectaron a la sustentabilidad en diferentes aspectos:

- Económicos, causado principalmente por la utilización de material mayor al estipulado y los problemas de gestión que afectan de manera económica, los cuales se reflejan en un mayor coste en mano de obra, en transporte tanto de material como de la mano de obra y la producción del material.
- Energéticos, se ven afectados por el uso de transporte de personal, así como la construcción y demolición, generando impactos ambientales por el proceso energético en la construcción y en el transporte.
- Emisiones, generadas en proceso de oficina, en proyectos nuevos y utilización del material, afectan principalmente por el transporte y por los materiales.
- Residuos, generada principalmente por la demolición, lo cual genera impacto ambiental por los materiales utilizados y por el origen y cantidad de residuos.
- Socioeconómicos, situaciones que afectan al gasto económico que implican el aumento de dinero necesario durante la construcción.
- Flora y fauna, se ve afectada principalmente por emisiones y residuos afectando la ausencia de estrategias.
- Materia prima, afectada principalmente por demoliciones y construcciones nuevas, impactando en la sustentabilidad por la cantidad de obtención de material.
- Usuarios y mantenimiento y durabilidad, estos efectos se ven hasta finalizar la obra especialmente el primero, afectando principalmente a la funcionalidad y a la experiencia sensitiva del usuario, además de la necesidad constante de mantenimiento a ciertos equipos o acabados.

De este modo los problemas de proyecto que reunieron las mayores incidencias en los indicadores de la sustentabilidad son las afectaciones que indican una modificación nueva a lo

ya planeado, seguido en menor cantidad por la generación de escombros y rediseños, cambios en la planimetría y los aumentos de tiempo.

Capítulo 5

Propuesta y conclusiones finales

5.1 Propuesta de gestión de proyectos

La gestión de proyectos ya sea tradicional o mixta con una metodología BIM incompleta por el uso mínimo de sus beneficios que provoca el pretender adaptarla a una técnica de trabajo limitante para ella, genera problemáticas desde la conceptualización y generación de la planimetría ejecutiva de un proyecto, los cuales se reflejan en la construcción afectando a la sustentabilidad en sus tres ámbitos (económico, social y ambiental). Es por este motivo que se propone una estrategia de trabajo para la gestión de proyectos desde su etapa de conceptualización hasta la elaboración de planos ejecutivos, donde a partir de la utilización de las metodologías de Building Information Modeling e Integrated Project Delivery desde la etapa inicial, se logre una interacción temprana entre los involucrados para la generación del mismo, con la intención de atacar los posibles errores o afectaciones del proyecto en su etapa de trabajo de escritorio, evitando que se presenten en la etapa de edificación (en donde ya implican un impacto económico, social y ambiental) obteniendo así un proyecto con mejor planeación que reduzca sus impactos a la sustentabilidad al disminuir los RCD posibles y los diversos conflictos que se generan por la problemática de Making-do de Koskela .

Para comenzar, se muestra en la Figura 5.1 un cronograma general desde el comienzo del proceso de un proyecto hasta el momento antes de iniciar la construcción del mismo, el cual se irá explicando individualmente.

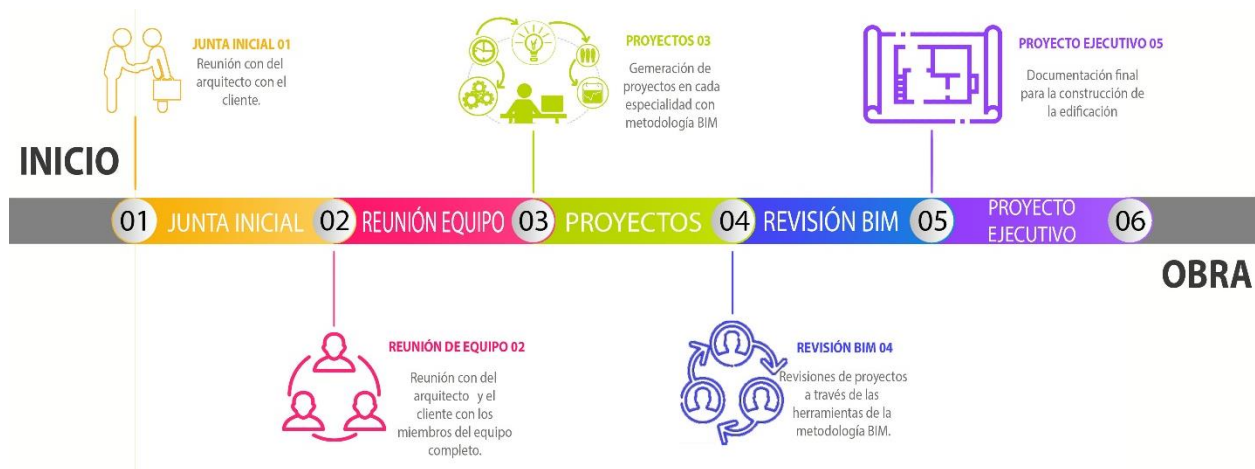


Figura 5.1 Cronograma general del proceso de gestión de proyectos Fuente: Elaboración propia.

La etapa de obra queda fuera de esta investigación ya que se utiliza la metodología LEAN (página 14 de este documento) y como soporte la metodología BIM en el proceso de construcción, lo cual no se analizó en este trabajo. Se espera que, al llegar a esta etapa, los modelos BIM estén completos y su función sea enfocada hacia la programación, avance y seguimiento de obra.

A continuación, se explica cada etapa de la planeación propuesta donde se profundizan los propósitos y características de cada una.

5.1.1 Etapa 01: Junta inicial.

Al comenzar un proyecto, el cliente hace su acercamiento con el arquitecto para compartir su inquietud para la elaboración y/o construcción de un proyecto. Esta es la primera etapa donde se definirá el rumbo del trabajo, así como las expectativas del cliente.



Figura 5.2. Etapa 01 Junta inicial. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo

En esta primera etapa, se busca definir las bases para la elaboración del proyecto a las necesidades del cliente (información cotidiana en todo proyecto), se habla sobre la función de la construcción, el programa arquitectónico requerido, las expectativas del diseño (ideas o metas del cliente hacia el proyecto), requerimientos específicos, presupuesto, y todo lo necesario para la generación de una propuesta arquitectónica.

Es también relevante definir el tipo de contrato y metodología de trabajo (punto que se explica en el apartado *intervención BIM y/o IPD* que se encuentra en esta etapa) y la participación del cliente durante el proceso del proyecto.

Requerimientos previos

Al tratarse de una primera reunión no son necesarios requerimientos previos ya que no existe información anterior que involucre a ambos participantes en esta etapa. Sin embargo, se recomienda llevar una lista de comprobación o *checklist* (ver *intervención BIM y/o IPD* en este apartado) que apoye al entendimiento del cliente a la posible metodología a utilizar y verificar si el proyecto necesitará una gestión BIM + IPD.

Integrantes

Para esta etapa los participantes son el cliente y el arquitecto (o representante de la empresa), así como su Project Manager o el gerente de proyectos, en caso de que se cuente con un puesto similar. Se espera que se encuentren dos personas de parte del despacho de arquitectura (entre ellos quién será en cargo del proyecto) con la intención de que la información recibida sea objetiva.

Herramientas

Se espera se cuente con una herramienta (ya sea física o electrónica) donde se escriba la primera minuta de la reunión en el que se registre la información recibida por el cliente, así como imágenes de referencia y/o posibles esbozos hechos en el momento. También es necesario llenar la lista de comprobación o *checklist* que se encuentra en el siguiente punto.

Intervención BIM y/o IPD

El proceso de gestión de proyectos entre una metodología tradicional a una BIM+IPD cuentan con diferencias que son necesarias explicar al cliente, así como las participaciones clave del mismo durante el desarrollo del proyecto o debido a la generación de cambios que él considere. En la sección de *Producto* (ubicado en esta etapa), se presenta una lista o *checklist* de puntos claves necesarios a explicar al cliente sobre la metodología de trabajo propuesta.

En dado caso que el cliente no quiera tener interacción con el equipo IPD y solo quiera relacionarse con el arquitecto, es posible realizar la metodología de trabajo de la misma manera al desarrollar el proyecto, siendo el arquitecto el que toma el papel como voz del cliente: sin embargo, al interrumpirse la comunicación directa con éste en los momentos claves, es posible que se generen retrasos o malentendidos en la espera y trasmisión de información.

Duración

Al tratarse de una reunión de recibimiento de información, se realiza en un solo día, mínimo una hora. A partir de la información obtenida al punto número dos de esta planeación, se espera un tiempo de una semana.

Puntos clave

Los puntos clave en la etapa 01 se enfocan en definición de la información clave para el desarrollo del proyecto y el método de trabajo, es decir se expone y se concreta tipo de metodología, expectativas de proyecto, expectativas de procedimiento de trabajo, enunciación de la interacción del cliente en puntos clave como la reunión en la etapa 02 y la primera reunión en la etapa 03, así como todas las juntas donde se tomen decisiones de su interés, ya sean monetarias o de diseño.

Para la definición del proyecto es relevante conocer las bases: ubicación, metros cuadrados, presupuestos y reglamentos existentes, así como las necesidades del cliente como expectativas o metas del proyecto, tipo de edificación y requerimientos del proyecto.

Producto

Se espera la definición de las necesidades del proyecto arquitectónico y el entendimiento del cliente sobre la metodología de trabajo: para este ejercicio se anexa una lista con la información dirigida del cliente hacia el arquitecto respecto al proyecto (imagen 5.3) y del arquitecto hacia el cliente (imagen 5.4).

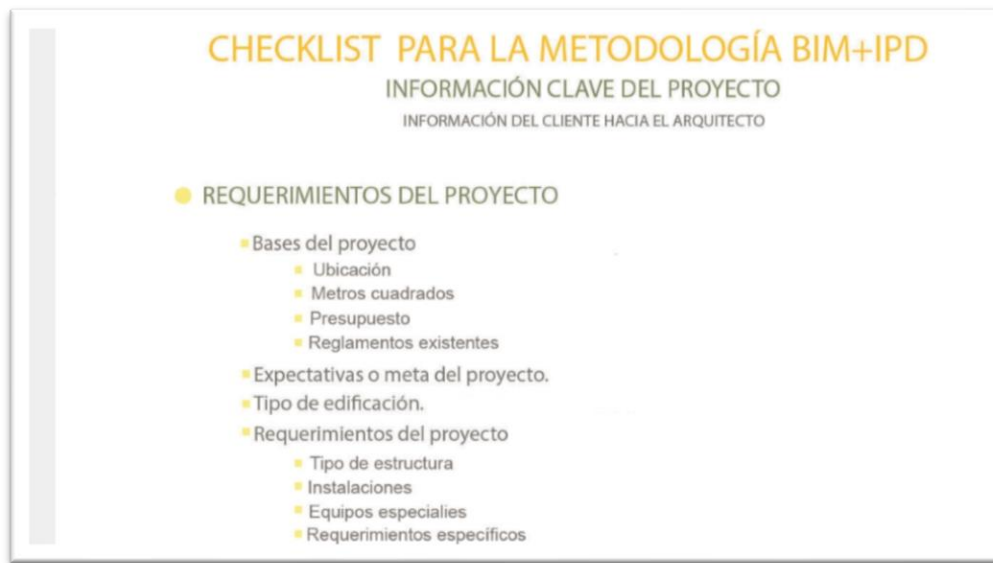


Figura 5.3 Checklist para la metodología BIM+IPD. Información del cliente hacia el arquitecto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.4 Checklist para la metodología BIM+IPD. Información del arquitecto hacia el cliente. Fuente: Elaboración propia.

Al terminar esta primera junta y de aceptarse la metodología de BIM + IPD es necesario comenzar a reunir al equipo de trabajo para el proyecto, así como la definición del costo del proyecto para el cliente y la elaboración del contrato.

5.1.2 Etapa 02: Reunión de equipo.

Al tener claro con el cliente la metodología de trabajo a través de BIM + IPD en donde se espera colaboración, corresponsabilidad, un mayor tiempo en el desarrollo del proyecto y todo lo que se revisó en el punto anterior, es necesario una reunión con el equipo de trabajo para la estipulación de las características de trabajo.



Figura 5.5 Etapa 02 Reunión de equipo. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo

Para esta etapa se reunirá por primera vez el Team Project o equipo de proyecto (el cliente, arquitecto, ingenieros y constructor) donde se darán a conocer de los objetivos del proyecto de primera mano de parte del cliente. Así también se establecerán las herramientas, tiempos y plan de trabajo para el desarrollo del proyecto.

Requerimientos previos

En esta etapa se recomienda generar el Building Execution Plan o BEP del proyecto, por lo que es necesario que el equipo de arquitectura lleve un anteproyecto realizado en herramientas BIM a un nivel de LOD 100 o 200, cuya función principal sea ilustrar la idea del cliente a los miembros del equipo.

Integrantes

Para la etapa 02 se reúne el equipo de proyecto formado por el cliente, el arquitecto, el constructor, el ingeniero calculista y el ingeniero de instalaciones.

Herramientas

Las herramientas necesarias para esta etapa son un modelo base BIM, el cual servirá para la revisión general de las diferentes disciplinas, tanto para su conocimiento de objetivos y aportaciones hacia el proyecto inicial. Un BEP donde se establecerá los tiempos y etapas de desarrollo tanto del proyecto como modelo hacia un nivel LOD 200. La Figura 5.6 muestra el esquema de trabajo de esta etapa.

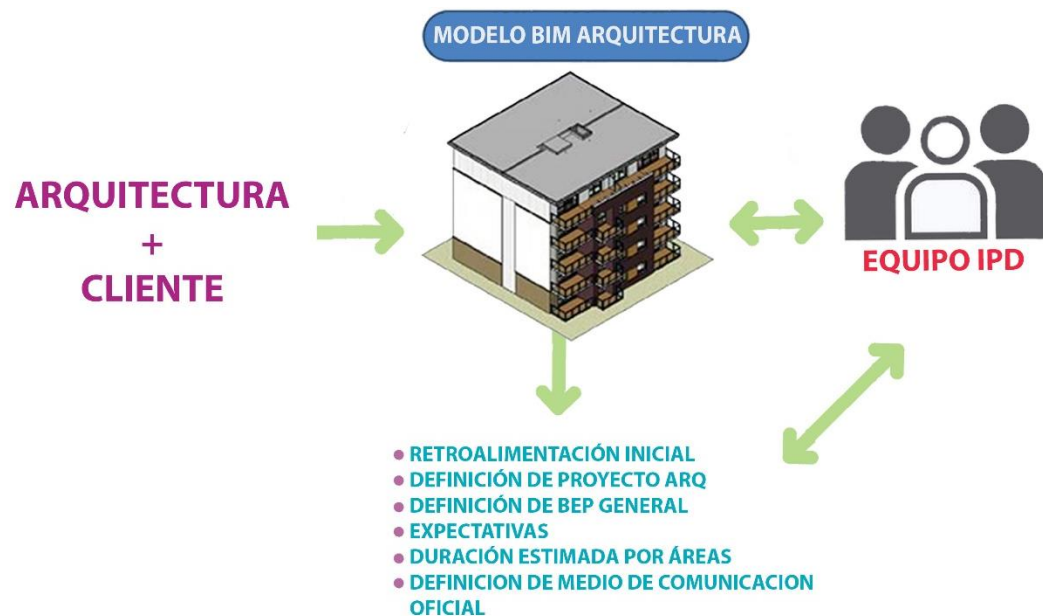


Figura 5.6 Esquema de trabajo de etapa 02. Fuente: Elaboración propia.

Intervención BIM y/o IPD

IPD busca a través del contrato la estipulación de las responsabilidades del equipo, así como el cronograma de trabajo, el establecimiento de medios de comunicación y la función de cada área. Se espera que en cada reunión del equipo se dé una retroalimentación al proyecto por parte de cada especialidad para que éste sea eficiente y cuente una intensa planificación al tener una comunicación abierta y metas en común.

Duración

Se espera que esta junta se realice en un día el tiempo que sea necesario para definir el plan de trabajo general, herramientas y tiempos de entrega individualmente.

Puntos clave

Los puntos clave en la etapa 02 se enfocan en la definición de herramientas de trabajo y comunicación del equipo, la resolución de dudas del proyecto por parte del equipo de proyecto, la definición del BEP o calendario de trabajo y tiempos de entrega.

Producto

Se tendrá una primera retroalimentación del equipo hacia el proyecto, así como la realización del BEP de manera conjunta para el desarrollo de modelo BIM LOD 200 para cada área y la definición del medio de comunicación oficial, tipos de entregables y estipulaciones del contrato. Al realizar el BEP general es necesario que se complete el proyecto arquitectónico primero y se apruebe por el cliente antes de que las demás áreas puedan comenzar su parte.

Para esta etapa es necesario responder una serie de cuestionamientos y actividades que se muestran a continuación, las cuales apoyarán para el desarrollo de esta etapa.

- Revisión del anteproyecto donde exista retroalimentación de parte del cliente y cada área para mejora del mismo.

- Definición de nivel de dificultad en el proyecto en cada área para el desarrollo en la etapa 02 y 03.
- Tiempo estimado para entrega de proyecto arquitectónico
- Definición de medio de comunicación oficial (ya sea correo electrónico, *WhatsApp*, correo electrónico y/o plataformas de trabajo colaborativo como *Trello*, *Assana*, *Google* o cualquiera que cumpla la función de comunicación en grupo, registro de actividades y documentos que se adapte a las necesidades del equipo).
- Definición de encargado de la revisión de los modelos BIM para la etapa 04 (ya sea cada área o una persona en específico).
- Definición de tiempo de BEP basado en las etapas de desarrollo en cada área.

5.1.3 Etapa 03: Proyectos.

En esta etapa se espera el cumplimiento del BEP realizado en la etapa anterior, donde se tiene la expectativa que cada área de manera interna desarrolle y trabaje su calendario de trabajo (y se comparta al equipo) comenzando con el área de arquitectura, para que, al aprobarse el proyecto, las demás áreas comiencen con su trabajo.

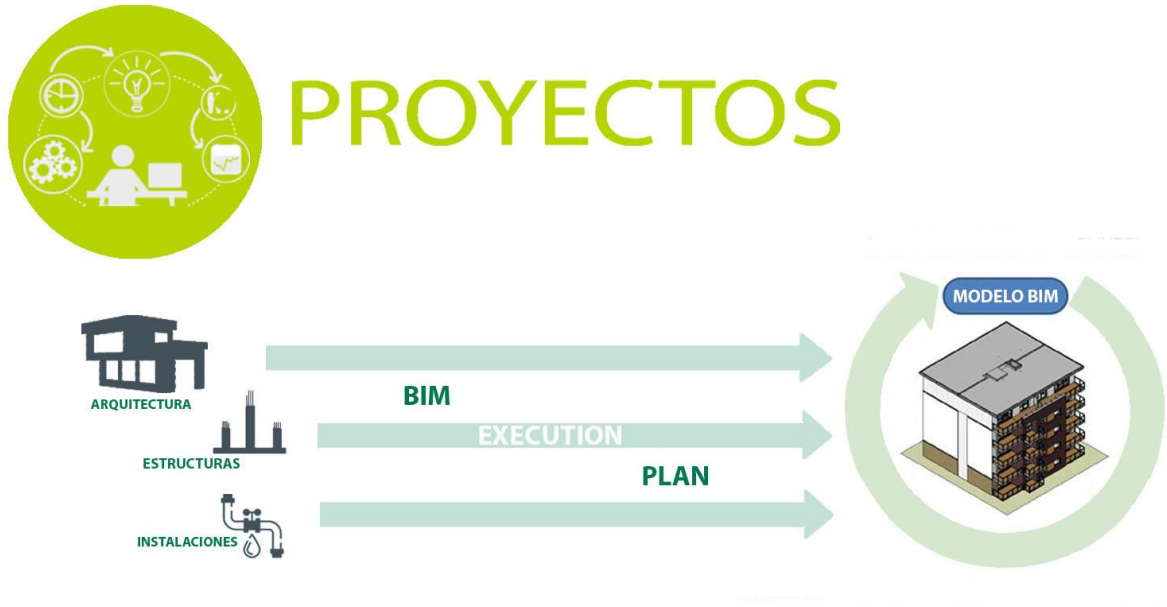


Figura 5.7 Etapa 03 elaboración de proyectos. Fuente. Elaboración propia.

Objetivo

Realizar el proyecto correspondiente de cada especialidad a un nivel de desarrollo completo de modelo (o en caso de ser zonas que se repiten, sólo una por cada parte) BIM LOD 200 donde se representen los elementos con medidas y trayectorias resultado de un análisis.

Integrantes

Para la etapa 03 el trabajo se realizará en cada área correspondiente (arquitectura, estructura e instalaciones) y su equipo de trabajo, en caso de dudas el equipo de proyecto IPD continúa en comunicación.

Herramientas

Se trabajará en programas BIM estipulados en la etapa anterior, de ser preferible que se trabaje en la nube (espacio en internet donde se puede trabajar en un mismo archivo desde diferentes lugares) con la intención de que cada área pueda ir conociendo el avance del equipo, de no ser así, se espera un modelo BIM realizado en la misma plataforma para facilidad de manejo.

Dentro de cada área de trabajo por especialidad es necesario para un funcionamiento óptimo en tema de BIM una reunión de trabajo con el quipo interno para contextualizar las expectativas del proyecto, así como el conocimiento del proceso, se debe tener plantillas de trabajo y un ambiente laboral enfocado a la metodología, es preferible que, quien trabaje en el proyecto a desarrollar, cuente con un conocimiento previo.

Se utilizará el medio de comunicación oficial donde se encontrará publicado el BEP de cada área y el general donde se señalará el avance del mismo con la intención de tener la información abierta y el equipo se apoye en casos de atrasos. Este medio también será utilizado para la resolución de dudas necesarias para la continuación del trabajo, o algún cambio que no requiera una reunión del equipo. A continuación, se muestra en la Figura 5.8 el esquema de trabajo de esta etapa.

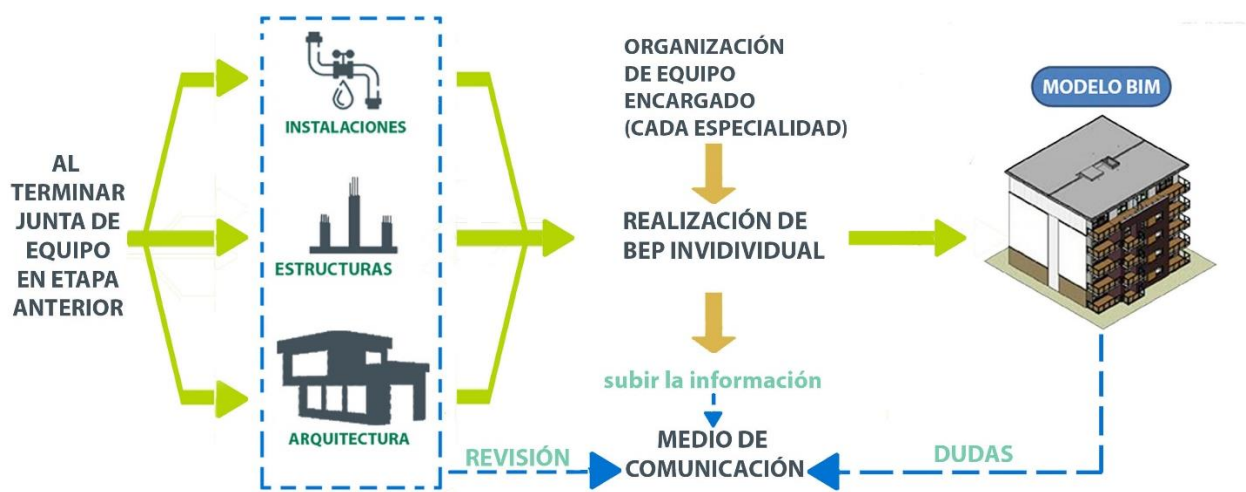


Figura 5.8 Esquema de trabajo por áreas en etapa 03. Fuente: Elaboración propia.

Requerimientos previos

Es necesario que se termine de definir el proyecto arquitectónico según la primera retroalimentación en la etapa anterior y nuevos avances junto con el cliente hasta que éste apruebe el diseño, para que a partir de ahí las áreas de ingeniería puedan continuar con su trabajo. Así mismo, el calendario BEP de cada área para registro y organización de avances.

Intervención BIM y/o IPD

Se obtendrá como resultado un modelo BIM (en caso de trabajarlo en la nube) o tres diferentes que se unirán en un solo archivo para su revisión, lo cual será utilizado en la siguiente etapa. Al tener acceso a la información de los colaboradores, se espera que como equipo IPD se encuentren al tanto del progreso para llegar a la fecha estipulada, se trabaje de manera colaborativa y en equipo para la resolución del proyecto construyendo de manera virtual. Así mismo durante el proceso se generen dudas, colisiones entre elementos constructivos y/o opciones durante el desarrollo que se comentarán en la siguiente etapa.

Duración

Aunque el tiempo estimado se estipula en la junta de equipo, dependiendo de los m2 del proyecto y la proyección de modelado, se espera que este proceso dure de dos a tres semanas en cada especialidad una vez recibido el proyecto arquitectónico aprobado por el cliente.

Puntos clave

Los puntos clave para la etapa 03 se enfocan en el cumplimiento del BEP generado en la etapa 02, la generación de un modelo base por área a nivel LOD 200, comunicación y cuestionamiento del avance y proyecciones del equipo de proyecto en el modelo.

Producto

Se obtendrá un modelo BIM de cada especialidad necesaria a un nivel de LOD 200 que se utilizará en la siguiente etapa. Se tendrá un análisis de interferencias entre disciplinas en el modelo, es decir, cruces entre los elementos constructivos o afectaciones a espacios por los mismos el cuál se compartirá en la siguiente reunión junto con dudas surgidas durante el desarrollo para las otras áreas. Así también, se definirán los tiempos de participación de cada área, la revisión de requerimientos de obra e instalaciones y todo lo necesario para la construcción de lo proyectado.

5.1.4 Etapa 04 Revisión BIM.

Ésta es la etapa de mayor relevancia para las metodologías BIM e IPD pues es donde se observa el beneficio de la unión de ambas, ya que, al tener un trabajo y objetivos en conjunto, el equipo busca llegar a una solución del proyecto desde cada área, resolviendo dudas o problemáticas que posiblemente no haya visto otro participante.



Figura 5.9 Etapa 04 Revisión BIM. Fuente. Elaboración propia.

Objetivo

En esta etapa se realizará la revisión de interferencias entre disciplinas, así como resolución y aclaración de dudas para detalles constructivos necesarios en el proyecto ejecutivo. Se avanzará de un modelo de LOD 200 a 300 o 350 y se tendrá un avance de la planimetría ejecutiva.

Integrantes

Para la etapa 04 participa el equipo de IPD: arquitecto, ingeniero estructurista, ingeniero de instalaciones y el constructor. Se espera el cliente al menos en la primera junta, así como un encargado de costos para estimar el valor de la construcción a este nivel de desarrollo. Si existen especialidades en el proyecto, conforme sea necesaria la intervención de los participantes secundarios.

Herramientas

Se necesitan los modelos BIM de cada especialidad y su respectivo avance en cada junta, así como un programa que facilite la revisión de los modelos como lo es Navisworks. También se necesitarán minutas en cada junta de revisión para el seguimiento de avances y acuerdos.

Se tratará de varias reuniones donde se revisen interferencias y diseños de las diferentes disciplinas con la colaboración de los miembros del equipo primario y en su momento junto con el equipo secundario, en la Figura 5.10 se muestra el esquema general de trabajo durante las reuniones. A lo largo de esta etapa se avanzará de lo general a lo particular, es decir, hasta el detallado del proyecto.

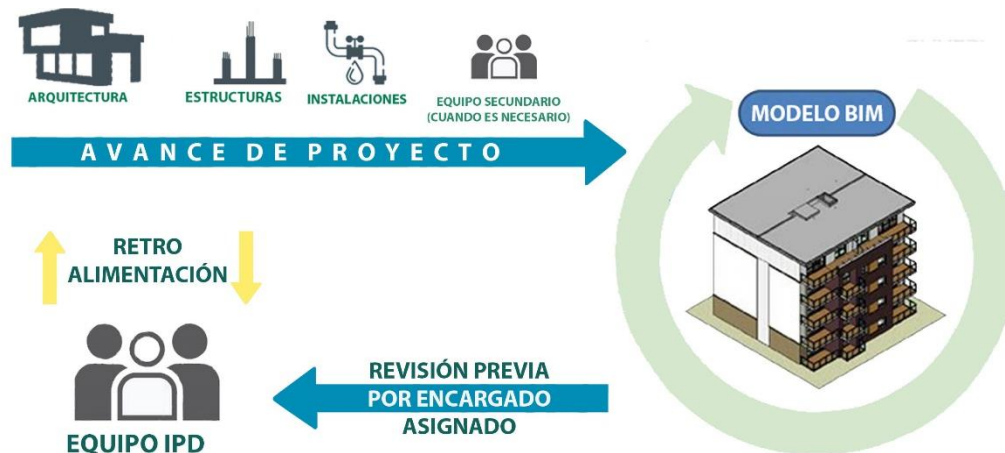


Figura 5.10 Esquema general de revisiones BIM. Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa se identifican cuatro tipos de juntas, las cuales se explican a continuación:

- Primera junta, se reúne el equipo completo (incluido el cliente) así como el encargado de presupuestos. Es la primera reunión después de la etapa 03 donde se presentan las dudas

surgidas, se habla de costos, tiempos y definiciones del proyecto. La figura 5.11 se muestra un esquema del funcionamiento de esta primera junta.

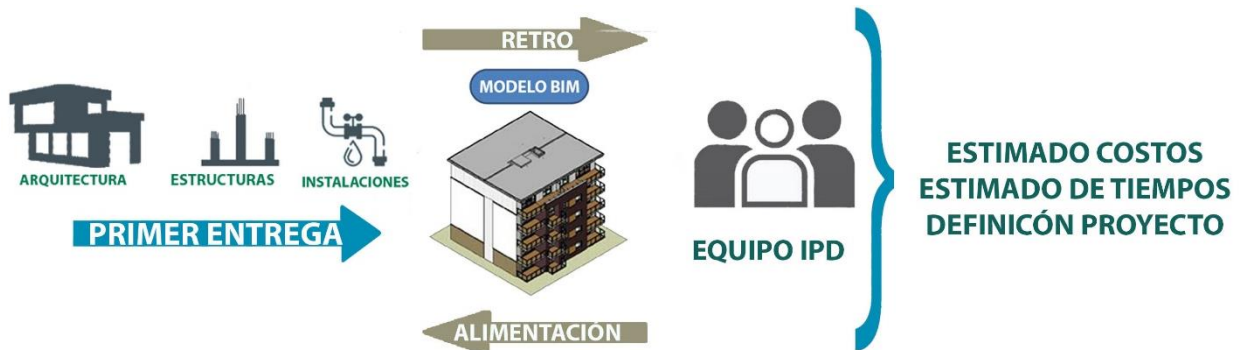


Figura 5.11. Esquema de trabajo en la primera junta. Fuente: Elaboración propia.

- Juntas consecuentes (ver Figura 5.12), se realizarán una vez por semana para la revisión de avances, resolución de dudas y demás temas de interés: éstas se pueden realizar en físico o vía online, dependiendo de los temas a tratar. En estas puede o no encontrarse presente el cliente, ya que si se habla de temas técnicos completamente éste puede llegar a considerar la junta una pérdida de tiempo al no entender el lenguaje y no tener una traducción hacia su interés (monetario principalmente).



Figura 5.12. Esquema de trabajo en las juntas consecuentes. Fuente: Elaboración propia.

- Juntas de cambios (ver Figura 5.13), aunque los cambios de un proyecto puedan presentarse en las juntas consecuentes, es necesario realizar una junta cuando el cliente o el equipo considere necesario un cambio ya que se debe analizar las consecuencias de la decisión en todos los ámbitos y la estrategia para continuar.



Figura 5.13. Esquema de trabajo en una junta de cambio. Fuente: Elaboración propia.

- Juntas de detalle, una vez vaya avanzando el desarrollo del proyecto es necesaria la relación entre la etapa 04 y 05 donde se continúa trabajando en detalles del modelo BIM de la mano de la planimetría.

Requerimientos previos

Para el funcionamiento de esta etapa es necesario que se haya examinado las interferencias entre las tres disciplinas, es decir, revisar los elementos de estructura, arquitectura e instalaciones que causen conflicto unas con otras y se escriban, así como las posibles dudas respecto al proyecto con la intención de ser concisos en la junta. Es preferible que cada área haga una revisión, aunque es posible que sea un encargado quien revise las interferencias, esto debe ser decidido en la etapa 02.

Intervención BIM y/o IPD

Esta es la etapa más representativa del uso de las metodologías, ya que se utiliza IPD al trabajar en equipo y buscar la colaboración de cada integrante del desarrollo del proyecto para la resolución de dudas y conflictos. Así también BIM es utilizado al realizar la construcción virtual y la interacción entre las distintas áreas para detectar interferencias, conflictos y dudas constructivas desde una computadora evitando afectaciones que significan gasto, desperdicio y reprocesos de material y construcción al detectarlas de manera oportuna en una simulación constructiva, logrando así los beneficios a la sustentabilidad. Además es posible utilizar el modelo generado para análisis energéticos y de asoleamiento como estrategia hacia una edificación sustentable.

Duración

Para esta etapa se propone una junta por semana donde ya se lleven preparadas las dudas y avances del equipo, se durará el tiempo necesario para resolverlas, mas se espera sea concisa.

Puntos clave

Los puntos clave para la etapa 04 son la comunicación del equipo IPD, resolución de cuestionamientos e intersecciones del proyecto, dudas constructivas, así como avance de modelo y planimetrías.

Producto

Se obtendrá un modelo BIM nivel 350 a 400 y un considerable avance del proyecto ejecutivo lo cual se haya trabajado a lo largo del proceso de revisiones de proyecto de la mano con el modelo y detallado del mismo en cada avance, así mismo se hayan resuelto dudas e interferencias que apoyen en el proceso de desarrollo de modelo y de la planimetría, así como el avance del catálogo de conceptos con la intención de que al terminarse el análisis de los modelos, se obtenga la información de cantidades.

Si el proyecto lo requiere, es posible realizar esta etapa por secciones o áreas que necesiten construirse primero, sin embargo, se espera que su revisión quede completa por parte de todas las áreas, así como las posibles afectaciones a los procesos que le siguen.

5.1.5 Etapa 05 Proyecto ejecutivo.

Esta etapa, inicia dentro de la etapa anterior, pues se espera un avance de resolución en temas constructivos que se necesiten especificar. En la etapa 05 se realizará la elaboración de la planimetría ejecutiva y temas de detalles constructivos, así como la revisión de esta por el equipo de proyecto una vez terminada.



Figura 5.14 Etapa 05. Proyecto ejecutivo Fuente: Elaboración propia.

Objetivo

Se graficará la información necesaria para la construcción de la edificación y se realizará una revisión de la misma antes de comenzar con la construcción. Así mismo la realización de un análisis basado en los indicadores de sustentabilidad con la intención de medir los impactos del proyecto de manera tanto positiva como negativa.

Integrantes

Esta etapa se realiza en cada despacho de cada área, completándose la información recabada en cada junta semanal de la revisión BIM, plasmándose en planos los acuerdos del equipo de proyecto. Así también, al encontrarse en una etapa de detallado, continúa existiendo la

comunicación entre el equipo de proyecto para la resolución de dudas y detallado. Por ejemplo, si el equipo de diseño tiene dudas sobre un detalle constructivo en cierto elemento, tiene la herramienta de comunicarse con el constructor para resolverlas.

Herramientas

Para esta etapa, son necesarios los programas de modelado BIM y el modelo utilizado donde se permita realizar la planimetría. Así también requiere de herramientas de comunicación para el equipo y el análisis crítico de los participantes. En la Figura 5.15 se muestra la forma de trabajo de la etapa 05.

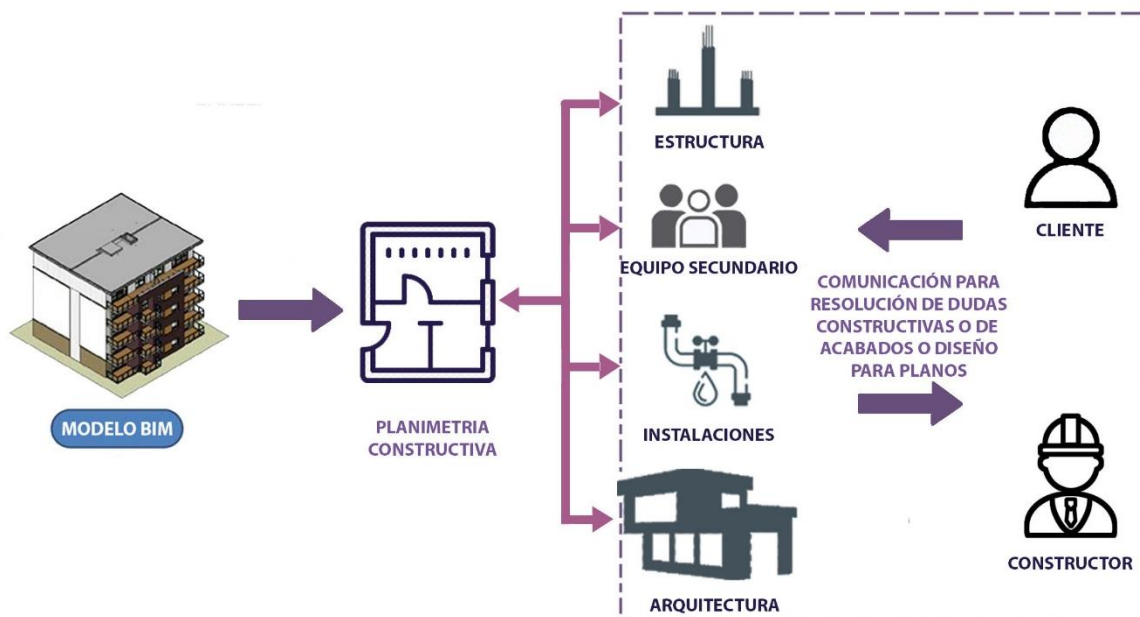


Figura 5.15 Esquema de trabajo para etapa 05. Fuente: Elaboración propia.

Se sugiere un análisis a través de la utilización de los indicadores de sustentabilidad utilizados en este documento con la intención de conocer y/o mejorar el aporte a la sustentabilidad por parte del proyecto, los cuales pueden ser revisados y documentados durante su desarrollo. A continuación, se realiza una ejemplificación sencilla de los tres ámbitos utilizando la misma temática: indicador social, el transporte utilizado es local, aporta beneficio económico al área en donde se realiza la

obra. Indicador económico, análisis del coste monetario del transporte, en un caso particular del material, hay que considerar que ésta sea la mejor opción, de mayor cercanía. Indicador ambiental, que el transporte utilizado genere lo menos posible de CO₂ al ambiente, o que se pueda contrarrestar de manera positiva lo generado con la utilización de otras estrategias.

Requerimientos previos

Al ser una etapa que trabajará en conjunto con su anterior, para avanzar en la planimetría es necesaria la resolución de dudas y conflictos en los a graficar con forme el desarrollo del proyecto en las diferentes disciplinas que la conforman (arquitectura, albañilería, terracerías, estructura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, y todo lo necesario para su construcción).

Intervención BIM y/o IPD

La metodología BIM permite la visualización dentro del mismo programa del modelo y las planimetrías y su detallado, por lo cual el trabajo avanza a la par que la construcción virtual conforme se va detallando. De igual manera, el equipo de proyecto o IPD sigue trabajando en conjunto para la resolución de cualquier duda específica: por ejemplo, el arquitecto continuará trabajando con el cliente para la definición de acabados o con el constructor para detalles de construcción.

Duración

Se espera un tiempo corto a comparación del punto anterior ya que solo se afinarían detalles del trabajo realizado en el punto 04.

Puntos clave

Los puntos clave para la etapa 05 se enfocan en la planimetría constructiva, detallado para la construcción y revisión de la información previa a la edificación.

Producto

Al finalizar la etapa 05 se espera obtener los planos ejecutivos necesarios para la construcción: no obstante, antes de ser aceptados para su construcción es necesaria una revisión completa de los mismos por parte del equipo IPD para su aprobación.

Como puede verse, el proceso de gestión de proyectos con la metodología BIM+IPD propone una mayor dedicación a la planeación y desarrollo del proyecto desde su etapa de conceptualización en conjunto de los involucrados al mismo, ya que las herramientas BIM permiten realizar una construcción virtual que apoya en la detección temprana de errores sin implicar un impacto económico, social y ambiental.

Por último, cabe mencionar que la intención de este proceso es generar una participación integral, así como trabajo en equipo. Se busca manejar un cambio de paradigma diferente al actual, ya que se propone la designación de mayor tiempo enfocado al desarrollo del proyecto para que al llegar a construir, el avance de la obra sea fluido. Se tiene conciencia que México va en camino a una implementación de la metodología BIM, y que es posible que por el momento no se encuentren tantos profesionistas que la manejen en las diferentes áreas además de arquitectura. Sin embargo, poco a poco se van uniando más a su uso, por lo que es necesario que se comience a implementar un manejo completo de la información que conforma un proyecto, de mano de los expertos buscando obtener el mayor provecho a la metodología BIM+IPD para lograr realizar proyectos sustentables al reducir errores, retrabajos y principalmente mejorar y facilitar una comunicación abierta entre los participantes.

5.2 Conclusiones y recomendaciones

Para finalizar este trabajo, en este apartado se engloban las conclusiones, ideas y opiniones de la autora obtenidas a lo largo de esta investigación que van de la mano a los objetivos planteados para el mismo. De igual modo, se realiza una recomendación de líneas de investigación futura para trabajos relacionados a la temática.

5.2.1 Conclusión.

La gestión de proyectos se define como la aplicación del conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas para planear actividades y cumplir con los requisitos de un proyecto (PMI, 2000). En la gestión más común de un proyecto actual, la responsabilidad total de éste recae sobre una persona, los actores que apoyan en la realización del mismo llevan su proceso por separado y el cliente es considerado el actor principal.

A pesar de ello, se pudo constatar en este trabajo que en la Zona Metropolitana de Guadalajara o ZMG la construcción es considerada un trabajo colaborativo, principalmente por aquellos actores que laboran en la edificación ya que ellos son los que logran ver la totalidad y la complejidad que se requiere. Sin embargo, se detectan una serie de problemáticas que abonan a la complejidad en el proceso de la realización de un proyecto y que pueden ser mejorables como: la comunicación, los métodos de trabajo, el flujo de información y retroalimentación, la intervención del cliente o inversionista sin conciencia de las consecuencias de sus decisiones, la falta de definición en los proyectos, la falta de dimensionamiento de la totalidad del proyecto al trabajar en CAD y la diversidad de archivos que lo complican, la ausencia de colaboración o búsqueda de trabajo integral, así como el cumplimiento de objetivos. Estas problemáticas derivan en una serie de situaciones como la falta de interés a las disciplinas diferentes a la propia, (especialmente en trabajo oficina que no construye), la ausencia de criterio constructivo, así como de responsabilidad

profesional al encontrar información errónea y no reportarlo (omisiones y errores en la planimetría), derivando en la búsqueda de soluciones improvisadas o sin el asesoramiento del área correspondiente, presión por comenzar la obra sin la información completa, así como demoliciones, y reprocesos.

Por otro lado, al hablar de Building Information Modeling, la metodología de trabajo que conlleva la creación y el uso del modelo virtual edificado utilizando la tercera dimensión, con el objetivo de permitir un trabajo eficiente con respecto a los activos de la construcción, según el estudio realizado por Arcadis (2015) en México queda mucho trabajo por desarrollar en la metodología, ya que según informan, existe poca madurez en el desarrollo de modelos, ausencia de normas, poco intercambio de información, lo cual es básico en BIM, y un limitado interés o consciencia de los clientes. Así también, aunque es una realidad su existencia, así como su crecimiento, en porcentaje, en la ZMG es una minoría los profesionistas que la conocen, y aunque consideran que los beneficios de BIM son: maximización de tiempos y rendimientos, mejora la planeación y la estandarización, integración y obtención rápida de la información a través del modelado constructivo, también se han enfrentado a una serie de dificultades y necesidades en su implementación como que ésta es paulatina, la existencia de una resistencia al cambio, el costo de implementación y capacitación puede ser alto, es complicado encontrar colaboradores en la misma sintonía que abonen a la metodología, así como la necesidad de que el personal cuente con un criterio constructivo, las personas no lo toman como una prioridad, y es necesaria la generación de estándares así como generar un ecosistema laboral completamente enfocado a la metodología de trabajo.

Sus usuarios se enfocan en la generación de modelos 3D, presupuestos y estimaciones y planimetría, se considera que el mayor beneficiado de la metodología es el constructor, sin

embargo, no se tiene una conciencia de que para obtener ese beneficio es necesario el desarrollo de un buen trabajo integral.

A diferencia de BIM, Integrated Project Delivery, o IPD que es un enfoque de gestión de proyecto que busca la unificación del arquitecto, cliente y constructor, desde la fase de diseño para lograr un trabajo colaborativo para la obtención de buenos resultados para el proyecto es mucho menor conocido entre los profesionistas de la ZMG ya que sólo los que se enfocan en el área de gestión y se encuentran en un rango de edad joven pero con alrededor de cinco años de experiencia son quienes la conocen. Esto se puede traducir a que la gestión IPD es poco conocida y quien la conoce se enfoca en temas de obra y no en proyectos, por lo que en temas de gestión de proyectos imperan problemáticas tales como se describe al principio de este apartado.

Es así que la metodología de gestión habitual de la mano de un desarrollo de proyecto en 2D y sin búsqueda colaborativa deriva en las problemáticas mencionadas anteriormente, así mismo, al llegar BIM a la ZMG se llega a una mezcla de esta metodología y una gestión habitual actual que, si ya implica ciertas dificultades, el buscar adaptar BIM al con este tipo de gestión no beneficia su potencial y genera problemáticas que se reflejan en obra e impactan en los ámbitos de la sustentabilidad.

A través de la aplicación de la investigación realizada a un proyecto que utilizó la mezcla entre la metodología BIM y una gestión de proyecto común, se evidenciaron que los principales factores que causaron retrasos, retrabajos y mayor gasto de recursos fueron la falta de comunicación de los diferentes actores involucrados, la generación de trabajo sin verificación, la falta de definición clara del proyecto y de sus requerimientos, la ausencia de presupuesto y las modificaciones. Estos factores causaron problemáticas que surgieron desde la elaboración de proyecto y entrega del ejecutivo (por lo que pudieron ser prevenidas), sin embargo, se reflejaron hasta la construcción, es

decir, en la etapa del proyecto donde las afectaciones abarcan los ámbitos económicos, ecológicos y sociales.

Es entonces que los desaciertos en el proyecto al no utilizar la metodología BIM + IPD afecta la sustentabilidad, en el ámbito económico, ecológico y social. Una de las situaciones con mayor recurrencia que impacta en los tres ámbitos es el requerimiento de mayor material al estipulado en el proyecto ejecutivo, ya sea por su no contemplación o por retrabajo debido a demolición. Esto impacta directamente en lo económico, ya que implica un mayor gasto monetario al contemplado, en lo ecológico debido a su elaboración y transportación y en lo social, al requerir que la mano de obra reincida en trabajos para el manejo del material, su acarreo y construcción del nuevo elemento para el que se solicitó. De igual manera, el personal requerido para estas acciones no contempladas afecta nuevamente a lo económico por el costo de sus tareas y a lo ecológico debido a su transportación a el área laboral a ejecutar trabajos a destiempo. Por otro lado, al realizar demoliciones se generan residuos, los cuales, además de afectar al entorno como desechos, el material se desperdicia, puesto que su ciclo de vida se ve recortado y el impacto de su producción al medio ambiente es directo.

Asimismo, al permitir diversos cambios y la búsqueda de disminución de costos, la calidad de los espacios y de los materiales se ve disminuida, implicando una afectación a los usuarios en funcionalidad y su experiencia sensitiva del espacio, como resultado se necesitará un mantenimiento constante o adecuaciones.

Por estas razones, al generarse la mayor parte de errores de construcción en la etapa de elaboración de proyectos, debido a la deficiencia en la gestión de su desarrollo que derivó en supuestos e improvisaciones, la propuesta busca lograr la mejora del proyecto de un proyecto arquitectónico a través de una gestión colaborativa que logre disminuir desde la planeación del proyecto el mayor

número de errores y futuros impactos a la sustentabilidad en el ámbito económico: reducción de sobre costos, mano de obra, material y transporte; en el ámbito ambiental: reducción en la generación de emisiones y residuos, así como el consumo energético y de materia prima en el proyecto y construcción, y por último el ámbito social, al mejorar la comunicación y colaboración, disminución de presión laboral surgida por la nula revisión en la etapa debida. La propuesta aporta la sintonía del equipo y el cliente en la metodología laboral. El trabajo, las propuestas y las soluciones serán integrales y multidisciplinaria desde una etapa temprana. Se logra la identificación de cruces de elementos de construcción de manera digital, lo que aporta en la prevención y reducción de errores de obra al detectarse de manera virtual, así mismo, se tendrá un mayor control de los materiales de construcción, ya que un modelo constructivo en 3D permite una cuantificación lo más cercana a la realidad posible.

Para finalizar, el trabajo para esta investigación ha sido arduo, el cual ha brindado una mayor claridad con la que se comenzó ya que la experiencia en este tema había sido solo en lo laboral, además de la unión de la temática con la sustentabilidad ha logrado crecer esa inquietud por profundizar en esta rama. El realizar los trabajos de la mejor manera desde el comienzo cambiando situaciones cotidianas puede llegar a significar un gran cambio en los impactos que generamos, sin embargo, se enfrenta a la dificultad de realizar un cambio en la metodología laboral tan arraigada, a las modificaciones o actitudes de un cliente frente al trabajo y el compromiso del trabajo colaborativo, ya que la construcción implica un diverso número de actores, por lo que es esencial que la cabeza de cada especialidad sea afín al objetivo y metodología de trabajo, donde el beneficio que se busca ofrecer con nuestras acciones no sólo sean propias y monetarias, sino hacia la disminución del impacto que nuestra profesión genera hacia la sustentabilidad.

Aunque la metodología tiene un mayor potencial para aportar a la sustentabilidad de un proyecto en diferentes áreas y etapas del mismo, por limitaciones de tiempo de la maestría solo se alcanzó su análisis hacia su uso en eficiencia de recursos, sin embargo, es posible utilizarlo para control de avance de obra, análisis energéticos y de asoleamiento, remodelación o demolición del edificio para recuperación de elementos constructivos, entre otras cosas.

5.2.2 Líneas de investigación futura.

Se identifican las siguientes líneas de investigación para investigaciones futuras.

1. Proceso de obra con metodologías BIM.

El proceso de desarrollo de un proyecto continúa hasta la etapa de su construcción y finalización de la misma, es por esto que se plantea la investigación de la utilización de las metodologías utilizadas en este trabajo en su continuación en la etapa de edificación y sus actores.

2. Desarrollo a detalle de la estrategia de trabajo para la gestión de proyectos.

Se propone el desarrollo a detalle, así como su implementación, comprobación y mejoras de la propuesta de estrategia de trabajo para la gestión de proyecto de esta investigación que se enfoca en el desarrollo del proyecto desde su etapa conceptual hasta la elaboración de planos ejecutivos, presentada en este documento.

3. Afectación de materias primas en la construcción.

Como se documentó en la investigación las materias primas implican un gran impacto ambiental debido a su desperdicio y requerimiento mayor al esperado, pero el daño no queda ahí, por lo que es posible profundizar en el impacto que genera su composición, su obtención y el proceso del mismo.

4. Afectación de residuos de un proyecto arquitectónico en la sustentabilidad.

Los RCD afectan a la sustentabilidad al tratarse de demoliciones y retrabajos, más existen indicadores que estudian sus características físicas, químicas, tratamientos, origen, calidad y aprovechamiento de los residuos que abren la posibilidad a realizar investigaciones sobre esta afectación.

5. Afectación a la sustentabilidad por emisiones de materiales.

Dado que el enfoque de esta investigación se basa en el proceso del proyecto, los indicadores de sustentabilidad que hablan sobre las emisiones se enfocaron hacia este proceso, sin embargo, queda abierta a la posibilidad de inquirir sobre las emisiones nocivas para el medio ambiente y para el ser humano que se generan a lo largo de la vida útil del material de construcción.

6. Estandarizaciones BIM

En México el conocimiento y uso de la metodología BIM ha sido principalmente empírico, es relevante la investigación para la generación de normativas, estandarizaciones de su aplicación en oficina, en plantillas, entre otras cosas.

7. Rangos de indicadores de sustentabilidad

La posibilidad de establecer rangos a los indicadores de sustentabilidad para medir el impacto en lo económico, ambiental, social y cultural desde el proyecto.

Bibliografía

American Institute of Architecture, AIA california Council, (2007). *Integrated project Delivery: A Guide*. Recuperado de:
https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf

Alonso, J. (S.F.) *Nivel de Desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España*. Revista Building Smart JAM Art. Recuperado de:
https://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf

Arcadis House, (2015). *Estrategia del BIM para México*. Recuperado de:
<http://bimforummexico.mx/wp-content/uploads/2016/09/EbimMEXICO.pdf>

Arroyo, P. (2019) [Curso online] *Camino a la excelencia en gestión de proyectos*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Coursera. Tomado en Julio del 2019.

Azhar, S. Majrouhi Sardroud J. Fakhimi A.H. *How I can Lean, IPD and BIM Work Together?* 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016). Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together

BIMExperts (10 de abril, 2019) *IFC e Interoperabilidad en BIM*. BIM experts/Zigurat. Recuperado de: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/ifc-e-interoperabilidad-en-bim/#>. Consultado el 26 de septiembre del 2019.

BIMForum, (2015). *Level of Development Specification*. Recuperado de: <https://bim-international.com/wp-content/uploads/2016/03/LOD-Specification-2015.pdf>

Choclán, F y otros (S.F.) Introducción a la metodología BIM. *Building SMART. Spanish Home of openBIM*. No. 14/01. P.5. I.S.S.N.: 2386-5784.

CICRP, Computer Integrated Construction Research Program (2010). *“BIM Project Execution Planning Guide-Version 2.0”*. 15 de Junio, 2010 The Pennsylvania State University, University Park, PA, Estados Unidos. Recuperado de:
https://www.academia.edu/4719702/Building_Information_Modeling_Execution_Planning_Guide_Building_Information_Modeling_Execution_Planning_Guide_EXECUTIVE_SUMMARY?email_work_card=title

CMIC, 2014. *Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición*. Consultado el 2 de julio del 2019.
<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>

Curri Valle,M. (2015) *Breve historia del Auto-Cad*. Mexico Document. Recuperado de: <https://vdocuments.mx/breve-historia-del-autocad-pdf.html>

DFM Directorio Forestal Maderero (16 de Marzo, 2017) *¿Qué es el Informe Brundtland?* Forestal Maderero. Recuperado de: <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/que-es-el-informe-brundtland.html>

Duque Carmona, S. (2014) *Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación*. (Trabajo de obtención de grado/carrera). Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/handle/10251/45313>

Dysktra, A. (2011). *Construction Project Management: A complete introduction*. Santa Rosa,CA. 95404. Kirshner Publishing Company Inc.

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston K. (Ed) (2008). *BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. New Jersey, Estados Unidos. Editorial John Wiley & Sons, Inc.

Eseverri, A (2017) *Flujo de trabajo colaborativo en BIM con Autodesk Revit*. ESPACIO BIM. Recuperado de: <https://www.espaciobim.com/flujo-trabajo-colaborativo-bim-revit/> Consultado el: 26 de septiembre del 2019.

Eyzaguirre Vela R.R. (2015). *Potenciando la capacidad de análisis y comunicación de los proyectos de construcción, mediante herramientas virtuales BIM 4D durante la etapa de planificación*. (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6414>

Forero González, H. (2011), *Presupuesto su control en un proyecto Arquitectónico*. Bogotá. Colombia. ECOE EDICIONES.

Granero, A. (2017). *Metodología tradicional vs metodología BIM*. [Mensaje en un blog]. Suite projects & investments. Recuperado de: <http://suite-pro.com/es/metodologia-tradicional-vs-metodologia-bim/>

Gransberg D. y Shane J. (2010). *Construction Manager-at-risk Project Delivery for Highway Programs. A Synthesis of Highway Practice*. National Cooperative Highway Research Program. Washington, D.C. EUA. ISSN 0547-5570.

Guzmán Tejada, A. (2014) *Aplicación de la filosofía lean construcción en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5778/GUZMAN_ABNER_L_EAN_CONSTRUCTION_PROYECTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Herrera, I. Esteller, A (2018) Tintura de edificación del SXXI. En F. Córdova y V. Díaz (Ed) *Avances y estudios de vivienda en México*. (pp. 105-118) Editorial. UDG/CECYTJAL/LNVCS. ISBN:978-607-547-170-9

Herrera, A (2004) *Indicadores de sustentabilidad en el desarrollo de la industria turística en Baja California Sur*. (Tesis de doctorado). Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C. La Paz B.C.S. México. Recuperado de: http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/64/herrera_a.pdf?sequence=4&isAllo wed=y

Jarquín González, A. (2002) *¿Qué es un Proyecto Ejecutivo? Elementos de un plano*. [presentación de asignatura] Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/105417980/Proyecto-Ejecutivo-y-Plano-Arquitectonico>

Jones, B. (2014) *Integrated Project Delivery (IPD) for maximizing design and construction considerations regarding sustainability*. 2nd International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials 2014 (SCESCM 2014) Recuperado de: https://ac.els-cdn.com/S1877705814032731/1-s2.0-S1877705814032731-main.pdf?_tid=727bccc2-a477-4606-9581-5c98e20d4981&acdnat=1541546524_76d35f08d200650973144438a8b06ace

Koskela, LJ (2004) *Making Do-the eighth category of waste*. 12th annual conference of the international Group for lean construction 3-5 Agosto, 2004. Helsingor, Dinamarca. Consultado en: <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9386/>

Neil,J (2015) *The use of and Integrated Project Delivery Approach in conjunction with BIM*. School of the Built Enviroment. University of Salford Manchester. Recuperado de: https://www.academia.edu/19162308/The_use_of_an_Integrated_Project_Delivery_Approach_in_conjunction_with_BIM?email_work_card=view-paper

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-007-RNAT-2013, Gaceta Oficial del Distrito Federal. 26 de febrero de 2015.

Patiño Cambeiro F., Prieto López, J.I., Brodeschi, M. (2012). *Filosofía IPD aplicada a la rehabilitación de construcciones de la arquitectura tradicional*. 4to Congreso de patología y rehabilitación de edificios. PATORREB 2012. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Michal_Brodeschi/publication/268980892_Filosofia_IPD_a_plicada_a_la_rehabilitacion_de_construcciones_de_la_arquitectura_tradicional/links/547e339b0cf2c1e3d2dc1bee/Filosofia-IPD-aplicada-a-la-rehabilitacion-de-construcciones-de-la-arquitectura-tradicional.pdf

Picó, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/12226/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Tecnolog%C3%ADa%20BIM.pdf>

Project Management Institute, PMI (2000) *Guía fundamental para la gestión de proyectos (PMBOK® Guide) Edición 2000*. Consultado el 5 de julio 2019. Recuperado de: <http://www.ehu.eus/asignaturasKO/PM/PMBOK/tema%202Meto03.pdf>

Poo Rubio, A. (2005). *La gerencia de proyectos y la administración de proyectos*. Consultado el 20 de septiembre del 2018. Recuperado de: https://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/dra_poo/admin_proyec to/LA_GERENCIA_DE_PROYECTOS_Y_LA_ADMINISTRA.pdf

Quiroga, R (octubre, 2012) *Indicadores de Sustentabilidad. Experiencia mundial y desafíos para América Latina*. [Diapositivas de PowerPoint] Recuperado el 14 de enero 2020 de: <https://www.uv.mx/mie/files/2012/10/SESION-7-Quiroga-Indics-Susten-Presentacion.pdf>

Quijano Valdez, J. (2012). *Análisis de los procesos y administración de los productos arquitectónicos. Tomo III*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Arquitectura. ISBN: 978-607-02-3870-0.

Ramos Corella, M., García Rodríguez, S. Quintana Pacheco, J. Ojeda de la Cruz, A. Borbón Almada, A. *Evaluación de la gestión de sustentabilidad y seguridad en construcciones de vivienda en México*. Revista digital EPISTEMUS 2016 Pág. 69-73. Disponible en: <http://sahuarus.mat.uson.mx/index.php/epistemus/article/view/53/37>

Rioja, G. (s.f.) *Proceso de Diseño Arquitectónico (Bolivia/México)*. Objectif Sicences International. Recuperado de: https://www.academia.edu/36471962/Proceso_de_Dise%C3%B1o_Arquitect%C3%B3nico.

Rodríguez Ayala, N (2015), *Propuesta para la gestión integral sustentable de los residuos de construcción y demolición (RCD) en el área metropolitana de Guadalajara*. ITESO. Consultado el 2-julio-2019 <https://rei.iteso.mx/handle/11117/3095>

Rojas López, M. Henao Grajales, M. Valencia Corrales M. (2016) *Lean construction-LC bajo pensamiento Lean*. Revista de ingenierías Universidad de Medellin, vol. 16. No. 30. Pp. 115-118 ISSN 1692-3324- enero-junio de 2017/226p. Medellín, Colombia. Consultado el 16 de agosto del 2019. Recuperado de: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1163/1850>

Saldías, R (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Universidad de Chile. Tesis de licenciatura. Consultado en: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103904/cf-saldias_rs.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Sainz, J. (2005). *El dibujo de arquitectura, Teoría e historia de un lenguaje gráfico*. Barcelona, España. Editorial Reverté. Recuperado de:

https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=R96LV9lo_M0C&oi=fnd&pg=PA17&dq=representacion+arquitectonica+historia+&ots=OW68l1Rite&sig=ly6FsnHg40K59PBGedrqRj4hTcM#v=onepage&q=representacion%20arquitectonica%20historia&f=false

Sánchez losada, J.M. *Modelos de gestión de proyectos: dirección de proyectos compatible con el pensamiento lean/ project management models: lean thought project management*. Dyna (Bilbao) 2012. Consultado el 13 de agosto del 2019. Disponible en:

<http://search.ebscohost.com.ezproxy.iteso.mx/login.aspx?direct=true&db=edscal&AN=edscal.25605344&lang=es&site=eds-live>

Sánchez Ortega, A. (25 de octubre, 2016) *Qué es el LOD? Nivel de detalle*. Espacio BIM. Recuperado de: <https://www.espaciobim.com/que-es-el-lod-nivel-de-detalle/>

Shadan, K. (2012) *Construction Project Management Handbook*. Gannett Fleming, Inc. Mill Valley, CA 94941-3064. Recuperado de:

https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/FTA_Report_No._0015.pdf

Shivaram, K (2017) *Integrated Project Design, a modern Project delivery method*. Recuperado de:

https://www.academia.edu/31538772/INTEGRATED_PROJECT_DESIGN_A_modern_Project_Delivery_Method_CONE_655_Design_and_Portfolio_Management_Assignment_1?email_work_card=thumbnail

SRINSOFT, (2019). *Bim Level of Development (LOD) 100,200,300,400 and 500*. Recuperado de: <https://www.srinsofttech.com/bim-level-of-development-lod-300-400-500.html>

Triay Cruz, J. I. (2011). *Modelo Integral de gestión de proyectos arquitectónicos sostenibles en México*. (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Edo de México, México. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/profile/Michal_Brodeschi/publication/268980892_Filosofia_IPD_aPLICADA_a_la_rehabilitacion_de_construcciones_de_la_arquitectura_tradicional/links/547e339b0cf2c1e3d2dc1bee/Filosofia-IPD-aplicada-a-la-rehabilitacion-de-construcciones-de-la-arquitectura-tradicional.pdf

Ucha, F. (2009). *Definición de Construcción*. Sitio: Definición ABC. Octubre 2009. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/general/construccion.php>

Vela Oñate, L. (2016) *Metodología para la coordinación de diseños técnicos en proyectos de construcción para vivienda de mediana complejidad en Bogotá apoyado en medios digitales*. (Tesis de magister). Universidad Nacional de Colombia.

Vio Carrasco, J.A. (2017). *La estrategia de ejecución de proyectos IPD (Integrated Project Delivery) situación actual y tendencias*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile, Chile.

Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145241/La-estrategia-de-ejecucion-de-proyectos-IPD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Apéndice

I. Diseño de instrumentos: tablas de análisis de afectaciones derivadas con los indicadores ubicado en la sección 3.2.6.

Tabla 0.1

Tabla de rúbrica de análisis de indicadores energéticos

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		ENERGÉTICO	1	Consumo energético en la obtención del material
			2	Porcentaje de energía renovable utilizada en la obtención del material
			3	Adecuación del modelo energético con el proceso de obtención del material
			4	Impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto global
			5	Impacto ambiental en el proceso energético utilizado en el contexto local
			6	Cantidad de energía necesaria para el proceso de construcción de cada sistema
			7	Coste energético de la destrucción del material
			8	Coste energético del reciclaje del material
			9	Cantidad de energía utilizada en el transporte del material
			10	Cantidad de energía utilizada en el transporte de mano de obra
			11	Cantidad de energía utilizada en el transporte de maquinaria
			12	Consumo energético en la ejecución del edificio por la mano de obra
			13	Consumo energético en la ejecución del edificio por la maquinaria
			14	Consumo energético en la ejecución del edificio por el transporte interno
			15	Porcentaje de energía renovable en la ejecución total del edificio
			16	Cantidad de energía consumida en la accesibilidad al edificio
			17	Consumo energético del edificio en uso
			18	Porcentaje de energía renovable del edificio en uso
			19	Cantidad de energía consumida por el edificio cuando no está en funcionamiento
			20	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en iluminación
			21	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en climatización
			22	Consumo energético en la utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua
			23	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad
			24	Utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía
			25	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en generación de energía
			26	Capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales

			27	Capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales
			28	Capacidad del sistema de construcción para ampliarse
			29	Capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos
			30	Nivel de aprovechamiento de los componentes climáticos en el diseño del edificio
			31	Utilización de equipamiento tecnológico en automatismos
			32	Consumo energético en la utilización de equipamiento tecnológico en automatismos
			33	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en sistemas de control y medición

Nota: Tabla 0.5 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores energéticos. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.2

Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de materia prima.

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	MATERIA PRIMA	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
				1	Cantidad de materias primas extraídas en la obtención del material.
				2	Disponibilidad global de las materias primas necesarias para la obtención del material.
				3	disponibilidad local de las materias primas necesarias para la obtención del material.
				4	Cantidad de materia prima reutilizada en el proceso de transformación del material.
				5	Cantidad de material reutilizado dentro del proceso de transformación del material.
				6	Cantidad de material reutilizado externo del proceso de transformación del material.
				7	Cantidad de material reciclado externo al proceso de transformación del material.
				8	Cantidad de material reciclado dentro del proceso de transformación del material.
				9	Cantidad de material utilizado en la construcción del edificio.
				10	Durabilidad del material.
				11	Capacidad de reutilización del material con el mismo uso.
				12	Capacidad de reutilización del material con diferente uso.
				13	Capacidad de reparación del material.
				14	Capacidad de adaptación del material.
				15	Capacidad de reciclabilidad el material.
				16	Durabilidad del sistema de construcción.
				17	Nivel de utilización de tecnologías para el aprovechamiento de agua.
				18	Utilización de equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua.
				19	Durabilidad del equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua.

Nota: Tabla 0.6 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de materia prima. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.3

Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de residuos.

		Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
AFECTACIÓN PRINCIPAL	RESIDUOS		1	Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material.
			2	Cantidad de residuos y emisiones generadas en la obtención de materias primas para la obtención del material.
			3	Características físicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material.
			4	Características químicas de los residuos y emisiones generadas en la obtención de las materias primas para la obtención del material.
			5	Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material.
			6	Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención de las materias primas para la obtención del material.
			7	Origen de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material.
			8	Cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material.
			9	Características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material.
			10	Características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de producción del material.
			11	Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención del material.
			12	Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de obtención del material.
			13	Origen de los residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema.
			14	Cantidad de los residuos generados en el proceso de construcción de cada sistema.
			15	Características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema.
			16	Características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de construcción de cada sistema.
			17	Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema.
			18	Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de construcción de cada sistema.
			19	Origen de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema.
			20	Cantidad de residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema.
			21	Características físicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema.
			22	Características químicas de los residuos y emisiones generados en el proceso de mantenimiento de cada sistema.

			23	Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema.
			24	Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el proceso de mantenimiento de cada sistema.
			25	Tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio.
			26	Capacidad de reintegración en la naturaleza tras la vida útil del material.
			27	Cantidad de residuos y emisiones generados en el proceso de destrucción del material.
			28	Características físicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material.
			29	Características químicas de los residuos y emisiones generadas en el proceso de destrucción del material
			30	Cantidad de residuos y emisiones generadas durante el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propuesto de los materiales y sistemas de construcción).
			31	Aprovechamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción).
			32	Tratamiento de los residuos y emisiones generadas en el diseño y ejecución del edificio (excluidos los procesos propios de los materiales y sistemas de construcción).
			33	Cantidad de residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio.
			34	Origen de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio.
			35	Porcentaje de residuos y emisiones tratados durante la vida útil del edificio.
			36	Nivel de tratamiento de los residuos y emisiones producidos durante la vida útil del edificio.
			37	Cantidad de residuos y emisiones producidos durante el derribo del edificio (excluidos los propios de materiales y sistemas ya contemplados).
			38	Capacidad del sistema de construcción para recuperar elementos individuales.
			39	Capacidad del sistema de construcción para reparar elementos individuales.
			40	Capacidad del sistema de construcción para ampliarse.
			41	Capacidad del sistema de construcción para reconfigurar sus elementos.
			42	Porcentaje de elementos aprovechables tras el derribo del edificio.
			43	Nivel de aprovechamiento del entorno físico en el diseño del edificio.
			44	Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local.
			45	Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional.
			46	Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global.

			47	Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto local.
			48	Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto regional.
			49	Durabilidad del equipamiento tecnológico producción de alimento.

Nota: Tabla 0.7 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de residuos. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.4
Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de emisiones

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		EMISIONES	1	Cantidad de emisiones nocivas para el medio ambiente generadas durante la vida útil del material.
			2	Cantidad de emisiones nocivas para el ser humano generadas durante la vida útil del material.
			3	Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material.
			4	*Emisiones de transporte o maquinaria.
			5	*Emisiones generadas por trabajo y mano de obra.
			6	*Emisiones generadas por construcción o demolición.

Nota: Tabla 0.8 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de emisiones. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.5
 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores socioeconómicos

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		SOCIOECONÓMICO	1	Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto global.
			2	Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto local.
			3	Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto local de producción.
			4	Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto regional de producción.
			5	Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto global de producción.
			6	Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local.
			7	Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional.
			8	Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global.
			9	Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto local.
			10	Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto Regional.
			11	Nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel local.
			12	Nivel de relación entre la solución constructiva adoptada en el edificio y las capacidades industriales del emplazamiento a nivel regional.
			13	Utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento.
			14	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos.
			15	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimentos.

Nota: Tabla 0.9 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores socioeconómicos. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información.
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.6
 Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de usuarios

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		USUARIO	1	Nivel de afectación a la salud en el equipamiento tecnológico de iluminación.
			2	Nivel de afectación a la salud en equipamiento tecnológico de climatización.
			3	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico aprovechamiento de agua.
			4	Nivel de satisfacción funcional del usuario.
			5	Nivel de satisfacción sensitiva del usuario.
			6	Satisfacción sensorial para el usuario.
			7	Nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto local.
			8	Nivel de adecuación histórico-cultural del edificio con el contexto regional.
			9	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de seguridad.
			10	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición.
			11	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de generación de energía.
			12	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico de automatismos.
			13	Nivel de afección a la salud en equipamiento tecnológico producción de alimentos.
			14	Utilización de equipamiento tecnológico en producción de alimento.
			15	Nivel de adaptabilidad funcional del diseño del edificio.

Nota: Tabla 0.10 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de usuarios. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia

Tabla 0.7

Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de flora y fauna.

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		FLORA Y FAUNA	1	Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la flora local.
			2	Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la flora local.
			3	Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la fauna local.
			4	Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la fauna local.

Nota: Tabla 0.11 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de flora y fauna. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 0.8

Tabla de rúbrica de análisis de indicadores de mantenimiento y durabilidad

CONSECUENCIA O SOLUCIÓN AL PROBLEMA	AFECTACIÓN PRINCIPAL	Problemática	No.	Indicadores de sustentabilidad correspondientes
		MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD	1	Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición.
			2	Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de generación de energía.
			3	Durabilidad de equipamiento tecnológico de generación de energía.
			4	Nivel de adecuación funcional de los materiales a su uso en la edificación.
			5	Nivel de durabilidad del diseño del edificio.
			6	Durabilidad del equipamiento tecnológico de iluminación.
			7	Nivel de reparabilidad de los componentes del edificio.
			8	Nivel de adecuación entre la solución constructiva y su función.
			9	Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico en aprovechamiento de agua.
			10	Nivel de resiliencia del diseño del edificio.
			11	Capacidad de restauración y rehabilitación del edificio.
			12	Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico producción de alimentos.
			13	Nivel de mantenimiento en equipamiento tecnológico de iluminación.
			14	Durabilidad del equipamiento tecnológico producción de alimento.
			15	Durabilidad del equipamiento tecnológico de automatismos.
			16	Durabilidad del equipamiento tecnológico de sistemas de control y medición.

Nota: Tabla 0.12 muestra los datos observables a analizar en la temática de indicadores de mantenimiento y durabilidad. Los datos de la columna tres se acomodaron de manera horizontal al momento de realizar el análisis para la colocación de información. Fuente: Elaboración propia

II. Tablas de análisis de indicadores.

Tabla 4.6 Análisis de afectaciones económicas y sus indicadores.			INDICADOR:	1	3
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ECONÓMICO		Costo económico de la producción del material	Coste económico de mantenimiento del sistema de construcción
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Aumento de costo por material no contemplado		0	0
		Gasto por transporte de material		0	0
	Disminución del presupuesto para la nave	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina		0	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Mano de obra para adaptar planimetría		0	0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	Pago a diferentes proveedores de servicio		0	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Gasto por mayor material al necesario		1	0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	0
		Costo de material		1	0
	Construcción de rampa no contemplada	Costo de mano de obra		0	0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x		0	0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Costo de material		1	0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Gasto por futura adecuación para mejora de imagen		0	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x		0	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	0
	Construcción de escalera peatonal	Costo de material		1	0
		Costo de mano de obra		0	0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Costo de desperdicio de material		1	0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	Costo por trabajo no utilizado		0	0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Gasto por consumo energético para adecuación de confort de espacios		0	1
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	Gasto energético mayor		0	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Costo de material no contemplado		1	0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	Disminución de presupuesto por ajuste estructural en cubierta		0	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Aumento de costo por material no contemplado		1	0
		Costo de mano de obra		0	0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x		0	0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	Coste de errores a falta de revisión de oficina		0	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	Coste económico por deficiencia		0	0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	Realización de trabajo sin respaldo de costo		0	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x		0	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	Coste de errores a falta de revisión de oficina		0	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina		0	0
	Ajuste de planimetría estructural	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina		0	0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	Costo de mano de obra		0	0
		Costo de material no contemplado		1	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina		0	0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina		0	0

Tabla 0.6 *Tabla de análisis de afectaciones económicas y sus indicadores Parte 1 de 4. Fuente: Elaboración propia.*

4	5	7	8	10	12	
Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte del material	Cantidad de recurso económico utilizado en el transporte de mano de obra	Coste económico por la mano de obra	Coste económico por el consumo energético de ejecución del edificio	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico de climatización	Coste económico en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad	TOTAL EN HORIZONTAL
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	2
1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	2
1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
1	0	0	0	0	0	2
0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	2
0	0	0	1	0	0	2
0	0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	0	0	2
1	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
1	0	0	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2
0	1	1	0	0	0	2

Tabla 4.6 Tabla de análisis de afectaciones económicas y sus indicadores Parte 2 de 4. Fuente: Elaboración propia.



Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	0	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	0	0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	Costo no contemplado en el presupuesto	1	0
		Costo de traslado de externos para aseoría	0	0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Costo de material no contemplado	1	0
		Mano de obra no contemplada	0	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	0	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Costo en retrabajos y mano de obra	0	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	x	0	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Costo en retrabajos y mano de obra	0	0
		Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	0	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	Desperdicio de material	0	0
		Colocación del tramo de tubería necesario	1	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Costo de mano de obra por retrabajo en oficina	0	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	Costo de material	1	0
		Costo de mano de obra	0	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Costo por ventaneria	1	0
		Costo de mano de obra	0	0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventaneria	Costo por ventaneria	1	0
		Resideño de fachadas	0	0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Aumento de costo por material no contemplado	1	0
		Diseño y planimetría de caseta de ingreso	0	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Costo no contemplado de equipo para el sistema de aire acondicionado	1	0
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Costo por material desaprovechado	1	0
		Realización de muro nuevo	1	0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x	0	0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	Coste de obra por aumento de tiempo	0	0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Coste económico en actividades realizadas sin avance al proyecto	0	0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	Gasto de traslado	0	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	Desperdicio económico por deficiencia	0	0
		Decisiones realizadas de manera no integral	0	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	Costo de material desechado	1	0
		Retrabajo en obra	1	0
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Costo de material desperdiciado	1	0
		Material nuevo para el muro	0	0
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Costo de los 15cm extras de material	1	0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	x	0	0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	x	0	0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Gasto por el cambio de mobiliario	0	0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Costo por el material	1	0
		costo de mano de obra	0	0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Costo de mano de obra extra	0	0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	Desperdicio económico por deficiencia	0	0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Costo de impresión de planimetría	1	0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	Inexistencia de control sobre el costo de las modificaciones y su afectación al presupuesto establecido	0	0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	Retrabajo de procesos	0	0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	Desperdicio económico por deficiencia	0	0
		Deslinde de responsabilidades	0	0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	Desperdicio económico por deficiencia	0	0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Gasto de mano de obra	0	0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	Aumento de costo de trámites	0	0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	Aumento de costo	0	0
		TOTAL POR INDICADOR (VERTICAL)	24	1

Tabla 4.6 Tabla de análisis de afectaciones económicas y sus indicadores Parte 3 de 4. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.7 Análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores			1	4
			INDICADOR:	
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECCIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	ENERGÉTICO	Consumo energético en la obtención del material	Impacto ambiental del proceso energético utilizado en el contexto global
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Consumo energético por maquinaria por acomodo extra del mismo	1	1
		Consumo energético por traslado de material	0	1
	Disminución del presupuesto para la nave	x	0	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x	0	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	x	0	0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Construcción de rampa no contemplada	Gasto energético por construcción	1	1
		x	0	0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x	0	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x	0	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	Gasto de energía para elaboración de planimetría	0	1
	Construcción de escalera peatonal	Gasto energético por construcción	1	1
		Gasto energético de uso extra en la construcción	1	1
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Gasto energético en demolición	0	1
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	Gasto energético de trabajo no utilizado	1	1
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Gasto energético para adecuación de confort de espacio	0	1
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	Consumo energético del edificio en uso	0	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Gasto energético en la colocación de nuevos materiales	1	1
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x	0	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Excavación de cimentación	1	1
		Traslado de columnas	0	1
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x	0	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x	0	0

Tabla 0.10 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 1 de 9. Fuente: Elaboración propia.

5	6	7	9	10	11	12	13
Impacto ambiental en el proceso energético utilizado en el contexto local	Cantidad de energía necesaria para el proceso de construcción de cada sistema	Coste energético de la destrucción del material	Cantidad de energía utilizada en el transporte del material	Cantidad de energía utilizada en el transporte de mano de obra	Cantidad de energía utilizada en el transporte de maquinaria	Consumo energético en la ejecución del edificio por la mano de obra	Consumo energético en la ejecución del edificio por la maquinaria
1	1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 2 de 9. Fuente: Elaboración propia.

17	19	21	23	30	
Consumo energético del edificio en uso	Cantidad de energía consumida por el edificio cuando no está en funcionamiento	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en climatización	Consumo energético en utilización de equipamiento tecnológico en seguridad	Nivel de aprovechamiento de los componentes climáticos en el diseño del edificio	TOTAL DE AFECTACIÓN HORIZONTAL
0	0	0	0	0	7
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	5
1	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	7
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 3 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x	0	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x	0	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Ajuste de planimetría estructural	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	Gasto energético en su construcción	1	1
		x	0	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	0	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	Gasto energético de oficina	0	1
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
		Traslado de personas desde el estado de Gto.	0	1
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Gasto energético en el traslado de material		0
		Gasto energético en traslado de mano de obra	0	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	0	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	0	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	Gasto energético en el traslado en residuo de material	0	0
	Colocación del tramo de tubería necesario	Gasto energético en el traslado de material	0	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	Gasto energético en el traslado de material	0	0
		x	0	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Fabricación de ventanería	1	1
		Gasto energético por el traslado de ventanería	0	1
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablaroca ya colocado para la ventanería	Gasto energético en la generación y colocación de ventanería	1	1
	Rediseño de fachadas	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Gasto energético por construcción de caseta	1	1
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina	0	1
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Gasto energético en el equipo de aire acondicionado	0	1
Reubicación de muro de tablaroca	Demolición de muro	Gasto energético en la demolición	0	1
	Realización de muro nuevo	Gasto energético de construcción	1	1
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x	0	0

Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 4 de 9. Fuente: Elaboración propia.

0		0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 5 de 9. Fuente: Elaboración propia.




0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	8
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	1	0	1	0	6
0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	5
0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0




Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 6 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	Gasto energético en tiempo extra al programado		0	1
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Gasto energético por traslados innecesarios		0	1
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x		0	0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x		0	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	Gasto energético por demolición		0	1
	Retrabajo en obra	Gasto de mano de obra		0	1
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Utilización de energía de personal para la demolición.		0	1
	Material nuevo para el muro	Mano de obra para la construcción		1	1
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Gasto de energía y mano de obra para demoler		0	1
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina		0	1
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina		0	1
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Gasto energético de transporte		0	1
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Gasto energético de transporte		0	1
		Gasto energético construcción nueva		1	1
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Gasto energético de uso extra de herramientas de oficina		0	1
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0	0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Uso de mano de obra de oficina fuera de tiempo		0	1
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0	0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0	0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0	0
	Deslinde de responsabilidades	x		0	0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0	0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Gasto energético		0	1
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0	0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de	x	TOTAL DE INDICADORES	14	58

Tabla 4.7 Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 7 de 9. Fuente: Elaboración propia.

1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0
58	11	5	24	38	6	46	32

Tabla 4.7 *Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 8 de 9. Fuente: Elaboración propia.*



0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	6
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	5
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	297
					TOTAL DE AFECTACIONES
					8
					MÁXIMO

Tabla 4.7 *Tabla de análisis de afectaciones energéticas y sus indicadores. Parte 9 de 9. Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 4.8

Análisis de afectaciones de Materia prima y sus indicadores.

			El sistema constructivo r			
			INDICADOR:	1 Cantidad de materias primas extraídas en la obtención del material	9 Cantidad de material utilizado en la construcción del edificio	10 Durabilidad del material
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	MATERIA PRIMA				
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Extracción de mayor cantidad de material al estipulado para la cimentación		1	1	0
	Disminución del presupuesto para la nave	x		0	0	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	x		0	0	0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x		0	0	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Utilización de mayor material de construcción al realmente necesario		1	1	0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	x		0	0	0
	Construcción de rampa no contemplada	Material para su construcción		1	1	0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x		0	0	0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Utilización de mayor material de construcción al propuesto		1	1	0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	x		0	0	0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x		0	0	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x		0	0	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	x		0	0	0
	Construcción de escalera peatonal	Material para su construcción		1	1	0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Material resultado del desperdicio		1	1	0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	x		0	0	0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Impresión de planimetría nueva		1	0	0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	x		0	0	0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	x		0	0	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	x		0	0	0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Material nuevo utilizado para la adecuación		1	1	0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x		0	0	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Material de cimentación		1	1	0
		Materia prima para nuevos elementos		1	1	0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x		0	0	0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x		0	0	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x		0	0	0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x		0	0	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x		0	0	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	x		0	0	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	x		0	0	0
	Ajuste de planimetría estructural	Material de papelería		1	0	0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x		0	0	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	x		0	0	0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	x		0	0	0
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x		0	0	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	x		0	0	0

Tabla 0.11 Tabla de análisis de afectaciones de materia prima y sus indicadores. Parte 1 de 4. Fuente: Elaboración propia.



Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	x		0	0	0
Diseño de armados y contrucción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Material para su construcción		1	1	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	x		0	0	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	x		0	0	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	x		0	0	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	x		0	0	0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x		0	0	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x		0	0	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	Material desaprovechado		1	1	0
	Colocación del tramo de tubería necesario	Material nuevo		1	1	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	x		0	0	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	Material nuevo para adecuación		1	1	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Material utilizado en la ventanería		1	1	0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Material utilizado en la ventanería		1	1	0
	Resideño de fachadas	x		0	0	0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Materia prima para la construcción de caseta		1	1	0
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	x		0	0	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	x		0	0	0
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Material desaprovechado		1	1	0
	Realización de muro nuevo	Material para su construcción		1	1	0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x		0	0	0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	x		0	0	0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	x		0	0	0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0	0	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x		0	0	0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x		0	0	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	x		0	0	0
	Retrabajo en obra	Material nuevo utilizado		1	1	0
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	x		0	0	0
	Material nuevo para el muro	x		0	0	0
Demolición de 15cm de zoclo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	x		0	0	0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	x		0	0	0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	x		0	0	0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	x		0	0	0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	x		0	0	0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Papel para planimetrías		1	0	0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0	0	0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Papel para planimetrías		0	0	0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0	0	0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0	0	0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0	0	0
	Deslinde de responsabilidades	x		0	0	0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0	0	0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	x		0	0	0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0	0	0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra con forme se necesitó	x		0	0	0
			TOTAL POR INDICADOR	22	19	0

Tabla 4.8. Tabla de análisis de afectaciones de materia prima y sus indicadores. Parte 3 de 4 . Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.9 Análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores.			1
			INDICADOR:
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	RESIDUOS	Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	x	0
	Disminución del presupuesto para la nave	x	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Residuos generados por utilización de equipo	0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Residuos de material utilizado	1
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	x	0
	Construcción de rampa no contemplada	Residuos en el proceso de construcción no contemplada	1
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	Residuos generados por utilización de equipo	0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Residuos en el proceso de construcción no contemplada	1
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Residuos generados por utilización de equipo	0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	x	0
	Construcción de escalera peatonal	Residuos en el proceso de construcción no contemplada	1
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Generación de residuos de tubería de pvc	1
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	x	0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Residuo de papel de planimetría anterior	1
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Residuos generados en la adecuación de confort de espacio	0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	x	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	x	0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Generación de residuos	1
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	x	0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	Búsqueda de disminución de desperdicios y errores	0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x	0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	x	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	x	0
	Ajuste de planimetría estructural	x	0

Tabla 0.12 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 1 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.9 *Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 2 de 9. Fuente: Elaboración propia.*

44	45	46	47	48	
Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local	Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto regional	Impacto ambiental de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto global	Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto local	Impacto ambiental de la construcción del edificio para el contexto regional	TOTAL HORIZONTAL
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	9
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	9
1	1	1	1	1	7
1	1	1	1	1	9
1	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	9
1	1	1	1	1	9
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2
1	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	9
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Tabla 4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 3 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	x	0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Generación de desperdicio a lo largo de la obra	1
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	x	0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	x	0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	x	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	x	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	x	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	x	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	x	0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	x	0
	Colocación del tramo de tubería necesario	x	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	x	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	x	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Residuo de fabricación de la ventanería	1
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Residuo generado por el tablarroca eliminado para la colocación de la ventanería	1
	Rediseño de fachadas	Residuo de fabricación de la ventanería y el uso del equipo en la oficina	1
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Residuo generado por construcción de caseta	1
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	x	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Residuo generado por el uso de aire acondicionado	0
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Generación de escombros	1
	Realización de muro nuevo	Residuos generados por construcción nueva	1
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x	0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	x	0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	x	0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x	0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	Residuo de escombros de losa	0
	Retrabajo en obra	Residuos de construcción nueva	1

Tabla 4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 4 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Tabla .4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 5 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 6 de 9. Fuente: Elaboración propia.

Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Residuos de construcción nueva		1
	Material nuevo para el muro	x		0
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Residuo de concreto		0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	x		0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	x		0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Residuos generados por transporte		0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Residuos generados por transporte		0
		Residuos de construcción nueva		1
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Residuos de planimetría vieja		0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Residuos de planimetría vieja		1
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0
	Deslinde de responsabilidades	x		0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	x		0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	x		0
			TOTAL DE INDICADORES	18

Tabla 4.9 Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 7 de 9. Fuente: Elaboración propia.

1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
18	24	24	0	0	0

Tabla 4.9 *Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 8 de 9. Fuente: Elaboración propia.*



1	1	1	1	1	9
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	7
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	9
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
24	24	24	24	24	204
					TOTAL DE RESIDUOS
					9
					MÁXIMO

Tabla 4.9 *Tabla de análisis de afectaciones de residuos y sus indicadores. Parte 9 de 9. Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 4.10 Análisis de afectaciones de emisiones y sus indicadores.			INDICADOR:	1 Cantidad de emisiones nocivas para el medio ambiente generadas durante la vida útil del material
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	EMISIONES		
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Emisiones generadas por maquinaria		0
		Emisiones generadas por transporte de material		0
	Disminución del presupuesto para la nave	x		0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x		0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	x		0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Construcción de rampa no contemplada	Emisiones generadas por construcción no contemplada		0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Emisiones generadas por construcción no contemplada		0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x		0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x		0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Construcción de escalera peatonal	Emisiones generadas por construcción no contemplada		0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Generación de emisiones por demolición		0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Emisiones generadas en la adecuación de confort de espacio		1
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	Generación de emisiones por deficiencia energética		1
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Generación de emisiones		0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x		0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	x		0
		Emisiones generadas por transporte de material		0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x		0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x		0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x		0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x		0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
	Ajuste de planimetría estructural	Emisión generada por el uso del equipo en oficina		0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x		0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	x		0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	x		0

Tabla 0.13 *Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 1 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

3	4	5	6	
Origen de los residuos y emisiones generadas para la obtención del material	*Emisiones de transporte o maquinaria	*Emisiones generadas por trabajo y mano de obra	*Emisiones generadas por construcción o demolición	TOTAL HORIZONTAL
1	1	0	0	2
1	1	0	0	2
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 2 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	x	0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	x	0
		Emisiones generadas por transporte	0
Diseño de armados y contrucción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	x	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Emisión generada por el uso del equipo en oficina	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Emisión generada por el uso del equipo en oficina	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	Emisión generada por el uso del equipo en oficina	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Emisión generada por el uso del equipo en oficina	0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	x	0
	Colocación del tramo de tubería necesario	x	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Emisión generada por el uso del equipo en oficina	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	x	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Emisiones por la fabricación de la ventanería	0
		Emisiones generadas por el traslado de ventanería	0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Emisiones generadas por el traslado de ventanería	0
	Resideño de fachadas	x	0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Emisiones generadas por construcción de caseta	0
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Emisiones generadas por la utilización de equipo de oficina	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Emisiones generadas por el uso de aire acondicionado	1
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Emisiones por demolición	0
	Realización de muro nuevo	Emisión generada por construcción nueva	0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x	0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	Emisiones generadas por la utilización de equipo de oficina	0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Emisiones generadas por transporte	0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x	0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	Emisiones de demolición	0
	Retrabajo en obra	Emisiones de construcción nueva	0
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Emisiones de demolición	0
	Material nuevo para el muro	x	0
Demolición de 15cm de zoclo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Emisiones de demolición	0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	Emisiones por el uso de equipo de oficina	0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	Emisiones por el uso de equipo de oficina	0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Emisiones generadas por transporte	0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Emisiones generadas por transporte	0
		Emisiones de construcción nueva	0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Emisiones de energía utilizada	0

Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 3 de 6. Fuente: Elaboración propia.

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1

Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 4 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	Emisiones por el uso de equipo de oficina		0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Emisiones generadas por transporte		0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Emisiones generadas por transporte		0
		Emisiones de construcción nueva		0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Emisiones de energía utilizada		0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Emisiones de energía utilizada		0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0
	Deslinde de responsabilidades	x		0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0
	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Emisiones de energía utilizada		0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra con forme se necesitó	x		0
			TOTAL POR INDICADOR	3

Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 5 de 6. Fuente: Elaboración propia.

0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
2	9	25	14	39
1				

Tabla 4.10 Tabla de análisis de emisiones y sus indicadores. Parte 6 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.11 Análisis de afectaciones socioeconómicas y sus indicadores.			2
			INDICADOR:
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	SOCIOECONÓMICO	Impacto socioeconómico del proceso energético utilizado en el contexto local
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Afectación al presupuesto del cliente por aumento de material	0
	Disminución del presupuesto para la nave	Afectación en el ajuste presupuestal en el diseño	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	Contratación de diferentes empresas para mismos trabajos	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	x	0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Construcción de rampa no contemplada	x	0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x	0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	x	0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Afectación en recursos por falta de planeación	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	Afectación al cliente en la función esperada a la vista solicitada	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Construcción de escalera peatonal	x	0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	x	0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	Afectación de uso de recursos en trabajos no utilizados	1
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Afectación al gasto en futura búsqueda de confort al usuario	0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	x	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	Afectación en ajuste presupuestal en el diseño	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Afectación a los recursos por gastos no contemplados	0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x	0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	Retrabajo de procesos por falta de comunicación	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
	Ajuste de planimetría estructural	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x	0
		Afectación a los recursos por gastos no contemplados	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo	1

Tabla 0.14 Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 1 de 6. Fuente: Elaboración propia.

3	4	5	6	9	
Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto local de producción	Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto regional de producción	Impacto socioeconómico de la producción del material en el contexto global de producción	Impacto socioeconómico de los materiales utilizados en la construcción del edificio para el contexto local	Impacto socioeconómico de la construcción del edificio en el contexto local	TOTAL HORIZONTAL
1	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2

Tabla 4.11 Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 2 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	Deficiencia en solución por falta de comunicación		0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	Presión por entrega de información rápida		0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	Desconocimiento de parte del equipo de proyectos sobre el tema		0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	Información realizada sin respaldo oficial		0
	x	x		0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Entregas a corto plazo, presión al trabajador		0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Tiempos cortos de entrega y trabajos traslapados con obra		0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo		1
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo		1
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x		0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x		0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	x		0
	Colocación del tramo de tubería necesario	x		0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo		1
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	x		0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	x		0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Afectación de uso de recursos y personal no contemplados		1
	Rediseño de fachadas	x		0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	x		0
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo		1
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Afectación a los recursos por gastos no contemplados		1
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado		1
	Realización de muro nuevo	x		0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	Corte de flujo de trabajo de metodología		0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	Afectación de uso de recursos en temas fuera de tiempo		1
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Afectación de recursos por tiempos muertos		0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	Desperdicio económico por deficiencia		0
	Decisiones realizadas de manera no integral	Desperdicio económico por deficiencia		0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombro	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado		0
	Retrabajo en obra	x		0

Tabla 4.11 *Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 3 de 6. Fuente: Elaboración propia.*



0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0



Tabla 4.11 *Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 4 de 6. Fuente: Elaboración propia.*



Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado		0
	Material nuevo para el muro	x		0
Demolición de 15cm de zoclo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Afectación de uso de recursos con uso inadecuado		0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	x		0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	Afectación de uso de recursos en trabajos no utilizados		0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Afectación en recursos y usuarios en modificaciones al diseño		0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	x		0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	x		0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación		0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	x		0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación		0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	Desperdicio económico por deficiencia en comunicación		0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	Desperdicio económico por deficiencia		0
0	Deslinde de responsabilidades	Desperdicio económico por deficiencia		0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	Desperdicio económico por deficiencia		0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Aumento tanto de tiempo como costo en personal y traslados		1
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	Afectación en el presupuesto del cliente		0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	Afectación en el presupuesto del cliente		0
			TOTAL POR INDICADOR	21

Tabla 4.11 Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 5 de 6. Fuente: Elaboración propia.

0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	2
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	57	79
					TOTAL DE: SOCIOECONÓMICO MÁXIMO
					2

Tabla 4.11 *Tabla de análisis de afectaciones socioeconómicas y sus afectaciones. Parte 6 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 4.12 Análisis de afectaciones de usuarios y sus indicadores.				2
			INDICADOR	Nivel de afectación a la salud en equipamiento tecnológico de climatización
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	USUARIOS		
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	x		0
	Disminución del presupuesto para la nave	Disminución de soluciones adecuadas y a expectativas del cliente		0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	x		0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x		0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	x		0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	x		0
	Construcción de rampa no contemplada	x		0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x		0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	x		0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Afectación a la visualización esperada		1
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Modificación futura para mejora de imagen de la construcción		0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	Afectación a la visualización esperada		0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	x		0
	Construcción de escalera peatonal	x		0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	x		0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	x		0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	x		0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Búsqueda de adecuación al confort de los usuarios con equipamiento		0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	Discoformidad de los usuarios por deficiencia energética		0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	x		0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	x		0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x		0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	x		0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x		0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x		0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x		0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x		0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x		0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	x		0

Tabla 0.15 Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 1 de 6. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4.12 *Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 2 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	x		0
	Ajuste de planimetría estructural	x		0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x		0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	x		0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	x		0
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x		0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	x		0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	x		0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	x		0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	x		0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	x		0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	x		0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	x		0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	Modificación futura para evitar malos acabados		0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos		0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	x		0
	Colocación del tramo de tubería necesario	x		0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	x		0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	x		0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	x		0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablaroca ya colocado para la ventanería	x		0
	Rediseño de fachadas	x		0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	x		0
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	x		0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	x		0
Reubicación de muro de tablaroca	Demolición de muro	x		0
	Realización de muro nuevo	x		0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x		0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	disconformidad del usuario por retraso de entrega de obra		0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	Falta de claridad del proceso para el cliente		0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0

Tabla 4.12 Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 3 de 6. Fuente: Elaboración propia.

[illegible]

Tabla 4.12 Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 4 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x		0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x		0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	x		0
	Retrabajo en obra	x		0
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	x		0
	Material nuevo para el muro	x		0
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Acabado de mala calidad en diferencia de niveles interior y exterior		0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	Tamaño inadecuado para la comodidad de los usuarios		0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	Solución inadecuada a niveles		0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Mobiliario inadecuado a los demás accesorios		0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	x		0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	x		0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	x		0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	Ausencia de trabajo colaborativo		0
	Deslinde de responsabilidades	x		0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	x		0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	Colocación de elementos o terminados que buscaban el bajo costo		0
			TOTAL POR INDICADOR	1

Tabla 4.12 *Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 5 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	1	0	0	1
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	10	4	3	19
				TOTAL DE USUARIO
				3
				MÁXIMO

Tabla 4.12 Tabla de análisis de afectaciones de usuarios y sus afectaciones. Parte 6 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.13 Análisis de afectaciones en flora y fauna y sus indicadores.			INDICADOR:	1 Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la flora local
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECTACIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	FLORA Y FAUNA		
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		1
	Disminución del presupuesto para la nave	Eliminación de área verde		0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	x		0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	x		0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		1
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	x		0
	Construcción de rampa no contemplada	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x		0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	Afectación vinculada a la generación de emisiones		0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	x		0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	x		0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	Eliminación de área verde		0
	Construcción de escalera peatonal	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos		0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos		1
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	x		0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	x		0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos		0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	Afectación vinculada a la generación de emisiones y residuos		0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	x		0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		0
Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x		0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		1
		Afectación vinculada a la extracción de materias primas y la generación de emisiones		0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x		0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x		0

Tabla 0.16 Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 1 de 6. Fuente: Elaboración propia.

2	3	4	
Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la flora local	Nivel de utilización de estrategias de diseño para el desarrollo de la fauna local	Nivel de utilización de tecnologías para el desarrollo de la fauna local	TOTAL EN HORIZONTAL
0	0	0	1
0	0	0	0
0	1	0	1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	0	2
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	0	1
0	0	0	0
0	1	0	2
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

Tabla 4.13 Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 2 de 6. Fuente: Elaboración propia.

Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
	Ajuste de planimetría estructural	Afectación vinculada al uso de materia prima, la generación de residuos y emisiones	0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador del cliente.	Resolución de biométricos	x	0
		Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	x	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x	0
Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	x	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	1
	Colocación del tramo de tubería necesario	x	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	x	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	Afectación vinculada a la utilización de materia prima, la generación de residuos y emisiones	1
		Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	1
	Rediseño de fachadas	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	1
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones	0
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	Afectación vinculada a extracción de materia prima, la generación de residuos y emisiones	1
	Realización de muro nuevo	Afectación vinculada a extracción de materia prima, la generación de residuos y emisiones	1

Tabla 4.13 Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 3 de 6. Fuente: Elaboración propia.



0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	0	1
0	0	0	1
0	0	0	1

Tabla 4.13 *Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 4 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x		0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	x		0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	x		0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x		0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x		0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		1
	Retrabajo en obra	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		1
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		1
	Material nuevo para el muro	x		
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		1
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	x		0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
		Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0
	Deslinde de responsabilidades	x		0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	Afectación vinculada a la generación de residuos y emisiones		0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra conforme se necesitó	x		0
			TOTAL POR INDICADOR	13

Tabla 4.13 Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 5 de 6. Fuente: Elaboración propia.

[illegible]

Tabla 4.13 *Tabla de análisis de afectaciones de flora y fauna y sus indicadores. Parte 6 de 6. Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 4.14 Análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores.				4	5
				INDICADOR:	
CONSECUENCIA (Solución al problema)	AFECCIÓN A PROYECTO PRINCIPAL	MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD		Nivel de adecuación funcional de los materiales a su uso en la edificación	Nivel de durabilidad del diseño del edificio
Relleno de terreno para elevación de nave de 3 mts	Aumento de material de relleno	x		0	0
		x		0	0
	Disminución del presupuesto para la nave	Disminución de calidad en materiales y acabados		1	0
Modificación del proyecto eléctrico sin una verificación	Adaptación del proyecto eléctrico original a las modificaciones	x		0	0
	Contratación de otra compañía para la colocación del proyecto eléctrico en obra	X		0	0
	Proyecto sobredimensionado en el tema eléctrico	x		0	0
Adecuación de rampa de andén de carga y descarga	Diseño y representación gráfica para construcción de la rampa	x		0	0
	Construcción de rampa no contemplada	x		0	0
		x		0	0
	Diseño estructural de muros de contención de rampa	x		0	0
Cambio de ubicación de cubierta	Adecuación de conexiones entre viga y columna.	x		0	0
Modificación de la altura de las ventanas para colocación adecuada de la estructura de cubierta	Modificación de altura de ventanas	x		0	0
	Mala imagen en la solución de acabado o unión entre los dos elementos	Poca durabilidad de acabado antes de modificación		0	0
Pérdida de visualización al patio de maniobras desde la sala de juntas y oficinas	Nula resolución a la solicitud del cliente	Mantenimiento del área continua por afectación de mala imagen hacia la vista desde interior		0	0
Adecuación del proyecto frente a lo estipulado en obra	Rediseño de área	x		0	0
	Construcción de escalera peatonal	x		0	0
				0	0
Demolición de instalaciones en área modificada	Generación de desperdicio	x		0	0
	Desperdicio de trabajo y mano de obra	x		0	0
Rediseño de distribución en planta baja	Diseño y representación gráfica nueva distribución	x		0	0
Generación de espacios que no son suficientemente adecuados	Los espacios del proyecto pueden no tener la mejor opción para protegerse del sol y tener espacios iluminados	Mantenimiento de equipamiento para adecuación del confort del usuario		0	0
No incorporación los criterios adecuados	Proyecto con deficiencia energética	x		0	0
Rediseño de estructura y modificación de cubierta de cuatro a dos aguas	Modificación de estructura en modelado	x		0	0
	Adecuaciones en obra de elementos ya existentes	x		0	0

Tabla 0.17 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 1 de 8. Fuente: Elaboración propia.

7	8	10	11	
Nivel de reparabilidad de los componentes del edificio	Nivel de adecuación entre la solución constructiva y su función	Nivel de resiliencia del diseño del edificio	Capacidad de restauración y rehabilitación del edificio	TOTAL HORIZONTAL
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0



Tabla 4.14 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 2 de 8. Fuente: Elaboración propia.

Incorporación de columnas nuevas en fachadas	Modificación de presupuesto	x		0	0
	Adaptación de la cimentación de las columnas frente a lo ya construido.	x		0	0
		x		0	0
Realización lenta del trabajo de cruce de información entre estructura y arquitectura	Solicitud de información al calculista para continuar con el cruce de información	x		0	0
	Desinterés de cruce de interferencias al avanzar obra	x		0	0
	Detenimiento de avance de obra en espera de detalles constructivos	x		0	0
Adaptación de armados en dados para la colocación de anclaje	Adaptación de información de obra a proyectos	x		0	0
	Utilización de armados sin respaldo estructural	x		0	0
	Ausencia de cruce de información desde modelo	x		0	0
Modificación de planimetría y modelo	Remodelado estructural	x		0	0
	Ajuste de planimetría estructural	x		0	0
Realización de diseño del muro de cimentación para el muro divisorio	Construcción de muro de cimentación	x		0	0
		x		0	0
Rediseño de fachada por adición de columnas	Generación y modificación de planimetría	x		0	0
Rediseño el área de oficinas, por ajuste de espacios	Cambios de proyecto durante el desarrollo de la obra	x		0	0
Desaprovechamiento de las herramientas de la metodología, para detección de interferencias, errores y posibles soluciones.	Desaprovechamiento de una mejor solución para instalaciones en ubicación.	x		0	0
Realización de detalles constructivos nuevos a la par de la obra	Cruce de trabajo obra y proyecto	x		0	0
Generación de planimetría de biométricos basado en el conocimiento de un colaborador	Resolución de biométricos	x		0	0
		x		0	0
Diseño de armados y construcción de la boca de tormenta	Información informal para la construcción de la boca de tormenta	x		0	0
	x	x		0	0
Finalización el proyecto ejecutivo a la par de obra.	Cruce de trabajo de obra y proyecto	x		0	0
Generación de información insuficiente o errónea	Decisiones hechas con incertidumbre en planimetría	x		0	0
Búsqueda de disminución de costos	Modificaciones de diseño	Disminución de calidad en materiales y acabados		0	0
Rediseño de fachadas y alzados estructurales	Reajuste de diseño en fachadas por modificación de estructura	x		0	0
	Ausencia de solución a detalle entre columna y muro	x		0	0

Tabla 4.14 *Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 3 de 8. Fuente: Elaboración propia.*

[illegible]

Tabla 4.14 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 4 de 8. Fuente: Elaboración propia.

Resolución de conexión sin un diseño adecuado	Acabado inadecuado	Disminución de calidad en materiales y acabados		0	0
Ajuste de la ubicación de la tubería	Demolición del área de la tubería	x		0	0
	Colocación del tramo de tubería necesario	x		0	0
Rediseño de distribución de planta alta	Reajuste de planimetrías y modelado de planta alta	x		0	0
Cierre del hueco de la puerta con material	Cierre del hueco de la puerta con material	x		0	0
		x		0	0
Colocación de ventanas en escaleras	Colocación de ventanas no contempladas en escaleras	x		0	0
		x		0	0
Colocación de ventanas en privados	Reajuste en tablarroca ya colocado para la ventanería	x		0	0
	Resideño de fachadas	x		0	0
Diseño de la caseta de ingreso y adecuación de su ubicación en obra	Construcción de caseta de ingreso	Modificación y adaptación de reja ya colocada		0	0
	Diseño y planimetría de caseta de ingreso	x		0	0
Adición de equipo e instalaciones para el aire acondicionado.	Colocación de equipo de aire acondicionado	Mantenimiento de equipo		0	0
Reubicación de muro de tablarroca	Demolición de muro	x		0	0
	Realización de muro nuevo	x		0	0
No se realizó la mejor programación de obra	No obtención de los beneficios de la programación virtual	x		0	0
Retraso de inicio de obra de mayo a agosto	Retraso de tiempo para inicio de obra	x		0	0
Retraso de inicio de obra	Tiempo para inicio de obra de Agosto a noviembre	x		0	0
Realización de visitas al sitio sin avance de obra	Retraso	x		0	0
Modificación de proyecto para disminución de costo	Traslape de avance de obra junto con proyecto	x		0	0
	Decisiones realizadas de manera no integral	x		0	0
Demolición de trabajos de mala calidad	Generación de escombros	x		0	0
	Retrabajo en obra	x		0	0
Demolición de 10m2 muro	Desperdicio de material (block y mortero)	x		0	0
	Material nuevo para el muro	x		0	0
Demolición de 15cm de zócalo en los vanos de las puertas	Generación de escombros	Disminución de calidad en acabados		0	0
Resolución de escalera sin diseño adecuado	Alto peralte entre escalones	Disminución de calidad en acabados		0	0
Rediseño de acceso a nave desde estacionamiento	Modificación del diseño original	x		0	0
Cambio de lavabos sobrepuestos por lavabos de pedestal.	Modificación de diseño	Pronta modificación por deficiente servicio		0	0

Tabla 4.14 *Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 5 de 8. Fuente: Elaboración propia.*



0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1



Tabla 4.14 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 6 de 8. Fuente: Elaboración propia.



Colocación de piso cerámico	Modificación del diseño original	x		0	0
				0	0
Generación de planimetría solicitada por el residente	Retraso por ignorancia del proyecto	x		0	0
Aprobación de cambios sin una visión integral	Desinformación de los involucrados no presentes	x		0	0
Necesidad de elaboración de detalles específicos para el residente en turno	Deficiencia en la gestión de la información	x		0	0
Falta de control entre avance de proyecto y revisión de gasto de imprevistos	Incumplimiento de acuerdos establecidos en Minuta 00 del 10 de julio de 2017	x		0	0
Toma de control por el gerente de obra	Ausencia de seguimiento de avance de obra por parte de proyectos	x		0	0
Ineficiencia en la comunicación de los involucrados	Omisión de información a los encargados	x		0	0
	Deslinde de responsabilidades	x		0	0
Dificultad de organización	Ausencia de responsabilidades	x		0	0
Mayor tiempo para la construcción	Alargamiento del tiempo estipulado en la construcción	x		0	0
Pago de multa por construir sin licencia	Aumento en el costo	x		0	0
Desconocimiento del costo real total del proyecto	Adición de costos no contemplados a lo largo de la obra con forme se necesitó	Mantenimiento a elementos de bajo costo		0	0
			TOTAL POR INDICADOR	1	0

Tabla 4.14 *Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 7 de 8. Fuente: Elaboración propia.*



0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1	3	0	0	5
				TOTAL DE MANTENIMIEN TO Y DURABILIDAD
				1 MÁXIMO

Tabla 4.14 Tabla de análisis de afectaciones de mantenimiento y durabilidad y sus indicadores. Parte 8 de 8. Fuente: Elaboración propia.

III. Entrevistas realizadas para el diseño metodológico

Entrevista 1

Entrevista con: Arq. Beatriz Mora Medina

Empresa: Parábola Estudios

Puesto: CEO/director general

Fecha: 25 de febrero 2019

1. ¿A qué se dedica tu empresa?

Hacemos proyectos arquitectónicos, urbanos y algo de construcción.

2. ¿Conoces la metodología BIM?

Claro, sí.

3. ¿Cómo y desde hace cuánto tiempo la conoces?

La conozco desde 2013 más o menos, cuando estaba haciendo la maestría de administración de la construcción en la UP. Ahí fue donde empezó el tema del BIM porque el programa Revit lo conozco desde prácticamente cuando inicié la carrera, la inicié en el 2007, entonces, como por 2008 ya sabía que existía la herramienta, nomás que nos dividieron en dos grupos y a unos nos dieron autoCAD y a otros les dieron Revit y a mí me tocó en el de autoCAD, entonces aprendí Revit hasta mucho, mucho después. Si veía que era una herramienta útil, pero como veía que era muy genérica, a los mismos que aprendieron Revit lo utilizaba de vez en cuando, pero utilizaban más autoCAD porque no sabían cómo todas las virtudes.

4. ¿Explotarlo al máximo?

Ajá, exactamente, hasta que llegué a la maestría y dije: ¡A no mames está perrísimo!

5. ¿Es entonces hasta la maestría que decidiste enfocar tu empresa hacia BIM o cómo llegaste a esta decisión?

Ah mira, yo cuando salí me puse a trabajar con un arquitecto y después mi papá me dijo: “deja de hacerte wey y empieza lo tuyo o vente aquí a la empresa”, entonces yo dije no, yo voy a hacer lo mío y dije “ah pues necesito aprender temas de administración que eso nunca le puse atención en las clases”, me metí a la UP y ahí aprendí lo de BIM y entonces, de hecho mi tesis es sobre el tema BIM.

6. ¿Qué beneficios le vez a lo que es BIM?

BIM, pues muchas cosas, primero te ayuda a clarificar mejor el proyecto, tanto para ti como para los clientes, es una manera de entender desde cómo se concibe la obra, como está constituida, cuál es el acomodo, el manejo de las cosas muy bien, y los clientes también lo pueden entender porque en dos dimensiones como que tienes que emplear mucho tu imaginación y una persona que no tiene cómo esa concepción del espacio es difícil que lo aterrice a un tema real, entonces te ayuda mucho para eso, te ayuda mucho para el control, te ayuda mucho para la planeación, para anticipar errores o problemas con los que te vas a encontrar, este ,y para un tema de comunicación tanto en lo interno como en lo externo de la empresa, que siempre mucho en tema de la comunicación y de la mala información y el “yo creía” y “ahora se cambió” y bla, bla, bla son las cosas que te están

frenando para todo, desde los proveedores, los otros colaboradores, los maestros, el cliente, pues por todos lados, entonces es un canal de comunicación efectivo donde cada área va metiendo su expertiz no?, lo que le toca.

7. ¿Sientes que realmente en la empresa te ha ayudado a sacar las cosas más rápido, evitar errores y diferentes situaciones?

¡Claro!, Claro. Por ejemplo, ahora en el expo, antes de hacer la obra, se modeló todo en BIM, unos baños de una remodelación que se tenía que hacer y pues ahí nos dimos cuenta que hacía falta mucha información y la pedimos. Y digo, aun así, nos topamos con mil y un temas ahí, pero de no haber sido hubiera sido como el doble o el triple de complicado. Entonces sí ayuda un chorro.

8. ¿Sabes lo que es Integrated Project Delivery?

No. *(Se explica que es IPD)*

9. Una vez que ya sabe lo que es, ¿Usted cree que ya haya trabajado de esta manera?

Lo he intentado un chorro de veces, pero la verdad es que 100% y ni siquiera el BIM, el 100% como me gustaría no, necesito enfocarme y enfocarlos a todos. También es un tema de cultura.

10. ¿Cuál crees que es el mayor conflicto al que te enfrentas?

Mira, pues de la obra participan muchas personas de muchas edades, diferentes generaciones y normalmente las personas que ya tienen más tiempo en el tema de la construcción están como muy acostumbrados a una metodología de trabajo rudimentaria que a ellos les funcionó, entonces no les gusta salirse de sus esquemas. Por ejemplo, aquí en la empresa el tema del BIM lo aplican los más jóvenes, pero a la hora que se lo pasas al ingeniero en la obra, si el ingeniero es un baby boomer ya no lo quieren aplicar, o en los costos también ya les cuesta más trabajo aplicarlo. Nos pasó que pagamos un ERP y hasta la fecha no lo hemos podido aplicar, por lo mismo por esa resistencia al cambio y al querer hacer las cosas igual. También me pasa que, por ejemplo, yo tengo más bien, el área de proyectos que con eso no hay ningún problema, yo siempre doy la libertad de que lo apliquen todo 100% en BIM porque yo creo que es lo mejor. Pero a la hora que es el tema de obra, para que el BIM funcione necesitas que toda la empresa se involucre y que toda la empresa se comprometa, y a la hora de decirlo al jefe de la empresa de la constructora dice “no, no, no ustedes háganlo, ustedes le entienden, yo no me tengo que meter en esos temas”, entonces es ahí donde dices ¡Bah!, no manches.

11. ¿Te frena?

Muchísimo, porque, aunque diga “sí, sí, ustedes háganlo”, siempre termina habiendo porque no está al 100% en sintonía de esa manera.

12. ¿Cuál sería la mejor manera de poderlo aplicar (BIM e IPD)?

Yo creo que es un cambio paulatino, poco a poco hemos estado involucrando más a los ingenieros a que todo lo empiecen a hacer de forma electrónica y todo lo estén vaciando a una plataforma en donde podamos controlar las cosas. Ahorita estamos tratando de aplicarlo en “Monday”, en su momento lo estábamos intentando en Assana y en Trello, yo creo que “Monday” ahora sí nos va a funcionar, y la verdad es que no ha sido fácil y no es un cambio de la noche a la mañana, incluso

llevar los proyectos y tener como ese control. Pues es un tema cultural, y como toda cultura, se tienen que crear hábitos mediante la práctica, vas acostumbrando a las personas y las que van llegando, cuando ya ve un equipo trabajando así, es más fácil que se incorporen a cuando todos están viendo qué onda. O sea, si tú llegas a una empresa ya bien consolidada que ya tiene un cierto ritmo y que ya tiene unos procesos bien definidos, establecidos, y que todos lo aprueban o ya lo toman como parte de su día a día es muy fácil que una nueva persona se integre a ese ritmo de trabajo, unos más unos menos y pues es ese cambio y pues siempre es mejorable y perfectible y yo creo que nunca va a ver un momento en el que digas ya está al 100% todo. Siempre hay áreas de oportunidad.

13. ¿Cómo es para ti la relación de BIM con la sustentabilidad?

Sí he pensado en BIM hacia la sustentabilidad, me encantaría llegar a ese punto, mis conocimientos en cuanto arquitectura sustentable se reducen a un semestre de la carrera y de ahí la verdad es que no he usado más. Conozco las líneas básicas de LEED construction y de todo eso y de las certificaciones, necesito ampliar esa parte que es el siguiente nivel, yo sé que existe en el programa de Revit la función para las cuestiones ecológicas, para cálculos de la energía y la radiación y el consumo energético y de agua, pero no los sé aplicar, sino ya no estaría haciendo. Pero primero necesito se consolide la parte de la empresa.

14. ¿Cuánto tiempo crees que te tome esta consolidación?

Ahorita que estoy algo más desocupada, me quiero meter al cien y este año concretarlo, es mi meta, que ya trabaje como reloj. También quiero meter temas de sustentabilidad, porque es una responsabilidad, no un valor agregado, y por lo mismo siempre trato de utilizar esas nociones básicas del cuidado de las fachadas, evitar temas acristalados, ventilación cruzada, partir de ahí y avanzar a lograr edificios con calidad y certificaciones. Es un deber y una deuda hacia la tierra.

15. ¿Cómo ha sido tu relación respecto al trabajo con otras disciplinas en los proyectos?

Pues no ha sido complicado, no le he visto mayor problema, creo que el BIM ayuda mucho en esa parte, sobre todo cuando los dos utilizan el tema del Revit. No hemos tenido mayores problemas en este tema. La mayoría de los problemas han sido en obra, no tanto en los proyectos. Ahí es donde se empieza a complicar todo.

16. ¿Cómo es tu proceso de proyectos?

Pues primero se hace una idea, se checa esa idea con el cliente, se trabaja la parte del proyecto arquitectónico hasta que el cliente te dice y te firma que va a ser el definitivo, aunque ya sabemos que no, pero mínimo ya tenemos una certeza de que ya sabemos no le va a cambiar muchísimo, a partir de ahí ya empezamos a hacer primero el estructural, las instalaciones y el tema ya de acabados y todo el proyecto arquitectónico bien, y ahí ya van de la par. Normalmente el proyecto se hace también al tiempo de la obra, entonces en lo que empiezas a hacer el proyecto empiezas a hacer, por ejemplo, terracerías, y la estructura, la cimentación para que uno vaya avanzando con el otro. El problema es cuando lo quieren todo para ayer, que eso es como muy común, entonces empiezan a trabajar sin tener cosas certeras o de último te quieren cambiar cosas que te afectan en todo el proyecto y tienes que volver a cambiar todo. Casi siempre viene por esa parte, por los cambios que no están previstos y porque muy pocas personas se esperan a que todo el proyecto está 100% terminado para poder terminar la obra. Es ahí donde está el problema.

17. ¿Es un requerimiento de tu parte que estructura e instalaciones maneje BIM para tus proyectos??

De preferencia sí, pero sino lo hace, dentro del despacho tenemos la capacidad de pasar a tres dimensiones el trabajo que se hace en otros despachos, pero lo ideal sería que el modelo estuviera en colaborativo en la nube y que ellos fueran inyectando ya la información de la parte técnica que les corresponde. Pero la verdad es que cada vez, sobre todo las nuevas generaciones están migrando hacia esta metodología de trabajo, entonces cada vez es más fácil encontrar personas que te hagan un proyecto en BIM, entonces nada más lo insertan, aquí el reto está en ya ponerlo en una colaboración en la nube, que eso sí no lo hemos hecho.

18. ¿En cuestión legal como manejas la propiedad del modelo?

Pues realmente no hay nada especial, es parte de lo que se entrega cuando el cliente te paga un proyecto arquitectónico y mientras se tenga contemplado los derechos de autor no hay ningún problema.

Entrevista 2

Entrevista con: Mtro Ing. Luis Jesús Velásquez Godínez.

Empresa: Xstructuras

Puesto: CEO/Encargado del área de proyectos.

Fecha: 27 de febrero 2019

Ingeniero Civil egresado de la UDG y Maestro de Ingeniería Estructural por la UAM desde el año 2016. Su empresa se dedica a la ingeniería estructural, trabaja con arquitectos, los cuales diseñan los espacios, ya sea una casa o un edificio y en el despacho se dedican a hacer planos constructivos para que se puedan construir los proyectos.

1. ¿Qué programa usas para tus diseños?

Para mis diseños utilizo varios, primero el office para hacer todo lo de la oficina, Excel para hojas de cálculo con la cuales tomamos resultados, Word, para las memorias de cálculo y otros documentos, también utilizamos el autoCAD y también utilizamos el SAP y el ETABS. Esos son programas que nos ayudan a hacer el análisis y el diseño estructural de nuestros proyectos, y el programa autoCAD es para plasmar todo el diseño estructural en planos constructivos.

2. ¿Conoces lo que es la metodología BIM?

La conozco porque la he escuchado y he ido a cursos y conferencias pero no he trabajado, dentro de nuestra empresa sí es uno de nuestros objetivos a corto plazo, ya que hemos visto que la tendencia va para allá, o sea, hace 10 años estaba empezando o más, estaba empezando el autoCAD, y obviamente los que no se subieron a ese barco se están quedando obsoletos, y obviamente estamos también nosotros viendo que el nuevo barco que viene para plasmar información que viene es la tecnología BIM y si lo tenemos totalmente claro.

3. ¿Para cuándo crees o tienen pensado tomar cursos o ya han empezado a ver algo en ese aspecto?

Ahorita, ya hemos platicado con personas, para que nos informen en capacitación, pero el primer punto que estamos buscando es una persona para capacitarse y sea nuestra modeladora, en realidad. Mi empresa está conformada por dos socios, uno de ellos soy yo y el Ing. Víctor Rosas, y creo que nosotros no tomaríamos directamente el curso, porque nuestra función sería otra, pero sí queremos capacitar a nuestra gente para que sí se especialicen en lo que es la metodología BIM, y nosotros solamente capacitar y tener conocimientos, no es nuestro plan capacitarnos nosotros, sino la gente. Entonces el primer punto para pasar a eso es conseguir una persona de confianza para capacitarse y que aprenda, que sí le guste obviamente, porque la mayoría que entran con nosotros son chavos que al final quieren ser calculistas no quieren ser dibujantes o modeladores, entonces necesitamos encontrar un perfil que realmente quiera modelar. Estamos visualizando que sea más un arquitecto que un ingeniero por el tipo de perfil, lo primero es encontrar a la persona o personas y ya de ahí obviamente invertir para que se capacite.

Hemos hecho nuestros pininos con estructura metálica con el Revit, y en estructuras pequeñas, pero ahorita los chicos son los que le han estado moviendo y veo que la juventud aprende super rápido nuevos programas. Entonces ya lo hemos hecho, pero creo que ahorita perdemos más tiempo que en autoCAD. Perdemos más tiempo en modelar y después pasarlo en nuestro formato, pero siento que es por falta de capacitación, más que por la metodología, pero obviamente por eso

necesitamos a alguien que sí se dedique a eso, capacitarlo y que empiece con ciertos proyectos.

4. ¿Abrir un área exclusiva de Revit?

Exactamente.

5. ¿Ya te han pedido algún proyecto, de parte del arquitecto en BIM?

Me lo han pedido solamente para geométrales, en el cual en el programa de ETABS que tenemos nos avienta como un modelo en el archivo IFC donde creo, ellos lo pueden leer en un programa y solamente lo utilizan para sacar algunos geométrales, pero no más avanzado, creo que se manejan por grados de modelado (LODS), creo que es como 50 o 100 lo que hemos manejado, muy muy básico.

6. ¿Para ajustes arquitectónicos?

Exactamente, pero los modelos que les enviamos le decimos, oye este modelo no creas que está muy ajustado a ejes y ni a distancia, las distancias que tienen ahí son distancias estructurales que las tomamos, que pueden ser muy diferentes a las columnas. No vas a ver columnas apañadas a las trabes, por ejemplo, van a estar todas a centro, pero obviamente nosotros en el dibujo las podemos apañar, en el cálculo no nos pega, bueno en algunos casos. O que ciertos ejes no coinciden exactamente porque para nosotros es solamente información de modelado, no es que ese se base totalmente en arquitectura. Ya en sí ya lo estamos empezando a ofertar en nuestros presupuestos, pero estamos como asociados con otras personas que nos ayudarán en el caso de necesitarlo.

7. ¿Quiénes son lo que te ayudan?, ¿cuál es su campo laboral?

Ellos son arquitectos, utilizan el Revit y utilizan diferentes LODS creo hasta 400, dependiendo del costo y lo que quiera el cliente, entonces en esa parte ellos nos apoyan, nosotros hemos hecho ya un modelo de LOD 400, pero solamente para cuantificación, porque el Revit nos ayuda a cuantificar, entonces hemos hecho ya dos torres los cuales los modelamos en Revit y le ponemos todo el acero y ya cuantificamos.

8. ¿Esa información se las pidieron a ustedes o la necesitaban?

Lo que pasa que para entrar a un proyecto querían saber cuánto costaba, y sí sabemos, pero por tiempos nos iba a tomar mucho tiempo cuantificar, entonces utilizamos el Revit para modelar y de ahí pedirle la información de los materiales y ya poder dar un precio. Obviamente también estamos queriendo entrar en metodología BIM por esa cuestión de cuantificación de materiales.

9. ¿Para cuándo es tu meta de migrar a BIM?

Me gustaría que fuera este año, no es nuestra prioridad ahorita, pero sí es uno de los objetivos a corto plazo, no sabría si decirte saliendo este año ya lo vamos a implementar totalmente o al siguiente, yo creo que sería más bien al siguiente conforme va el ritmo de la empresa, y con lo que nos piden los clientes. Siento que si algo nos pide sería trabajar en colaboración con otras personas (nosotros como empresa) mientras generamos nuestra área BIM en la empresa.

10. ¿Han trabajado de manera colaborativa con otras disciplinas, en manera de juntas periódicas para la toma de decisiones?

Sí totalmente, no han sido reuniones en persona, muy pocas, más bien han sido reuniones por teléfono o videollamada, principalmente en videollamada donde compartimos la misma pantalla y me están haciendo preguntas y ya yo se las contesto. Qué pasa si mueven alguna cosa y así.

11. ¿Hasta dónde crees que es lo ideal la participación de un calculista en un proyecto grande, desde tu experiencia? ¿Crees adecuado que te encuentres presente durante todo el proceso?

Yo creo que sería hasta que se haga el último colado o se ponga el último tornillo o soldadura con respecto a lo estructural, esa parte sí sería estar informado de lo que está pasando, obviamente para que no haya ningún problema o duda, esto lo hago más en proyecto mediano. En casas no lo creo tan importante porque siento que la mayoría de las personas que construyen casas tienen el suficiente conocimiento para llevarlo, y algún cambio que hagan o alguna omisión no es tan... no afectaría tanto en la cuestión estructural, podría resolverse fácilmente.

12. ¿A partir de qué tamaño de edificación consideras necesario tu presencia de esta manera?

Yo hablaría de niveles, en estructura de 3 o 4 niveles, ya sería importante que por lo menos se esté revisando o que se esté informando al encargado del proyecto estructural, porque la mayoría de esas veces son proyectos ya más grandes que tienen estructuras robustas, ya sean trabes, ya sean losas y que obviamente es muy importante la cimentación, que no se vaya a omitir ninguna cosa, porque para ese tipo de estructuras cualquier cosa que haga falta sí repercute, y la solución sería mucho más cara a comparación de una casa. Y en metros cuadrados que sean proyectos grandes.

13. ¿Conoces o has escuchado del término IPD o Integrated Project Delivery?

No, no lo he escuchado. *(se da una breve explicación de lo que es).*

14. ¿Has tenido alguna experiencia colaborativa, o enfocada a lo que se define como IPD una vez ya explicado??

Ok, creo que sí se trabaja, pero en realidad creo que como lo trabajamos en las reuniones de que hay un cambio o un ajuste es muy común que nosotros hicimos el ajuste y no lo hicieron en arquitectura, y ya cuando están con el trompo nos hablan de que “oye esta columna siempre no iba”, o “esta trabe no la queríamos así”, creo que esa forma de trabajo se me hace bien, habría mayor comunicación en lo se respecta a un cambio o un ajuste, y obviamente lo puedan entender y visualizar en mejor manera en la parte arquitectónica, o el mismo cliente.

15. ¿Piensas que se debería resolverse el proyecto completo primero?

De hecho sí, nosotros obligamos a nuestros clientes, no a todos les podemos meter esa cultura, pero lo que hacemos es primero mandamos unos planos de anteproyectos que vienen con una leyenda que este plano no es constructivo, sino que es para cruce arquitectónico, entonces eso obliga al arquitecto a que realmente haga el cruce y nos dé sus comentarios, y sí nos ha funcionado bien, pues obviamente ellos quieren por responsabilidad que les mandemos un plano donde no diga esa nota y ya se lo enviamos como revisión cero, pero ya pasó por lo menos una revisión del arquitecto, y esto nos evita errores en obra, ya cuando el arquitecto está casi colando una trabe no le gustó, que nunca nos dijo que iba o no iba.

16. ¿Te gustaría un modelo colaborativo donde pudieran ver todos los movimientos?

Sí eso estaría excelente.

17. ¿Cómo manejarías cuestiones legales del modelo trabajando de manera colaborativa?

Yo creo que el modelo se puede compartir sin ningún problema, hablando de un modelo de BIM si estamos conectados como me acabas de preguntar, sería importante que existiera una restricción donde nada más el despacho sea el único con la capacidad de mover el modelo, no que todos le metan mano, porque sería un peligro. Solamente poder observar o hacer comentarios y hasta ahí, y ya si se necesita hacer un cambio en la parte estructural sea el único responsable, así como en la parte arquitectónica, así como cada quien en su responsabilidad del proyecto.

18. ¿Cómo afectaría en tus costos el trabajar de manera colaborativa (IPD)?

Sería algo nuevo, es evaluar cuánto tiempo más se tendría que agregar, a diferencia de cómo lo estamos haciendo actualmente, siento que sería meterle más tiempo y hay que cobrarlo. Si podría ponerle como un costo diferente de darle seguimiento al proyecto, o ajustes, yo creo que se cobraría diferente, pero sí primero medir el tiempo necesario que se estaría en esa parte, ya que no se tiene contemplado. Normalmente lo que se tiene contemplado nomás el primer inicio del proyecto, porque comúnmente, bueno en ciertos proyectos, ya no hay mucha comunicación o seguimiento.

19. ¿Pero crees necesario ese seguimiento?

A claro, creo que sí es necesario totalmente, y puede que sí sea necesario cambiar los costos, por el tiempo y el valor agregado que se está haciendo. El valor agregado principalmente.

20. ¿Cómo es su función de trabajo con un proyecto?

Ya estamos teniendo varios puestos, en el primero es el que tiene más contacto con el cliente al inicio es el Ing. Víctor el socio de la empresa, él es el director general y tiene más contacto al inicio con el cliente. Ya después de que nos dió el visto bueno y se llegó a un acuerdo económico, y acuerdo con fechas de entrega, ya yo le doy seguimiento al cliente, yo soy el que manejo la parte operativa, y veo las fechas y ajusto tiempos internos de proyectos que hay en la empresa y las personas que pueden ejecutarlo para designar según aptitudes y actitudes. Entonces yo en esta parte soy más como supervisor y coordinador del personal. Hay calculistas que estamos revisando y checando todo lo que están haciendo y ya al final del producto, los planos, primero se le da una revisión por el dibujante, después por el calculista, después otra revisión por mí, y ya dependiendo del proyecto también se le da otra revisión por el Ing. Víctor. Si el proyecto es algo muy pequeño pues ya nomás como con mi revisión, pero por lo menos tienen tres revisiones. Entonces eso nos ha ayudado muchísimo en disminuir errores, y que el cliente nos esté llamando “oye aquí qué onda, o falta este detalle o aquí no era así”. Entonces esa parte nos ha ayudado, y hasta ahí finaliza el proyecto. Puede darse seguimiento si hubo algún cambio, o algo así, que para casas es muy raro. Los cambios pequeños no los cobramos, pero si nos toma más de medio día sí los cobramos, depende del proyecto. Primero se manda un anteproyecto en donde se aceptan cierto número de cambios que no sean muy grandes. Si nos dan su visto bueno para nosotros significa que ya terminamos, obviamente podemos resolver dudas y boletines cuando falta información, pero si hubo un cambio que afecta más de medio día si tiene costo, pues ya se tenía cerrado el proyecto.

Entrevista 3

Entrevista con: Ing. Javier Ortiz

Empresa: Consulting & Construction (C&C)

Puesto: Director de la dirección de BIM y VDC (Virtual Design Construction). Gerente de proyecto (Project Manager Jr.) de una edificación vertical en Country Club a través del manejo de LEAN y BIM.

Fecha: 28 de febrero 2019

1. ¿Cómo ha sido su experiencia en el proceso de aplicación BIM como consultores?

Mi primera experiencia en BIM la tuve en esta compañía, pues en la universidad no me enseñaron este tipo de cosas, me comentaban que no había planeación, te dicen que lo CAD es lo último que tienes que aprender. Pero ya que sales a la vida laboral, actualmente ya te empiezan a exigir que sepas Revit, archiCAD o demás programas, porque ya la gente se empieza a dar cuenta que estamos evolucionando por lo menos de cómo dibujamos los proyectos, ahora vamos a modelarlos en 3ra dimensión, ya no es dibujo en 2D, ya es tratar de tener una visualización completa y no una imaginación como antes que era muy valorada de los ingenieros y los arquitectos de mucha experiencia, pero toda esa imaginación de la experiencia que tenían les costó pues tantos años para poder entender un plano e imaginarlo y saber dónde estaban los errores comunes que se encontraban en todos los proyectos. Y esta metodología viene a cambiar un poco la cultura de trabajo de la gente para que visualicen en 3D y no se imaginen las cosas y puedan detectar los errores por cualquier persona que tenga criterio constructivo, no tienen que tener mucha experiencia, pero tienen que saber algo de criterio constructivo ya sea de instalaciones, estructura o meramente de acabados.

Pues nuestra experiencia nace siendo consultores de una de las empresas más grandes desarrolladores de vivienda aquí en Jalisco que es Tierra y armonía, se empezó con un proyecto que se llama la Toscana, que es una edificación vertical. Ahí fuimos mostrándoles las interferencias o las inconsistencias que tenía el proyecto de acuerdo a lo que ellos habían diseñado en sus planos, lo único que hicimos nosotros fue agarrar sus planos que ellos habían diseñado, levantarlos en tercera dimensión, y demostrarle que había errores realmente muy graves que no se habían dado cuenta en la obra y lo estaban ejecutando tal cual los planos. Ya los profesionales que salían en campo ya no eran tan analíticos, simplemente les dan un plano y dicen “yo hago lo que dice que tengo que hacer, este es mi plano y construyo tal cual”. En este proyecto pasó exactamente eso, que les dieron los planos y ellos construyeron tal cual dice el plano y se empezaron a dar cuenta que había errores que una escalera no daba a donde tenía que dar, se metía la escalera a la propia trabe estructural, errores que pareciera que son mentira, pero realmente estaba sucediendo en la obra. Que no digo que no dijera que se tenía que construir de esa manera, pero no sabían cómo resolver lo que ya había pasado, porque como en toda obra se empieza por la obra civil, la estructura, el cascarón del proyecto. Entonces después de eso empieza todo el tema de acabado y etc. Entonces si eso además no está conciliado con la estructura, pues realmente vas a tener un cascarón de estructura que no coincide con las dimensiones reales de tus acabados o de tus albañilerías o instalaciones. Entonces empezaron a suceder un montón de errores de ese tipo, les empezamos a demostrar al cliente con imágenes qué es lo que estaba sucediendo y al principio no creían, pero ya cuando empezaron a salir errores más garrafales en obra, y empezaron a ver que los errores se los habíamos comentado a través del modelo. Nos contrataron tarde porque el proyecto ya estaba empezado, pero nos contrataron para ver qué les podíamos ofrecer y ver si era

cierto que en modelo 3D se pueden prever muchas cosas. Empezamos con ellos de esa manera, se convencieron de la metodología, al menos los altos directivos de proyectos y de ingenierías. Nos decidieron contratar para el proyecto del centro comercial Punto Sur. A la par también nos recomendaron con GVA, también les trabajamos proyectos porque estaban convencidos de la metodología funciona. Entonces empezamos a trabajar con ellos en coordinación en el LIFE Montemorelos. Ahí es donde los clientes se empezaron a dar cuenta que nuestra consultoría BIM realmente era indispensable que ellos a futuro no la necesitaran. Pues se tenían que capacitar obligadamente, porque hoy por hoy en el mundo, no digo que México, la metodología BIM es lo que se come todo proyecto, es obligado. No en todos los países está, por ejemplo, en EUA a pesar de ser potencia, no todos sus procesos están hechos con BIM, sólo en las empresas grandes que manejan proyectos grandes. En Barcelona y Chile lo están haciendo obligado, entonces, ya en muchas partes del mundo ya está siendo obligado, por lo menos en proyectos públicos, para tener una certeza de cuánto va a costar el proyecto y tener mucho menor costo de excedentes de obra fuera de contrato. Entonces es una metodología a la cual migrar, así como se cambió de dibujar a mano a autoCAD que maximiza los tiempos de rendimiento, pues aquí va a ser lo mismo, en vez de tener 10 personas dibujando en autoCAD, puedes tener una que te modele todo el edificio y no necesitas a varios que están haciendo los planos. Obviamente si tienen la experiencia de hacer planos de varias especialidades.

2. ¿La consultoría es su fuerte?

Seguimos haciendo consultoría, la gerencia de proyectos es nuestro fuerte, somos gerenciadore de proyectos, y ya pocas veces damos asesorías de consultorías BIM o LEAN porque nos empezamos a dar cuenta que las empresas no quieren tener un consultor, quieren hacerlo ellos, actualizarse ellos, y se están capacitando por ellos. Entonces nació una división en la empresa que se llama AEC Institute, que hace este tipo de temas. Capacitación a los profesionales, de implementaciones en las empresas que quieren hacer lo mismo que nosotros para poder estar capacitadas en su área. Les hemos dado capacitaciones a empresas de diseño arquitectónico, a desarrolladores de vivienda. Por ejemplo, en este momento estamos apoyando a Grupo Vidusa en Monterrey. También damos capacitaciones de todo lo que sabemos, de project manager como de LEAN Construction y BIM. En Monterrey estamos haciendo una implementación completa, es un cliente muy importante, es como Tierra y Armonía, pero de Monterrey. Ellos nos abrieron sus puertas para decirles exactamente cómo manejar su compañía, donde nosotros comenzamos a manejarla como si fuera nuestra para capacitarlos a la utilización de las metodologías que actualmente están punteando para que las construcciones sean de mejor calidad, de menores desperdicios y aprovechamientos de utilidad.

3. ¿Después de la experiencia con ustedes en la aplicación de BIM, los volvieron a contratar sus clientes GVA y Tierra y Armonía?

GVA sí los apoyamos a implementar, pero ellos decidieron capacitarse por su cuenta. Decidieron que con la gente que tenían capacitada era suficiente para empezar las cosas ellos solos. Por eso creemos que la asesoría BIM va a desaparecer en un momento y nos enfocamos en gerencia e implementación. En algún momento todas las empresas harán sus modelos BIM. Con Tierra y Armonía fue un tema más delicado. El primer proyecto el de la Toscana fue un éxito, pero Punto Sur al principio iba muy bien, pero al ser un centro comercial y tener la constructora poca experiencia en ese giro, pues sí llegó a afectar demasiado la coordinación de proyectos, que no era

parte de nuestra responsabilidad, pero sí era nuestro fuerte apoyarles a proyectos para que terminaran de definir. Son bastantes cosas las que influyen en un proyecto: gestoría de permisos, el tema comercial que influye demasiado en un centro comercial, como lo es, qué marcas van a comprar tus locales, qué es lo que se puede llegar a proporcionar en tu plaza, porque como centro comercial tienes que darle mucha publicidad, para que antes de que se acabe, cuando se inaugure sea un BUM y se tengan muchas utilidades y ganancias. Me parece que por la poca experiencia de la desarrolladora no lograron cerrar tratos con las marcas, porque no estaban seguros de lo que se les estaba ofreciendo. Esto fue un problema porque el gerente comercial decidió darle carta abierta a los clientes para realizar los cambios que ellos quisieran y no creo que sea lo óptimo. Se hicieron demasiados cambios en el proyecto, hasta la fecha todavía no se termina, me parece que tiene desde el 2015, no recuerdo, todavía siguen con cosas indefinidas, aunque ya tienen un avance considerable.

Es un proyecto ambicioso porque es demasiado grande, tiene solamente la primera etapa tenía 500m lineales de andadores para tiendas, se hizo una segunda parte con los mismos metros lineales, se van a hacer departamentos, es un proyecto gigantesco, una mini ciudad. Entonces como te comentaba al principio íbamos bien, y cuando empezaron a salir mal las cosas y a pegarle en el bolsillo, en lugar de ver que estaba haciendo mal el cliente, estaba buscando a quien culpar. Normalmente los inversionistas no se fijan en lo que están haciendo. Yo creo que lo que pasó en este proyecto fue un tema complicado, se olvidaron de lo que es BIM, no es solo un modelo de 3D que te va a ayudar a coordinar y casi inmediatamente, que no es así, pues, pero se olvidaron que la metodología viene de atrás. Viene de una planeación.

Es por eso que nosotros metimos LEAN hace tiempo. BIM y LEAN conviven para que sean exitosos los dos. No puede haber una construcción exitosa sin desperdicios si no hay un proyecto definido, y LEAN Construction se enfoca a no tener desperdicios, y para no tener desperdicios tenemos que tener un proyecto coordinado para poderlo construir como si fuera un rompecabezas. LEAN no funciona si no hay una planeación adecuada de todos los integrantes del proyecto, desde inversionistas hasta el cabo, entonces si el inversionista no está en la misma línea, de que se tiene definir, este, tal vez, clientes de que se tiene que definir, sino hay clientes, pues por lo menos espacios comerciales ya definidos y no se van a mover, porque el cliente va a ir a buscar sus espacios como le convenga, y si no le convienen pues no venderlos. Es complicado en un centro comercial.

Lo que debieron haber hecho es un poquito más de investigación de qué espacios iban a pedirles antes de empezar a construir. Si hubieran hecho esa gestión, que yo creo que se debió haber hecho, o no sé si se hizo y no se pasó a las personas correctas de proyectos, pero si no se pasó a las personas de proyectos también es como si no se hubiera hecho. Si hubieran hecho esa parte, en proyectos hubieran tratado de prever que esos espacios se los iban a solicitar, pues yo creo que se hubiera ahorrado muchísimo más. También estaba la parte de “cámbiale a esta parte del proyecto para que se ve más ostentoso” y como todo cliente, trata su proyecto para él mismo, se le olvida que es para generar ganancias.

Creo yo que le pasa mucho al inversionista, que muchos no saben de construcción, otros sí saben de construcción, pero a varios les pasa que quieren ver el proyecto como suyo, como si fuera su hijo, y lo quieren ver magnífico, pero a la hora de los costos, lo quieren al menor costo posible, pero a la hora de que pasa algo, ellos no se ponen a ver que cada una de sus decisiones afecta el proyecto. Entonces, creo que en resumen, no nomás nos pasó con Tierra y Armonía, también nos pasó con varios clientes, que cuando se mete el inversionista a tratar de cambiar las cosas, es el

que menos sabe qué consecuencias va a generar su decisión y es por eso que creo que cuando contratan a sus supervisores, ellos tienen que hablar con los inversionistas y ser claros en lo que están haciendo, para cuando pase algo de costos ellos lo absorben completamente. Que su decisión sea monetaria específicamente y en su cabeza “quiero que se cambie eso, pero cuánto me cuesta”. No pues cuesta tanto y te va a costar tanto por los retazos que nos vas a generar. Si están conscientes de todo lo que implica se van a mover menos.

4. ¿Ustedes se encargan de dar ese conocimiento al cliente/inversionista de las implicaciones de costos y retrasos que implican sus decisiones?

Afortunadamente ahorita que hemos tenido esas experiencias estamos tratando de ayudarles, haz de cuenta que al que voltean a ver fue al que les dijo que les iban a ayudar a solucionar sus problemas, pero lo malo es que nos ven como si fuéramos mágicos y que vamos a hacer todo con un solo clic y que todo se va a solucionar en el momento que ellos toman una decisión.

Es el problema que nos empezó a pasar que no entendían que es una metodología de trabajo, y al no entender que es una metodología de trabajo que tiene ciertos pasos para que sea exitoso, trataron de adaptarla a sus costumbres y es lo que ahorita está costando mundialmente, no solamente a nosotros: adaptar a la gente a una cultura nueva de trabajo, es por eso que BIM en muchos proyectos aquí en México no son exitosos porque la cultura de trabajo no fue exitosa, y hay otros proyectos donde la cultura de trabajo fue medianamente exitosa, y hay proyectos donde fue exitoso porque la cultura de trabajo se hizo como se tenía que hacer. Entonces depende de contratistas, de qué cliente sea, depende de qué tipo de personas trabajen en el proyecto, porque las personas influyen, desde los residentes hasta los directores de obra, entonces es cómo sucede ese tipo de temas.

Entonces en la parte de Tierra y Armonía, en resumen, se va a eso, que nos creyeron que éramos mágicos para resolver todos los problemas que tenían, cuando el problema de fondo era falta de definición de parte de ellos de cómo querían los materiales, los espacios, todo. Al no tener una definición a tiempo, pues obviamente la construcción se fue retrasando. La construcción no era parte de nuestra responsabilidad, pero si el tema de co-ayudar a que el proyecto saliera adelante, pero nos la ponían demasiado complicado, tratábamos de meternos a diseñar arquitectura junto con ellos, pero era lo mismo, cada cambio era inminente. A veces el despacho arquitectónico que se había contratado se encuentra en la CDMX, pues realmente no estaba tan metido para sacar adelante el proyecto y quería seguir haciendo modificaciones porque quería que se respetara su esencia arquitectónica. Era muy complicado, hasta nos metimos como diseñadores.

5. ¿No había comunicación en los involucrados del proyecto?

Se intentó tener, porque al principio no teníamos mucha comunicación, TyA y C&C con los arquitectos de CDMX, y se empezó a intentar tener, pero este despacho era un poco especial que no quería contestar todo el tiempo, te ponía citas, si era muy complicado de TyA decidió meterse hasta diseño, nos involucraron a nosotros también, pero a los arquitectos no les gustó. Empezaron varios temas complicados con el proyecto, más el tema comercial, que varios locales no se tenían vendidos y no se sabían cómo iban a ser. Que al final te pedían un local sin columnas y pues tu tenías que darlos e implicaba modificaciones. Súmale lo que tú quieras, falta de definición, que eso en todos los proyectos sucede, por eso no creo que sea con TyA, sino con muchos clientes que no entienden que es una cultura de trabajo que tienen que adoptar diferente para que esto funcione. Lo dicen libros de BIM pues, para que tu proyecto funcione primero tienes que dejar en claro las reglas, y cuáles son las reglas, bueno es por eso que creo que entra mucho BIM en LEAN. Cuáles

son las reglas, pues definir fechas desde la planeación, fechas compromiso desde la gestoría. Si tú quieres empezar desde ahí en la gestoría de permisos de construcción, bla,bla,bla. Hasta el tema de proyectos, que tengan un Hito de cuando tienen que definir la cimentación con sus estudios base para hacerlo lo más rápido posible, cuando tienen que definir la estructura o cuándo tienen que definir arquitectura para que el estructurista defina, cuando se tiene que terminar arquitectura para que la cimentación esté definida. Entonces tienen varias cosas que son hitos importantes en el proyecto que es cerrar tal vez áreas arquitectónicas completas. Puede que haya proyectos que donde haya tres torres, pues por la torre que vamos a empezar por lo menos cerrarla por completo de manera obligada.

6. ¿En la gestión de obra que manejan, esos son sus procedimientos, cerrar proyecto o una parte del mismo antes de empezar? ¿Cómo es su experiencia de llevar una planeación junto con los demás involucrados (Arq., estructura, instalaciones) en la parte de proyectos? ¿Consideras importante que se termine proyecto primero, o existe un punto a donde llegues en proyecto y puedas comenzar obra, para después seguir las dos cosas a la par, sin que se empalmen?

Lo hemos intentado. Nuestra experiencia en eso es tener una planeación antes, principalmente siempre es tener una planeación de cuáles son los compromisos que uno va a adquirir en definición de proyectos, se puede entender por mucha gente que mientras se excava se va definiendo proyecto, porque proyecto se acaba rápido, pero eso es una completa mentira porque nunca sucede, es muy complicado definir un proyecto al cien por ciento. En el que estoy actualmente con unos clientes que se volvieron desarrolladores de vivienda vertical que tampoco tienen mucha experiencia en ese lado. Tienen desde el 2014 definiendo proyecto y es fecha que aún no terminan, entonces, yo creo que, en base a mi experiencia, no creo que hagamos mal trabajo como gerenciadore de proyectos o que las gerencias sean las culpables que los proyectos no salgan adelante, o los consultores BIM o LEAN como como los llamemos.

En mi experiencia va más allá de convencer al que pone el dinero, que es cómo se tiene que trabajar, explicarle la metodología al 100%, qué es lo que se tiene que hacer para que esto funcione, y explicárselo como a él le gusta, con números, con dineros. Si tú le hablas en dinero él te va a decir “ah ok cuánto me va a costar y cuánto me va a ahorrar”. No le interesa saber si BIM ni las metodologías ni qué programas son, ni cómo se va a ver su proyecto de bonito. No le va a interesar tanto si le va a costar demasiado. Entonces, si le hablas al cliente con números, creo que es ahí donde va a darse cuenta de lo que está pasando. Y muchos de los supervisores que contratan no les hablan con claridad a los inversionistas, y es por eso que pasa ese tipo de temas, y después sale con que la gerencia es la culpable, y después cambian de gerencia, y todo bien con la segunda gerencia, y si siguen haciendo lo mismo van a seguir teniendo los mismos problemas con diferentes gerencias. En base a mi experiencia lo primordial es definir tiempos, desde proyecto sí se puede. Yo creo que para que todo funcione tiene que ser desde la gestoría.

7. ¿Se han involucrado en proyectos como gestores desde el inicio?

Ahorita nos hemos involucrado, haciendo de lado lo de Vidusa, que ese si estamos de lleno, pero en los demás proyectos nos hemos involucrado desde el “proyecto” porque la construcción ya está empezada. Entonces, siempre es muy complicado si un proyecto no está definido y una construcción ya está empezada cómo gestionarlo. Entonces aclarando, planificación siempre tiene que ser desde lo más inicial que se pueda, que deje el cliente, si te deja empezar desde gestoría, lo

más recomendable es planear su gestoría, cuánto tiempo se va a tardar, o decir, bueno tenemos un mes, dos años para realizar la gestoría por X razones, o simplemente decir ya que se acabe los trámites y antes de empezar a poder construir, antes de tener una fecha de inauguración definida o empezar a vender a tus clientes que el proyecto bla, bla bla, primero, vamos a hacer una planeación de proyectos, no un proyecto detallado pero sí un proyecto base, hacerlo un poquito más que un conceptual, pasar de un anteproyecto, a un proyecto básico y en una segunda parte, como nuestra experiencia nos ha dado de entrar en la mitad del proceso, ya que el proyecto está en construcción y no está definido.

En mi experiencia muy personal, he intentado, pues no digo que lo he logrado, porque es muy complicado, he intentado planear, y lo he hecho de esa manera, he intentado planear para que se cumplan objetivos, y digo intentado para cumplir objetivos, porque la planeación que he hecho ha sido muy detallada de que “ok vamos a construir esta parte, esta área que ocupo que se coordine para que no me afecte en construcción, es independiente de las otras dos áreas que todavía no están definidas y por ahí vamos a empezar”. Entonces desde ahí inicia la planeación cuando nosotros empezamos como a medias. Ok, qué vamos a construir, porque ahorita la pauta la está dando construcción o le va a dar proyectos, porque construcción tiene que acabar a tiempo porque ya está vendiendo los departamentos, los locales comerciales o las casas, o lo que sea. Tú planeas para definir objetivos de ciertas áreas, tal vez no de todo el proyecto, pero sí de áreas construibles, yo lo que hice fue definir a proyectos, yo ocupo que me entregues esta área definida para tal fecha para yo poderte entregar en la fecha en que tú me estás diciendo, porque a veces tú proyectos eres mi mismo cliente de la construcción. Entonces yo a proyectos le digo, entrégame en esta fecha, para yo poder entregarte en la fecha que quieres y así entramos en gerencia de proyectos. Pero qué pasa si ellos no nos cumplen, se empieza a atrasar también la construcción, y tengo muchas pruebas de que eso a sucedido. Desgraciadamente el inversionista, que a veces no se tiene mucha comunicación con él, no entiende esa parte, porque los supervisores que les pides una fecha, no se enteran de las entregas el cliente, y solo se fijan en el retraso de construcción. Por eso creo que es muy importante involucrar a la gente que tiene y está poniendo el dinero, porque es la que al final de cuentas decide quién se va o no, o a quién va a contratar y cuánto le cuesta.

8. ¿Conoces el concepto de IPD o Integrated Project Delivery?

De hecho, es uno de los conceptos que es parte de las nuevas metodologías que están haciendo adelante, entonces, IPD es una de las mejores metodologías que yo creo se tienen que usar en un proyecto, siempre y cuando convenzas al de arriba para abajo.

9. ¿No has tenido la experiencia de trabajar con esta metodología?

Todavía no me ha tocado, que nos dejen, la parte de LEAN y de BIM la llevo como me dejan, con todas mis experiencias y aptitudes, puedo hacer las cosas bien, pero a medida que me dejen. Eso es lo complicado.

10. ¿Crees que es un punto clave para que funcione las metodologías que utilizas en tu trabajo lo mejor posible?

Involucrando al inversionista es como tú le empiezas a convencer de cómo vamos a trabajar. Explicarle cómo vas a trabajar y darle un cronograma de trabajo, porque muchas veces, solo es a qué te dedicas, qué me vas a ofrecer, muestras tus ofertas y así son las negociaciones, a veces no dices más. Qué vas a dar, como KPIs, el modelo etc., pero no explicas cómo vas a trabajar, y yo creo que la parte en que tienes que ser bien claro con ellos es decirles “a ver, tú eres el inversionista,

tus responsabilidades son estas”. Tal vez después de contratado o antes, porque también importa la parte de la negociación, tal vez después de la contratación le comentas al cliente cuáles son sus responsabilidades, tus supervisores tienen estas responsabilidades, yo como tu consultor BIM o gerente de proyectos tengo estas responsabilidades, y los contratistas que se van a venir quiero saber cuáles tú ya estás considerando, y cuáles yo quiero considerar por mi experiencia de trabajo con ellos. Se verá algo extraño, pero desde proyectos, tenemos que estar definiendo qué contratistas nos van a apoyar, y tal vez no en un anteproyecto, pero sí en uno más avanzado donde se empieza a detallar. Teniendo un proyecto claro de lo que se va a hacer, involucrar a los constructores, para poder a llegar un proyecto detallado construible, porque a final de cuentas, eso es un proyecto ejecutivo.

Es a lo que queremos llegar y muchos quisieran llegar. No me ha tocado ver una obra donde ya se tenga todo el ejecutivo, y menos en proyectos grandes, solamente se da cuando vienen de empresas internacionales para que solo lo construyan en otro lado. Es poco común que alguien diga que llegué a un proyecto ejecutivo antes de construcción, o durante la construcción, pero que no me afectó para nada porque me iban definiendo bien clarísimo. Entonces es algo a lo que se quiere llegar. La metodología de IPD puede ayudar bastante porque significa tal cual eso, integrar a los responsables o a los futuros responsables del proyecto y la construcción, para que con una mancuerna trabajen claro. Así ya se trabaja en muchas partes de EUA, Europa y Canadá. Hacen un Big Room o project room, recibe diferentes nombres, donde se hacen juntas de coordinación con el personal de BIM y los constructores, que eso es lo que estamos intentando hacer nosotros para mejorar ese tipo de temas, pero también tiene que estar el representante del inversionista, los supervisores, para al momento de tomar una decisión, que sea consensuada y se vaya para adelante, que no se vuelva un ir y venir de información para ver si está de acuerdo o cosas así. Como gerente de obra no tengo problema que me hagan cambios en proyectos, mientras me definan rápido, yo veo cómo actuar para que la construcción salga adelante y el proyecto esté coordinado, antes de empezar a ejecutar. Pero si esos cambios tardan meses pues se atrasa todo y yo les notifico.

Se entiende que desde proyecto se puede liderar, porque si llega un proyecto que no es construible, pues se va a tener que cambiar. Por eso es importante que en IPD se entienda que se tienen que involucrar todos los inversionistas, gerenciador de proyecto, diseñadores, consultores, todo lo que exista en el proyecto o quien se quiera contratar, tiene que estar metido en las juntas e involucrado en las decisiones que se tomen, para que no salga nadie a decir “no me consideran” o “se tiene que cambiar eso porque no vamos a cumplir una norma o no sé qué” o depende de los tipos de proyectos, pero es así como se tiene que manejar.

Hemos tenido experiencias en Centura que es un proyecto grandísimo que es un centro comercial. Ahí la metodología se trató de mexicanizar por así llamarlo, porque el gerente o director de constructor que era nuestro cliente, era una persona de bastante experiencia que solucionaba las cosas rápido, pero cambiaba un buen el proyecto. Afortunadamente las definía rápido que eso es lo que ayudó un poco a que no se retrasara la obra, pero el proyecto no fue coordinado de manera adecuada, y hubo muchos extras, que el inversionista no sabía cómo pagar. Tenemos que tener cuidado en muchísimas cosas, una cosa es colgar el proyecto para que sea exactamente el costo que te dijimos que iba a ser, coordinar el proyecto y construirlo tal cual. Ahora, si no puedes coordinar todo el proyecto, coordinar por áreas, pero vamos a tener que llevar una gestión de costos para que sepas cuánto vas a ir gastando, porque los materiales que van a definirse a final de cuentas, pues necesitas saber el costo total de un edificio, para poder tomar decisiones. Tienes la opción de

definir el costo de un solo edificio y obtener el costo del mismo para que se tenga un parámetro claro de cuánto va a costar, o lo vamos haciendo a la par y vamos dando reportes de cuánto puede ir costando cada nivel que se va a construir en tiempos más próximos. Así el inversionista podría ver BIM como parte de apoyo a la información, creo que esa parte no se ha dado, no porque no queramos, pero cuesta y no lo quieren pagar por su gente de confianza, o la gente de costo de sus departamentos que no manejan la metodología de trabajo.

El cliente quiere mucho pero no lo paga, para que un proyecto BIM funcione tiene que estar todo el organigrama de ese proyecto desde el inversionista, costos, compras, la parte comercial, todos tienen que estar alineados a la misma metodología de trabajo o algo puede salir mal, porque no se previó.

11. ¿Cuáles son los retos a los que se han enfrentado al implementar la metodología?

Siempre va a ver bastantes retos, pero en las metodologías que trabajamos tanto de BIM como de LEAN siempre lo que te topas es el tema cultural, la gente no quiere cambiar su forma de trabajar. Si te topas con una gente que es experta en autoCAD y le tomó años serlo, y le dices que Revit hace mejor las cosas que lo que él ha hecho tanto tiempo, con tanto trabajo y que te va a dar más, información que hace a mano, pues si pega, me pongo en sus zapatos y digo “yo aprendí este programa para que llegue otro que funciona mejor”, creo que es muy entendible, pero toca evolucionar, no se puede quedar uno en esa parte, y probablemente nos toque a nosotros, que las herramientas que hay en el mercado sean obsoletas. Ya existen ciertas herramientas que ayudan a automatizar el trabajo y de manera correcta. Hay que investigar e indagar esa evolución. Incluso el internet de las cosas, que es la comunicación inalámbrica con incluso maquinaria, automatizadas, o manejadas por control remoto, el Big Data, donde entra más BIM, los datos en la red que están ahí para todos. etc. Ya incluso la información se maneja en la nube, está en internet, es digital. El reto más importante es evolucionar, tratar de cambiar nuestra cultura de trabajo, lo vas a escuchar muy seguido, en gente experta.

12. En Guadalajara, ¿cómo te ha sido su experiencia como implementadores BIM, ¿cómo ves a los despachos de la ciudad respecto al tema del cambio?

Muchas nos han buscado, pero no muchas nos han contratado por el costo que les implica, porque no convence al dueño de la empresa, porque quieren buscar como todo empresario el mayor beneficio al menor costo, entonces, tal vez contratan a un BIM manager que les soluciona las cosas de momento o ese tipo de cursos, otras empresas sí nos han contratado. Pero aquí en GDL han sido muy pocas, negociar aquí es tratar de convencer qué es lo mejor, es tratar de cambiar la mentalidad, somos muy pikis o especiales para tomar cualquier decisión. A diferencia en nuestra experiencia en Monterrey los convencimos con la misma técnica mucho más rápido. No estamos inventado nada, son metodologías que se hacen en otros países y han funcionado muy bien. Aquí en Guadalajara, siente mucho la gente que uno lo intenta convencer que uno cree como si fuera una religión, y te dicen “no, tú me estas queriendo cambiar la forma de ver”. Es bien complicado porque creo que la gente en Guadalajara es muy su estilo. Quieren lo mejor al menor costo posible.

Tenemos acuerdos comerciales donde te puedes certificarte a través del American General Construction, que es como la CMIC, donde viene una persona que aplica un examen donde te certifica la metodología de trabajo BIM.

13. ¿Tienes conocimiento del porcentaje de beneficio a través de la utilización de las metodologías?

Nosotros no lo hemos hecho, pero hay organizaciones que si como Buildingsmart, PLAN BIM que es la empresa que hizo la implementación de BIM en Chile, también han sacado datos de lo que se puede ahorrar, y todos mencionan el dato de 30%, es lo que se ahorra. Cómo lo llegaron a medir. En EUA en una universidad me parece, tenían un edificio y en otro terreno construyeron el mismo edificio con las mismas características, pero con la metodología BIM. La ventaja que tuvo era que el proyecto ya estaba definido y ya tenía toda la planimetría, solo se enfocaron en coordinar el proyecto. Puede que no sea igual en todos los proyectos, pero es un aproximado.

14. ¿Cómo ves el cambio de CAD a BIM en ZMG, siguen generando modelos ustedes?

Sí todavía hay necesidad, yo creo que en un momento a nosotros nos llegarán los modelos, pero depende mucho de los altos mandos por decir algo, para que la gente se involucre, ya los inversionistas los están pidiendo en el sector privado. La gente que no lo está pidiendo como gerenciadore de proyectos, despachos de diseño, como constructores son los están convenciendo. Hace unos 4 años éramos unas 6-7 personas que trataban convencer de la metodología, ya es mejor el avance, pero todavía hay muchos. En las universidades ya se está enseñando la metodología, pero todavía va a costar mucho de trabajo, no hay profesionales capacitados suficientes todavía para lo que puede llegar a ser la demanda de trabajo de las metodologías. Nos hemos acercado a universidades, que buscan cambiar sus planes de estudios enfocados a BIM y LEAN para que se vaya haciendo una nueva cultura de trabajo a los nuevos trabajadores. En un congreso que organizamos en CDMX llamado City AEC se tuvieron pláticas con universidades sobre sus retos para preparar a los futuros profesionistas y tener relaciones con negocios que puedan brindar las prácticas reales de eso.

15. ¿Cuáles son sus herramientas para que se trabaje a través de la metodología?

Nosotros como gerenciadore de proyectos obligamos a través de un contrato, a que los contratistas hagan BIM y LEAN, así como los diseñadore manejan esa parte. Tienen que tener una persona dedicada a BIM y a LEAN, ellos sabrán si es la misma, o dos diferentes, pero es como hemos visto que funciona y obliga al cambio cultural, hemos leído que así se ha hecho en otros países y nos ha funcionado. Se tiene que tener una planeación completa desde el principio y más una planeación LEAN que es full planning, trata de establecer la meta final como fechas de cierre y de ahí te vas hacia atrás para definir tiempos reales de trabajo, cuánto te vas a tardar en hacerlo y así marcas tu fecha de inicio. Es más, el tema económico el que ayuda a que funcione.

16. ¿Cómo definen el nivel LOD (Nivel de desarrollo de proyecto) del modelo a realizar?

Depende de varias cosas, si eres constructor, gerencia o supervisor y de las necesidades de cada parte. Pienso en todo lo que tengo que cuantificar para sacar mis materiales y eso es lo que requiero en el modelado. Normalmente manejamos un LOD 400, depende de la magnitud del proyecto y las cosas a considerar.

Entrevista 4

Entrevista con: Arq. Luis Medina

Empresa: Gómez Vázquez International GVI.

Puesto: BIM Manager

Fecha: 4 de marzo del 2019

Pionero en el cambio de plataforma de trabajo para proyectos de diseño y ejecutivos en la firma.

1. ¿Cómo fue el proceso de cambio de modelo tradicional a BIM?

Primeramente, en el proceso de cambio de plataforma hubo muchos temas que nos ocasionaron muchos problemas, principalmente al cambio de plataforma, en este caso en las personas de mayor edad, que son los directivos. El desconocimiento de las bondades de la plataforma, en este caso de Revit, que es una de las principales plataformas de los procesos BIM. Otro tema es de que, las personas que lideran los proyectos estaban muy encasillados nada más en CAD, porque ya tenían una estandarización muy sembrada, muy trabajada ya de años atrás, pero cuando vieron ya las posibilidades de cambiarlo, el proceso fue muy trabajoso de cambiarles ese chip a esas personas, porque querían por ejemplo, como muchos de los contras que tenemos a nivel nacional y quizá a nivel internacional, es que uno de los entregables sigue siendo autoCAD, los planos de autoCAD, entonces como esos son los objetivos a cumplir, se trabajan los proyectos normalmente para realizar planos, cuando no debería de ser así únicamente, uno de los entregables han sido los planos de autoCAD, entonces se exportaba el trabajo o las láminas generadas en Revit, bajo los procesos de BIM, te hablo ya una vez coordinados con estructura, o instalaciones, porque, vaya, BIM no es Revit, sino es un proceso donde se colabora con diferentes plataformas.

2. ¿En el despacho hacen el cruce de información con las diferentes disciplinas?

Sí lo hacemos, mas no lo hacemos tan al cien porque uno de los contras es que el hecho de que nosotros estemos trabajando bajo esos procesos, o bajo la plataforma de Revit, no determina que determina que los especialistas externos vayan a trabajar de la misma manera, porque, por ejemplo, pasa que los que diseñan landscape o las instalaciones es muy raro que también se suban al barco por así decirlo. Entonces una es por ese tema, otra cosa es por el tema de licencias, capacitaciones, otro tema también es el desconocimiento, o sea una implementación pues es un tema que cuesta, y cuesta caro, pero es más caro el no implementarlo a tiempo.

3. ¿Se maneja la empresa por completo en BIM?

Se sigue trabajando los temas de CAD pero para revisión y para entrega del cliente, porque hay clientes que lo siguen pidiendo en CAD o PDF, pero ya cuando llevamos la coordinación a obra es cuando empezamos a meter temas de, por ejemplo, realidad virtual, también hay una empresa que colabora, es una empresa hermana de GVI, que se encarga de hacer lo que viene siendo el Virtual Design, todo lo que viene siendo la realidad virtual, la venta de proyectos, ósea llevan al cliente a obra y lo ponen los google y les están mostrando cómo se va a ver. Se trabaja también la venta de proyectos con Lumion, me refiero a venta de proyecto porque enamoran al cliente en esa parte, y ya en obra, en ejecución es cuando les ponen los google. Lo de las instalaciones están muy poquito rezagado porque como te comento, aún en México hay muchos ingenieros o empresas de ingenierías que no trabajan al 100% instalaciones, si las hay, pero las que hay nada más te modelan, no te llevan una coordinación como tal más que en Navisworks y te hacen el cruce de instalaciones

y con eso, pero no te llevan al 100% la ejecución de obra porque nomás se dedican al modelado. Entonces ese es el tema que todavía hace falta que la cultura se vaya permeando.

2 ¿. ¿Llevan la coordinación con otras disciplinas de principio a fin, desde diseño hasta final de la obra?

Si, también las trabajamos con algunos ingenieros, mas no al cien porque no todos la trabajan con modelado.

3. ¿Ustedes modelan esa información que no llega en 3D?

Modelamos algunas estructuras esquemáticas, a criterio, y ya cuando empezamos a coordinarnos con ingenieros que sí modelan, que si las hay aquí en GDL, pero también están en etapa de implementación y no lo llevan al cien, nos envían sus modelos, los revisamos y empezamos a hacer el linkeo de modelos para hacer los análisis de arquitectura con estructura, si está bien la sección, si le hace falta más altura al entrepiso por ejemplo, y todo ese tipo de análisis es lo que ya empezamos a revisar, pero si hay empresas aquí, pocas, de estructuras que lo están llevando.

4. ¿En qué momento de la implementación se encuentran y cómo es su relación con otras disciplinas?

Nosotros ya estamos ahora sí que, empezando a caminar, pero sí hay empresas que todavía están en proceso, si porque, el tema de una implementación en una empresa, no nada más es capacitar a tu gente en el uso de la herramienta que se decida usar, ya sea archiCAD, Allplan o Revit, que normalmente ahorita en Latinoamérica es Revit. No nada más es la capacitación y hacer planos, sino que hay que orientar cómo se va a trabajar, cómo se tiene que modelar, qué criterios deben de considerar dependiendo el objetivo BIM que se requiera.

5 ¿Cómo es su proceso en el desarrollo de proyecto?

Pues ahora sí que el proceso es lo normal, la lluvia de ideas, se empiezan a hacer el vaciado de ideas en papel, empiezan a echar líneas. Otra es hacer un vaciado de información en paleta de materiales por ejemplo, o sea que materiales se empiezan a considerar para ciertas áreas, qué tipo de plantas para lanscape, pastos, pisos para exteriores, e impermeabilizantes etc., ya posteriormente se empiezan a hacer conceptuales, igual a mano, perspectivas, croquis, posteriormente se pasan esas líneas, se escanean y se empiezan a trazar en autoCAD, que ahorita todavía estamos viendo si esa parte ya la quitamos y nos metemos directamente a Revit, que desde ahí empezamos a aventar las famosas gelatinas. El proceso ahorita con el CAD es de que empiezan a hacer ese trazado que hicieron a mano, y posteriormente ya sea se avientan las gelatinas, los volúmenes para hacer estudios de fachadas, de volumetrías, etc., ya sea en Rhino, Sketchup, o ya unos usuarios ya lo están empezando a hacer en Revit, para eso se preparó una plantilla central. Como te iba a comentar anteriormente, no nada más se necesita la capacitación del personal, yo lo llamo un ecosistema BIM, que se requiere, por ejemplo: estándares gráficos, familias, manuales de uso, de plantilla, manuales de buenas prácticas, manuales de modelado, un manual de toda la estandarización de los estándares internos de la empresa. Para esto, de todo eso, se empieza a trabajar en base a colaboración con externos el famoso BIM Execution Plan (BEP), ese es ya para trabajar los modelos ya para colaboración interna y externa. Se requiere una plantilla central, nosotros la llamamos como template central, que es en donde tenemos todo el estándar vaciado en una plantilla, que se puede utilizar para cualquier proyecto que requiera aquí en la empresa, pero

para ello, ya en cada proyecto se empieza a personalizar cada proyecto específico, pero esa plantilla central está basada para cualquier necesidad

6. ¿Qué elementos importantes tiene tu plantilla?

No está muy llena de familias, pero si es necesario tener lo más usado, lo que normalmente usas, tipo de muro, tipo de materiales, tipos de losas, cubiertas, tipo de cristales, paneles, aluminio, etc. Tipos de líneas, cotas, etc., etc. También las automatizaciones de tablas de cuantificación, ya las tenemos todas trabajadas para cuando tu arrojes un muro ya automáticamente ya te esté arrojando hasta el costo si quieres de ese muro. También es necesario tener en el ecosistema BIM parámetros compartidos. Todo tienes que tenerlo ya estandarizado, tipografías, tipos de texto, tipos de cotas. También tienes que tener por ejemplo en la nomenclatura los prefijos para identificar nosotros de que cierta familia es propiedad de aquí de la empresa, o sea todos esos temas, lleva muchísimo tiempo, pero es muy necesario, si es un tema que, estandarizar una plantilla al cien, que por más que le escarbes tenga el emblema de la empresa, es necesario, pero si lleva su tiempo.

7. ¿Cuáles son los parámetros compartidos?

Son, por ejemplo, los que tú puedes utilizar en uno o más proyectos. Los parámetros de proyectos son los que únicamente aplican a ese proyecto.

8. ¿Cuánto tiempo tomó hacer el cambio a la metodología BIM?

Bueno el cambio, yo antes de entrar aquí, ya tenían intención de cambiar, pero no tenían una referencia, se hacía el modelado previo nada más de algunas áreas, pero lo terminaban desarrollando en autoCAD. Cuando me dan la oportunidad de entrar aquí, yo les planteé la opción de generar una plantilla, sobre de esa plantilla, trabajar un proyecto real, piloto. Obviamente como muchas personas no sabían lo de la herramienta, lo que yo empecé es asesorar. Juntarnos aquí (en la sala de juntas) a la mayoría del staff, o los que se iban a meter a ese proyecto, empezar a explicarles paso por paso qué es lo que tenían que hacer antes de empezar un proyecto, ya sobre de esa base empezamos a trabajar ya real. Al principio sí fue un poco desordenado, porque muchos seguían con el chip de que seguían trabajando en dos dimensiones, en autoCAD. Por ejemplo, un muro lo querían de hacer con líneas, pues no era nada eficiente eso. A la entrega de proyectos sí fue un poquito complicado porque el cliente notaba la calidad de lo que se presentaba, por ejemplo, lo que se hacía de autoCAD, a lo que se hacía en Revit, y fue ahí un poquito complicado porque ya los directores decidieron empezar el estándar de calidades de CAD a Revit. Sí se les marcó la pauta que Revit es un programa técnico, no para dejar bonitos los planos, pero se logró, ya ahorita el proyecto en Revit queda ahorita hasta más impresionante de lo que se hacía en CAD. Pero si llevó su tiempo, para perfeccionarlo al nivel en el que estamos ahorita, tenemos ya dos años, ponle que un año dos meses, nada más que los otros diez meses se hizo perfeccionándose la plantilla con el manual, y el estándar general. Se tiene que digerir mucha información antes de empezar a trabajar.

9. ¿Cuál es tu trabajo como BIM Manager?

Audito todos los proyectos, cuando se va a iniciar un proyecto, lo que yo hago es unir a todo ese equipo y responder todas sus dudas y problemas frente al programa. Si ya es algo a criterio constructivo, la ejecución de obra, al lado mío se junta un project manager, quien es el que está en

coordinación de obra e ingenieros, responde las cosas técnicas, se realizan croquis en el pizarrón de cómo tiene que construir en la realidad, para que en la construcción virtual se modele bajo un proyecto constructivo.

10. ¿Han visto reflejados los beneficios de BIM de proyecto a obra?

Si, nos eficienta mucho el poder ver posibles problemas que más adelante iban a tener en obra, por ejemplo los medios sótanos, en las rampas cuando se hacía en autoCAD, los ingenieros solamente hacían los planos, ahora que nos otros los tradujimos a volúmenes 3D nos percatamos de que estas trabes atravesaban a media altura las rampas, fue ahí cuando se regresaba el trabajo, se mostraban los errores de diseño, se daban cuenta de los errores que no visualizaban en 2D, es una de las bondades del trabajo en Revit, no tanto con procesos BIM porque esos tienen que ver más con la colaboración.

11. ¿Cómo ha afectado/beneficiado en tiempos de trabajo la metodología?

Depende mucho del proyecto, es bien cierto que te optimiza los tiempos, siempre y cuando la gente que esté trabajando en ese proyecto tenga conocimiento de la herramienta, no tanto de los procesos, para que te pueda traducir el diseño o la intención del diseño a 3 dimensiones con criterio constructivo. Pasa que muchas personas siguen modelando como si fuera sketchup, que es un problema de las capacitaciones de mercado, donde solo se enseña la plataforma, pero no las bondades técnicas de la herramienta, se modela sin criterio ejecutivo, provocando que en la fase de proyecto ejecutivo se auditan los modelos y se regresan al modelado. No se han visto realmente las optimizaciones de tiempo de entrega o de desarrollo de un proyecto en BIM, porque muchos de los ingenieros no están en esa plataforma, siguen en 2D, entonces en lo que consiguen quién se los modele es un peloteo de información que a nosotros nos repercute en tiempo, entonces para no vernos afectados en eso, nosotros tratamos de traducir lo que ellos hagan, nosotros terminamos modelando lo que ellos deberían de mandarnos, nos repercute en tiempo, porque del modelo que nosotros hicimos se los regresamos a las otras disciplinas para que lo revisen. También el tema de los clientes repercute en tiempo, los cambios, por ejemplo, hemos tenido proyectos que ya están a un 80% de avance, a pocas semanas de la entrega, cuando se le ocurre un cambio, que se tiene que resolver desde el proyecto arquitectónico, hasta ejecutivos. Realmente, en la actualidad, es una verdad a medias en que eficiente los procesos y te optimice los tiempos de entrega de un proyecto, siempre y cuando los demás colaboradores no estén en la misma sintonía que en la que tú estás. Creo que, si se exigiera en obras públicas estos modelos para la entrega de permisos, avanzaría más rápido el cambio.

12. En su proceso de trabajo, ¿se reúnen con el cliente y subcontrataciones a lo largo del proyecto?

Si, son las famosas juntas kick off, son las juntas en las que se reúnen únicamente los ingenieros que están modelando en Revit, se marcan la pauta o los hitos de entregas, horas o fechas para entregas de avances a través de un BEP (Building Execution Plan). Nosotros hacemos un Pre-BEP, donde empezamos a fijar los términos de contrato, los acuerdos, cómo se va a hacer el proceso, de qué manera se va a hacer proceso BIM con los diferentes ingenieros, que puede ser con los coordinadores o lo BIM manager si es que tienen las empresas, aquí se hacen los acuerdos, posteriormente se hace el BEP, que es ya el protocolo a seguir de cómo se van a hacer los entregables, como se van a entregar los modelos, cómo tienen que estar desarrollados los modelos (LOD) para las coordinaciones, o los modelos federados, ellos nos tienen que mandar los modelos

con nomenclatura bajo los estándares internacionales, se tienen que adaptar con coordenadas que manda arquitectura, ya que es la que rige ante los demás. Todas las pautas se marcan y se describen ese ese documento.

13. ¿En qué parte del proceso de proyecto encuentras el mayor beneficio de BIM?

Pues, cuanto tienes ya una plantilla bien estandarizada, internamente nos eficienta los tiempos, ahí sí voy al 100 con la optimización de los tiempos del proyecto, los contras son los cambios o los ingenieros que no están en la plataforma, los beneficios son esas automatizaciones. Detección de problemas en el diseño tanto de arquitectura como estructura o instalaciones, otro beneficio es que de manera general ya no pensamos en 2D, diseñamos pensando en realmente cómo se va a sentir el usuario en determinado espacio, y así podemos resolver de mejor manera determinado proyecto. El tema externo es el que nos está afectando hoy en día en los tiempos. Internamente los tiempos de trabajo nos mejoró bastante, antes trabajábamos de 8am hasta las 2am del día siguiente diario, un mes antes de la entrega, ahora en procesos BIM en Revit, si se quedan a trabajar hasta tarde es porque son presentaciones, renders, más enfocado a ventas. Si hay ocasiones en que, si nos hemos quedado a desvelarnos, pero por bomberazos que son muy esporádicos.

14. ¿Son constructores?

Hacemos los proyectos, pero también coordinamos obra.

15. ¿Se llega a terminar proyecto ejecutivo antes de iniciar obra, o consideras que existe un momento en donde se puede ir ejecutando en lo que se termina el proyecto en papel?

Sí hay proyectos en donde ya el cliente le urge empezar obra, cuando se empieza a trabajar en obra cuando nosotros todavía seguimos en proyecto ejecutivo, nos piden normalmente el tema de plataformas para movimiento de tierras, hay casos que cuando ya se hacen los movimientos de tierra, se detecta en obra que se tiene que solucionar de diferente manera a la considerada, se manda una solicitud de cambio para traducir la información solicitada y resolver el problema.

16. Cambios como el anterior, ¿no les afecta en el proceso de ejecutivo?

No nos afecta, siempre y cuando no repercuta en la estructura del diseño, lo que es su esencia, la estética. Simplemente si gente del equipo está muy saturada y pedimos apoyo para poder solucionar el cambio lo más rápido posible.

17. ¿Qué programas utilizan?

En los procesos BIM internamente trabajamos con Revit, Sketchup, Rhino ya parametrizando los modelos extraídos para esas plataformas. En Formit, que es tipo sketchup pero de autodesk. Trabajamos un poco de autoCAD, civilCAD 3D dependiendo de los ingenieros, Navisworks para interferencias, project en obra y de manera interna para coordinación de entregas y avances, BIM vision, que es un visor de modelos BIM e IFC. BLUEBEAM para anotaciones en juntas en tiempo real, vía remota, notas en los planos. IT como e-mail, whatsapps para comunicación inmediata para eficientar el proceso. automatizaciones para el desarrollo del proyecto. Dynamo.

18. En un mundo ideal donde todos se manejan con la metodología BIM, a tu experiencia, ¿cuánto sería el tiempo estimado para un proyecto completo?

Para un proyecto por ejemplo de meses, ejecutivo de una torre de 30 niveles, te puede ahorrar hasta un 30-40 por ciento máximo. Te puede dar un proyecto de ese nivel en 4 meses máximo de que te llevabas en autoCAD.

18. ¿Algún otro comentario que gustes agregar en tu experiencia como BIM manager?

Una implementación en una firma no sólo depende de orientar el staff que trabaja en proyectos, incluso recursos humanos, me tocó hacer un examen para los postulantes enfocado a conocimientos de los procesos de BIM para obtener una valoración hacia las áreas que se dirigen. Para proyecto ejecutivo sí se busca un perfil más técnico. La implementación recae a RH también para que tengan una reseña de qué es lo que tengan que saber, tengan una base como reclutadores del perfil que se tiene que buscar. Influye mucho también en tiempos, en una empresa en que la cabeza de la empresa, director o CEO, tenga la apertura al cambio, cuando están con una mentalidad cerrada, la implementación o el cambio difícilmente se ve con buenos resultados a medio plazo. La implementación se va a mediano o largo plazo. Los usuarios también tienen que tener la apertura en aprender y evolucionar.

Entrevista 5

Entrevista con: Arq. Luz Esther Navarro Ayala

Empresa: Bbleche.

Puesto: Encargada de proyecto (diseño, subcontratación de ingenierías y supervisión de obra)

Fecha: 8 de marzo del 2019

1. ¿Qué programa manejan en el despacho?

Para diseño manejamos autoCAD en planos, nosotros hacemos mucho boceto antes del conceptual, después pasamos todo en autoCAD, también ejecutivo, combinamos un poquito el sketchup para ir como teniendo más el modelo en 3D. Antes lo hacíamos en autoCAD, pero es más complejo.

2. ¿Suelen hacer cruce de información con ingenierías, estructuras?

Si, lo hacemos en 2D normalmente, no manejamos eso en 3D la verdad.

3. ¿Cuáles son los problemas que encuentras en cruces de información y la relación de plano a obra?

Bueno, principalmente la falta de conocimiento, obviamente pues tú sabes que todo el ámbito de la construcción es demasiado amplio, entonces te topas con cosas que no tenías contempladas, sobre todo en cuestión de espacios, de servicios, normalmente y creo que es un error muy común de los arquitectos no dejar espacios para cuartos de máquinas, para limpieza, alturas en sótanos. Incluso yo estuve trabajando en QB2, cuando se desarrolló la torre, y el diseño es de un despacho español reconocido internacionalmente, y lo mismo, también trabajaba en autoCAD y toda esa parte, ya ejecutada la obra teníamos muchísimos problemas con las alturas para todo lo de las instalaciones, y bueno ese es el problema que encuentras en obra, de repente hay que demoler porque no cabe, o hay que buscar soluciones ya muy mexicanadas como lo llamamos, para poder como parchar todos esos errores de proyecto.

4. Del 100% del proyecto en obra, ¿qué porcentaje representa los problemas que se encuentran?

Entrevistado: Híjole, yo creo que un 30%, 40 casi.

5. ¿Conoces el programa de Revit?

Lo vi en la carrera, pero ya casi al último, como que apenas empezaba implementarse más aquí, entonces de repente llevábamos un par de clases de eso, pero no lo profundizamos, incluso los profesores que te pedían todo lo de diseño, no te pedían para nada que utilizaras ese programa, fue una materia más. Incluso en los despachos que yo he estado trabajando tampoco te lo exigen, entonces no hemos mudado como tal, pero creo que es una herramienta super útil. Algunos amigos lo utilizan porque en donde trabajan lo utilizan forzosamente.

6. ¿Conoces lo que es la metodología BIM?

No. *(se explica lo que es, se hizo mención de la situación de errores en colocación de ventanería por dar un ejemplo, a lo que la entrevistada comentó)* Sí pasa mucho que hay ciertos espacios que como no los ves en sección, y no es que hagamos tantas secciones en realidad cuando hacemos diseño, entonces dices “ah caray, aquí no lo pensé, porque ni siquiera lo dimensioné el espacio”. O sea, cómo cruzo o cómo llego a tal viga con este muro o así.

7. ¿Te interesaría conocer más sobre la metodología una vez ya conociendo que es?

Si me interesaría, yo soy un poquito enajenada a la tecnología, pero claro que me interesa y claro que siento que está avanzando y es algo que no podemos quedarnos atrás cuando estamos diseñando porque si no, te vuelves mucho más ineficiente. Las construcciones, pues antes se hacían en el doble de tiempo que se hacen ahora, entonces, si no te metes a usar ese tipo de programas que te están ayudando a avanzar, de alguna manera las exigencias son más y no vas a dar la talla.

8. ¿Cómo manejas la relación con las personas que subcontratas?

Subcontratamos, pero tenemos que estar en todo, al final, la toma de decisiones es nuestra, entonces, yo subcontrato a las ingenierías, albañilerías, pero siempre tienes que ir muy de la mano, tienes que estar revisando el trabajo que están haciendo, ir un paso adelante de lo que van a hacer, sino ellos se pueden ir de que, así está en plano, y en plano, como te decía, cometes muchos errores. Entonces siempre vamos muy de la mano.

9. ¿Revisas proyecto junto con estructurista e instalaciones?

Sí, tenemos que revisar todo. Todo en papel es interpretable, incluso los contratos y todo eso, entonces yo lo puedo interpretar de una manera y tú de otra, entonces sí, es importante que te sientes con ellos y estén entendiendo lo mismo que tú, para saber que estamos en el mismo canal.

10. ¿Sueles involucrar al cliente en juntas con las otras disciplinas?

Mira, en este caso como el dueño de Bbleche es el cliente también, construimos para él totalmente, se involucra bastante, aparte que le gusta la arquitectura, en realidad se involucra desde la parte del diseño, como que tiene un ojo diferente a la de un cliente normal, pero, en otras ocasiones pues igual, el cliente se involucra en cómo se va a ver, pero a él no le interesa si tienes que poner muros de block hueco, o de concreto prefabricado, lo le interesa ver qué espesores tienes de losa, entonces se involucran hasta donde deben, digamos.

11. ¿En cuestión monetaria, los cambios de proyecto generan mucho costo extra?

Sí totalmente

12. ¿El cliente nota que sus decisiones generan ese costo extra?

Si pasa, y pasa todo el tiempo, creo que a todos nos pasa siendo compradores, de repente esperas gastar algo y gastamos a veces el triple, incluso uno que está en el medio, pues ellos mucho más, porque desconocen del tema, bueno entonces a todos los arquitectos nos pasa de que “hazme un planito de mi casa”, y pues no es un planito, hay muchas cosas atrás de un plano, y es muy difícil que el cliente sepa valorar esa parte. Pero, hay un proceso detrás de eso, entonces, cada cosa extraordinaria a lo que viene en proyecto o a lo que tú ya le entregaste en un presupuesto a tu cliente, obviamente te va respingar. A mí me pasa mucho aquí con mi jefe directamente, por ejemplo: yo cuando le dije que tenemos que pagar 70 mil pesos de supervisión de soldadura, dice “cómo, estoy contratando a un especialista para que me haga un trabajo de soldadura y aparte tengo que contratar a otro especialista para que lo revise a él, cómo voy a pagar tanto dinero por eso”. Entonces hay una parte que hay que desmenuzar y explicarle a los clientes, obviamente de primer impacto pues claro que les resalta, pero tienes que explicarle que es el trabajo que ellos hacen, porque tú no lo puedes hacer, y lo tiene que hacer un externo, y además lo que conlleva hacerlo, el tiempo que le tienen que dedicar, cuáles serían las consecuencias al no hacerlo, en cualquier

extraordinario que te salga pues, es todo eso, para que ellos entiendan qué es lo que les estás cobrando pues, porque si no solo ven un número.

13. ¿Crees que es importante involucrar al cliente en juntas en tomas de decisiones no solo de diseño, sino con las demás disciplinas?

Creo que no, creo que es importante tocarle los temas que son muy relevantes, involucrar lo hace, como en todo, mientras más gente involucrada en un tema, es más difícil una toma de decisión, entonces bueno, yo soy mucho, bueno creo que mi trabajo es quitarte chamba, quitarte preocupaciones y quitarte trabajo, entonces, si yo no lo puedo resolver o si es algo que impacta visualmente o económicamente de una manera simbólica, te involucro como cliente, de lo contrario, solo te voy a estresar de un tema que ni conoces, y la toma de decisión es más complicada, incluso, si llevas a un cliente a ver lámparas, lo vas a saturar de información, y es más difícil que tome una decisión, a que si tú le llevas de acuerdo a su diseño, al lugar, a donde lo vas a poner, tres opciones por ejemplo.

14. ¿Cuál es su fuerte en proyectos/construcción?

Edificios en realidad solo tenemos uno por lo pronto, es un edificio de 7 niveles, no es tan grande es más como habitacional, pero nuestro fuerte es diseñar casas de playa, en realidad es lo que más hacemos, hotelitos pequeños, casitas de playa, pero pues de un status más alto, casas de lujo digamos, montadas en cerros y con vistas padrísimas.

15. ¿Cuánto tiempo tardan en hacer un ejecutivo de una casa?

Ya definido el diseño, aproximadamente un mes. Esto es porque conocemos el sistema, ya hemos hecho 7 prototipos y ya se han ejecutado en obra, entonces ya conocemos el sistema. Yo creo que la clave de eso, ya sabemos cuáles son los planos de carpintería, herrería, ya sabemos cómo se maneja, cómo se ejecuta, entonces hacemos como bocetos muy rápidos y ya sobre de eso un mes nos lleva.

16. ¿Suelen usar elementos en un proyecto nuevo, de un proyecto anterior?

Si, ya sabemos que para ese tipo de casas vamos a meter parota, que vamos a meter la palapa de tal tipo, todo eso ya es como un poquito más definido, por eso es un poquito más rápido el proceso, obviamente si ya tienes un arquitectónico definido, si no lo tienes, si te lleva mucho más tiempo.

17. ¿Cuánto tiempo tardan en generar un proyecto arquitectónico?

Depende qué tanto se involucre tu cliente, como en este caso nosotros hacemos prototipos, y lo vendemos ya con una idea, no involucramos al cliente hasta que ya está hecho, ellos nos compran el proyecto, entonces es más rápido, entonces solo tienes el filtro con los inversionistas, para la cuestión de diseño. Tenemos un estilo muy marcado y ya solo ellos interfieren, en este caso como te digo, pues es mi jefe. Ahora si hubiera clientes, que va habitar la casa, pues obviamente es mucho más tardado el proceso porque, que necesita una recámara más, o el closet está muy pequeño o quiero la cocina de tal manera, entonces ahí se vuelve el proceso más complicado y más lento. En un proyecto de una casa que había mucha gente involucrada, nos tomó un año resolver el diseño. Hace falta una idea clara, y quién es el que se va a involucrar.

Venimos de una escuela del Arq. Estefan Arreola, que fue el que empezó en con Bbleche, es mitad francés, mitad mexicano, tiene una obsesión con el detalle, entonces nuestros ejecutivos, como te

decía, es más rápido para nosotros porque ya traemos un proceso muy sistematizado, entonces manejamos muy a detalle el ejecutivo, incluso, pocos despachos aquí lo hacen como nosotros. Porque hacemos planos de cómo van a quedar todo.

18. Aun así ¿se encuentran errores en obra?

Claro, siempre se encuentran cambios en obra, o por una cuestión u otra, pero si creo que la parte de que haya creado el despacho y mi jefe no subcontratará todo, fue por su calidad de detalle en ejecutivo, porque está más completo, no se tiene que estar adivinando etc. Obviamente hay detalles pues, como en todos lados, pero sí te da mucho más fácil para presupuestar y para construir, el hecho de que llegues a más detalle en proyecto ejecutivo.

19. Entonces, Si tu proyecto ejecutivo es muy bueno, pero en obra te enfrentas a problemas, ¿dónde se encuentra el conflicto de esos problemas?

Son conflictos en obra o por ejemplo, si obviamente hay partes que no contemplas no, este, por ejemplo, a nosotros que nos pasa, con la parte de instalaciones, pues nos hace que cambiemos cosas en arquitectónico, porque no teníamos contemplado o considerado, por ejemplo un espacio para una planta de luz de emergencia, o cosas así. Pero en realidad, como se hicieron tantas secciones, por ejemplo, en casa se entregan tres o cuatro secciones a lo mucho, nosotros te hacemos 8, porque en las secciones te das cuenta de todos los espacios que no ves en planta digamos, o carpintería, por ejemplo, llegamos al nivel de detalle de cómo se va a hacer el mueble.

Entrevista 6

Entrevistado: Arq. Diego Armando Carranza

Empresa: Profinel

Puesto: Diseñador de instalaciones

Entrevista: 8 de marzo 2019

1. ¿Ha que se dedica la empresa?

Nos dedicamos a las instalaciones, tanto hidrosanitarias como eléctricas, iluminación, aire acondicionado y sistemas especiales, yo me encuentro en el área de hidrosanitarias.

2. ¿Conoces la metodología BIM?

Si la conozco, estuve trabajando anteriormente en un despacho que era su fuerte, o la idea que vendía a los clientes.

3. ¿Aplican la metodología BIM en instalaciones?

Normalmente no, sólo la utilizamos cuando el cliente la solicita.

4. ¿Cómo es su relación de trabajo con arquitectura? ¿Se involucran en el cruce de información o sólo entregan planos?

Se involucra todo el equipo de trabajo con la intención de buscar la mejor solución hacia lo que se solicita y se hacen cruces internos antes de presentarlos al cliente.

5. ¿Haces cruces de información en Revit?

Si los hacemos, pero son internos, para nosotros, es muy esquemático, para tratar de entregar lo mejor posible al cliente, y se evite errores, según el arquitectónico que nos haya mandado para nuestros cálculos. Pero normalmente al cliente no le entregamos Revit, se les entrega en dwg, archivos de autoCAD.

6. ¿Cobran más si el cliente se los solicita en Revit?

Obviamente se cobra más porque se entrega un trabajo mucho más elaborado, con familias predeterminadas y cargadas de información. Todo ello lleva un trabajo previo de mucho tiempo. Pero son muy pocos clientes los que pagan.

7. ¿Les han pedido cuantificar de Revit o ustedes entregan ese dato y cómo lo obtienen?

Sí, solemos usar Revit para hacer cuantificaciones, y complementamos la información que no podemos obtener de ahí.

8. ¿Crees que es útil BIM para el tema de instalaciones?

Si me parece que es útil, sin embargo, para las instalaciones lo tienes que trabajar muy bien, es muy detallado, para que te de la información necesaria. Además de que se configura la herramienta para que te dé el largo de, por ejemplo, la tubería viene en tramos de 6 metros, entonces en el programa tiene que configurarse la familia para que todo el tiempo salga de esa manera y sea una configuración real de cuantos tramos vas a comprar.

9. ¿Cómo es el proceso de un proyecto con ustedes?

Se hace como en cualquier proyecto, tipo arquitectónico. Comenzamos con un anteproyecto y conceptual, lo checamos con el cliente para que apruebe o haga los cambios necesarios, de ahí pasamos al ejecutivo que incluye el catálogo de conceptos y memorias técnicas de los cálculos.

10. ¿Hacen gerencia o supervisión de instalaciones?

Sí, hacemos de todo. Cálculo de instalaciones, modelado y planimetría, supervisión en obra si es que así requiere el cliente, depende de ellos.

11. ¿Crees que es importante que como despacho de instalaciones se involucren al momento de desarrollarse un proyecto arquitectónico o en dado caso hasta obra?

Me parece que es muy importante que la misma empresa que desarrolle instalaciones, sea quien supervise, ya que ellos, o en este caso nosotros, sabemos todo el proceso.

IV. Resultados de Encuestas

1. Profesión.	
Arquitecto	49
Ingeniero.	22
Estudiante.	2
TOTAL:	73

3. Puesto en el que labora	
Administrador de obra	4
Analista de Control de Obra	1
Analista de Costos	2
Arquitecto Jr.	7
Arquitecto	2
Asesor	2
BIM Manager	1
Calculista	3
Contratista	1
Dirección de operaciones	1
Dirección de proyecto y construcción	3
Dirección de proyectos de ingeniería	1
Director de diseño	8
Director General	3
Dueño	1
Encargado de cotización y obra	1
Gerente	2
Ing. de proyectos	2
Jefe de departamento de planeación turística	1
Modelador BIM	1
Profesora	2
Project Manager	6
Proyectista	8
Proyectos Urbanos	1
Residente de obra	8
Topógrafo	1
TOTAL:	73

2. Edad.	
Años	No. Personas
20	1
23	3
25	2
26	11
27	9
28	6
29	6
30	9
31	4
32	5
33	3
34	3
35	1
36	2
37	1
38	1
41	1
43	1
51	1
55	1
56	1
58	1
TOTAL:	73

4. Años de experiencia laboral.	
0-5	33
5-10	23
10-15	10
15 o más	7
TOTAL:	73

5. ¿Ha trabajado de manera colaborativa con otras disciplinas en un proyecto?	
<i>Sí</i>	70
<i>No</i>	3
TOTAL:	73

6. Al trabajar de manera colaborativa, ¿han utilizado una metodología para trabajar?	
<i>Sí</i>	54
<i>No</i>	19
TOTAL:	73

7. ¿cómo fue su experiencia en el trabajo colaborativo?	
<i>Buena</i>	52
<i>Regular</i>	18
<i>Mala</i>	0
TOTAL:	70

8. ¿Qué podría mejorarse?	
Respuestas	No. Respuesta
<i>Apoyo por parte de gobierno</i>	1
<i>Organización/Comunicación entre el equipo de trabajo y disciplinas involucradas/ flujo de información y retroalimentación. Cumpliendo objetivos y avances.</i>	29
<i>Permear un poco las experiencias de cada disciplina a todos los colaboradores del proyecto</i>	1
<i>Tiempo/El tiempo de las reuniones</i>	2
<i>La experiencia y el conocimiento de todos los involucrados</i>	1
<i>Experiencia del trabajo a distancia</i>	1
<i>Explotar las cualidades y potencialidades nato de cada integrante, no solo asignar tareas por puesto.</i>	1
<i>Haciendo una investigación previa de los temas que desconozco, por lo menos una introducción.</i>	1
<i>Herramientas tecnológicas</i>	3
<i>Priorizar necesidades para la resolución de problemas</i>	1
<i>Implementando sistemas de colaboración</i>	2
<i>Jerarquías</i>	1
<i>La competencia</i>	1

<i>Formatos de entrega</i>	1
<i>La rapidez o los trabajos preprogramados</i>	1
<i>La relación entre todas las profesiones/ más colaboración participativa de parte de ciertos contratistas/Trabajo en equipo</i>	6
<i>Los procesos</i>	3
<i>Los sueldos</i>	1
<i>El tiempo de respuesta entre los equipos colaborativos</i>	1
<i>Mejor ambiente entre disciplinas/trato entre personas</i>	2
<i>Mejorar la coordinación en los tiempos de ejecución de los programas de obra</i>	3
<i>Menos burocracia</i>	1
<i>Nada</i>	1
<i>Que todos usaran la metodología BIM (Los especialistas)</i>	2
<i>Siempre es importante la mejora constante</i>	1
<i>Juntas de manera regular, no solo cuando surjan problemas</i>	1
TOTAL:	70

9. ¿Piensa que es necesario la organización de juntas cliente-arquitecto, junto con las demás disciplinas involucradas en el proyecto, para definir las necesidades de cada parte desde la planificación /proyección del mismo?

<i>Si (Para mejor organización, desarrollo que el cliente comprenda mejor el proyecto, diálogo circulante, participación y lluvias de idea. Definir alcances de cada parte y resultado que se esperan. Con límites de cada área, los expertos escuchen de primera mano los comentarios del cliente o información del proyecto.)</i>	59
<i>No debe involucrarse con todas las disciplinas, el arquitecto debe dirigirse de forma integral (Cliente-arquitecto y arquitecto- otras disciplinas, pero no otras disciplinas con el cliente.)</i>	8
<i>No</i>	4
<i>Periódicamente sí, Sin embargo, creo que la organización es mejor cuando una sola persona se encarga de esto cuando las juntas son frecuentes.</i>	2
TOTAL:	73

10. ¿Conoce qué es Integrated Project Delivery (IPD)?

<i>Sí</i>	14
<i>No</i>	59
TOTAL:	73

11. ¿Conoce qué es Building Information Modeling (BIM)?

<i>Sí</i>	51
<i>No</i>	22
TOTAL:	73

12. ¿Lo utiliza?	
<i>Sí</i>	27
<i>No</i>	24
TOTAL:	51

13. ¿Cuál es la diferencia entre Revit y BIM?	
<i>BIM es una metodología y Revit un software</i>	20
<i>El software</i>	1
<i>No sé</i>	1
<i>Revit es un software o herramienta para modelar 3D y el BIM es el conjunto de paqueterías utilizada en solo archivo, es una serie de programa, es un conjunto de modelado con información adicional como costes.</i>	3
<i>Revit es una herramienta, BIM es una integración.</i>	1
<i>Revit es una herramienta para generar BIM's</i>	1
TOTAL:	27

14. Del 1 al 10 ¿Qué porcentaje de proyectos hace con Modelos BIM?	
Respuesta del 1 al 10	No. de respuestas
<i>1</i>	1
<i>2</i>	1
<i>3</i>	4
<i>4</i>	3
<i>6</i>	1
<i>7</i>	4
<i>8</i>	5
<i>9</i>	5
<i>10</i>	3
TOTAL:	27

15. ¿En qué tipo de proyectos lo ha utilizado?	
<i>LEED</i>	1
<i>Edificación</i>	2
<i>Instalaciones Hidrosanitarias</i>	1
<i>Naves industriales</i>	3
<i>Casa habitación/Residencial</i>	9
<i>Hotelería</i>	2
<i>Edificios</i>	4
<i>Remodelaciones/ampliaciones</i>	2
<i>Proyecto de propuestas de inversión</i>	1
<i>Edificios de departamentos</i>	8
<i>Plazas comerciales</i>	4
<i>Arquitectónicos y estructura</i>	2
<i>Oficinas</i>	2
<i>áreas públicas/Urbanismo</i>	2
<i>Otros (Estadios, arenas, penitenciarias, hospitales, proyecto OPP, Landscape, ejecutivos, en toda la construcción, de retail, Restaurantes, central hidroeléctrica)</i>	11
TOTAL:	44

16. ¿Para qué lo utiliza?	
<i>Cuantificación</i>	1
<i>Modelado 3D</i>	26
<i>Seguimientos/Supervisión de obra</i>	13
<i>Planimetría</i>	19
<i>Análisis energético</i>	2
<i>Análisis estructurales</i>	7
<i>Presupuestos/Control de estimaciones</i>	10
<i>Otros: Programación/Planificación de fases, cruces de interferencias, análisis del sitio, autoría de diseño, Macro coordinación 3D Federated Model</i>	2
TOTAL:	90

17. ¿Cuáles son los principales beneficios que obtiene de utilizar los modelos BIM?

Ahorro en tiempo de ejecución	20
Mejora en acceso de información	20
Reducción de costos de construcción	8
Disminución de errores en documentos	20
Mejor entendimiento y comprensión del diseño de todas las disciplinas	1
TOTAL	69

18. ¿Quién considera que se beneficia más con el modelo?

Arquitectos	20
Cliente	5
Constructores	23
Ingenieros	15
Proyectistas	20
TOTAL	83

19. ¿Cuál considera usted del 1 al 10 es su grado de conocimiento en modelos BIM?

Respuesta de 1 a 10	No. De respuestas
1	2
3	2
4	2
5	4
6	5
7	7
8	2
9	2
10	1
TOTAL:	27

20. Del 1 al 10 ¿Cuál es el nivel de satisfacción respecto al trabajo con la metodología BIM?

Respuesta de 1 a 10	No. De respuestas
3	1
5	1
7	8
8	3
9	8
10	6
TOTAL:	27

21. ¿Participan otros profesionales en el Modelo BIM que genera?

Sí	24
No	3
TOTAL:	27

22. ¿Qué métodos de trabajo utiliza para la formación de modelo BIM?

<i>BIM y luego CAD</i>	2
<i>BIM y CAD simultáneamente</i>	15
<i>Solo BIM</i>	5
<i>Solo Revit</i>	5
TOTAL:	27

23. ¿Qué programas que utiliza?	
<i>CAD</i>	2
<i>SketchUP</i>	5
<i>Revit</i>	25
<i>Rinoceros</i>	2
<i>ArchiCAD</i>	7
<i>Navisworks</i>	6
<i>Civil 3D</i>	1
<i>Otros: Project, lumion, dynamo, BIM Visio, Tekla</i>	3
TOTAL:	51

24. ¿Ha recibido capacitación BIM de manera profesional?	
<i>Sí</i>	14
<i>No</i>	7
<i>Planeo tomar próximamente</i>	6
TOTAL:	27

25. ¿Cómo le pareció la capacitación que tomó?	
<i>Buena</i>	9
<i>Buena pero falta</i>	1
<i>Insuficiente/Defficiente</i>	2
<i>Regular/ falta experiencia de las personas que lo daban</i>	1
<i>Neutral</i>	1
TOTAL:	14

26. Mencione las razones por las cuales no lo utiliza	
<i>Falta de conocimiento</i>	2
<i>No lo conozco</i>	17
<i>No es totalmente necesario</i>	6
<i>No tengo tiempo de actualizarme</i>	1
<i>Costo de las licencias</i>	2
<i>Ciertos diseños como puertas o ventanas son muy cerrados</i>	1
<i>No lo sé utilizar/Falta de capacitación</i>	4
<i>Estoy en proceso de aprenderlo</i>	2
<i>Utilizo otros programas</i>	1
<i>No se ha presentado la oportunidad/ mi empresa no lo maneja</i>	7
<i>Trabajo en urbanismo</i>	1
<i>No todos los clientes lo solicitan</i>	1
<i>No cuento con recursos humanos que lleven la metodología</i>	2
TOTAL:	46

27. ¿Qué programa utiliza actualmente?	
<i>AutoCAD</i>	27
<i>Sketch UP</i>	10
<i>CivilCAD</i>	1
<i>Neodata</i>	1
<i>Lumion</i>	1
<i>ArchiCAD</i>	1
<i>3D MAX</i>	2
<i>Ninguno</i>	8
<i>Assana</i>	1
<i>SAP</i>	1
<i>Project</i>	2
<i>SIG</i>	2
<i>OPUS</i>	1
<i>Revit</i>	2
<i>Excel</i>	1
<i>Neodata</i>	2
<i>Ilustador</i>	1
TOTAL:	63

28. ¿Está prevista la implantación de BIM en su oficina en un futuro?	
<i>Sí</i>	10
<i>No</i>	11
<i>No Sabe</i>	25
TOTAL:	46

V. Entrevistas y documentación referente al caso de estudio

III-A Entrevista con el cliente

Realizada: A través de la plataforma digital ZOOM.

Fecha: 4 de Julio del 2019

1. ¿Cómo te pareció el proceso de proyecto y obra de las empresas?

Creo que el proceso tiene muchas áreas de oportunidad, por ejemplo, nosotros no nos dedicamos a temas de construcción, es decir, además de contratar a una compañía proyectista y una compañía constructora, la expectativa era haber contratado un consultor para todos los aspectos de la construcción, desde la parte técnica como la parte de licencias, normativas, etc. Queríamos una empresa que nos asesorara con todos los temas legales. Por darte un ejemplo, si yo pido una casa o un edificio, que no me preguntes si quiero puertas, sino que ya se dé por hecho.

2. ¿Te faltó explicación por parte de la empresa respecto a requerimientos?

Sí, yo creo que, sobre la marcha, nos fuimos dando cuenta que se exigen licencias y este tipo de cosas que la empresa constructora no me mencionó que se tenían que incluir en el presupuesto (construcción, de movimiento de tierras, el contrato con CFE), normativas que me fui encontrando en el camino, porque yo no construyo y no conozco de esos temas.

3. ¿Contratar un asesor constructor que los representara cumplió sus objetivos?

Lo contratamos como supervisor de obra de parte nuestra, para que hablara el mismo lenguaje técnico con la constructora, ya no continuó con nosotros por temas laborales suyos, sin embargo, me parece que su función es era muy importante ya que él tendría la comunicación técnica con la constructora y a mí como cliente me traduciría la información en números, hablando de manera financiera. Esto debido a que la constructora me hablaba de temas que no entendía ya que eran muy técnicos, y la información que requería saber es cuanto me va a costar y en cuanto tiempo.

4. ¿Cuánto fue el tiempo estipulado y cuánto el tiempo real de duración del proyecto completo?

El proyecto estaba estipulado para 8 meses en un principio, pero realmente duró alrededor de 24 meses.

5. ¿Cuánto fue el costo estipulado y cuánto fue el costo final del proyecto completo?

El presupuesto inicial estuvo dado para 22 millones 750mil y creció hasta 26 millones y medio, solamente de construcción, sin considerar licencias y todo este tipo de requerimientos.

6. ¿Qué causó ese aumento en el presupuesto?

Los diversos cambios que se dieron a lo largo de la obra, los llamaban adicionales y excedentes.

7. Al comienzo se realizaban juntas con todo el equipo ¿Crees que es importante haber continuado con éstas?

Definitivamente, tendríamos que hablar en el lenguaje coloquial hacia a mí como cliente, se tendría que haber hablado por objetivos, por ejemplo, para X fecha se debió haber puesto el techo y si se logró o no se logró, o si para X fecha el dinero que se dio se utilizó para comprar material el cual ya se colocó y estuvo a tiempo. Además de sino se alcanzó a cumplir, modificar el calendario en

ese momento. Es decir, como cliente es importante estar en todo tipo de juntas, pero que no se hable de detalles técnicos, porque se volvían temas que no entendía nada, era más viable hablarme de opción A, B, C o las que fueran y diferencia de funcionalidades entre ambas y costo y tiempo, los cuales no quería que aumentaran. A veces hay momentos que la estética no me interesaba.

8. Si al final el tiempo y el costo terminó aumentando ¿Habrías aceptado durar un mayor tiempo en resolver el proyecto desde oficina lo mejor posible antes de comenzar obra?

Definitivamente, además te digo, el tema de consultoría que puede ofrecer la constructora es muy importante, porque me decían que íbamos en tiempo, pero yo solo veía cosas muy pequeñas o no se veía avance. Es importante que se concientice al cliente previamente de los tiempos, pero que además se muestre el avance tangible respecto a objetivos, aunque se vieran en un principio en un papel. Porque según en un cronograma que tenía a cierta fecha ya debía de haber bardas y techos y yo no veía nada, solo tierra. No se veía avance frente al cronograma original.

Me parece muy importante la comunicación y la atención personalizada, porque hacía mis visitas a la obra y no había nadie de parte de la constructora que me diera una explicación, sólo los llamados residentes sólo me decían que era lo que necesitaban de parte de la constructora (materiales, instrucciones). Si hacía visitas espontáneas no había alguien con capacidad de toma de decisión.

9. ¿Se manejó un contrato claro desde el comienzo?

Si, pero hubo cambios o solicitudes a través del tiempo, adicionales al contrato que, debieron haber quedadas especificadas, sí quedaron al final, pero éstas, por ejemplo, si nosotros hacemos un requerimiento que no estaba dentro del contrato era muy importante que se dijera que X cosa modifica en tanto tiempo y en tanto costo y lo vamos a dejar por escrito, en el momento en el que se dijo y no hasta el final.

10. ¿Existió una comunicación hacia ti sobre las afectaciones de los cambios que se estaban haciendo?

Creo que la comunicación no fue asertiva, es decir, el dejarlo verbal, se tuvo que haber reforzado dejándolo documentado.

11. ¿Existieron modificaciones que se dieron de parte de un nivel de autoridad mayor al tuyo que afectara al proyecto durante su proceso?

Si hubo notificaciones que la autoridad nos dio conforme transcurrió la obra, pero otros elementos como los biométricos se dieron desde un principio, aunque se vieron después. Los cambios del terreno si vino directo de nosotros.

12. Como cliente en este como en proyectos futuros ¿Qué tan involucrado te gustaría estar, o te sentirías cómodo dentro del proyecto?

Un involucramiento ejecutivo es importante, un involucramiento técnico no porque no hablamos el mismo idioma. A que me refiero con el primero, a definición de objetivos, tiempo, obra y de montos financieros.

13. ¿Crees importante que conozcas al personal subcontratado por la constructora en juntas de trabajo?

Si me hubiera gustado, porque al final de cuentas lo tuve que hacer, tuve que tener comunicación directa con el electricista, con quien hizo el cálculo del suministro de energía eléctrica, porque no había comunicación con la constructora, no me daba explicaciones concretas y tuve que brincarlos.

III-B Entrevista con el Gerente de obra

Realizada en: La sala de juntas de la oficina del despacho.

Fecha: 31 de mayo del 2019

1. Como parte del equipo de obra ¿Cómo fue tu experiencia de proyecto a obra? ¿Qué conflictos viste? ¿qué se pudo haber previsto desde proyectos?

Son los cambios de proyecto, porque te acuerdas que empezamos con un cierto proyecto y cierto presupuesto. Te comento, primero se realizó un proyecto de acuerdo a una nave que ellos tienen en Guanajuato, con un presupuesto de alrededor de 30 millones, luego se caminó todo eso y se fue avanzando en revisiones que estaban bien. Para mí el principal error fue no haber hecho un presupuesto preliminar, o conforme iba avanzando el proyecto no hacer el presupuesto.

Comunicación obra-proyecto, por lo mismo porque se hacía un ajuste en obra y no se comunicaba a proyectos y viceversa. Lo que lleva a que existan momentos en que obra continúe trabajando con planos anteriores y resulta que hay una actualización y no se vieron los planos o no se dijo, y es una gran afectación porque no se avisó, entonces hay que tronar, demoler, cambia, y ajústate porque ya esta caminando el proyecto.

2. Entonces ¿Hasta cuándo se hizo el presupuesto?

Ya que estaba terminado el proyecto y ya que estaba autorizado. Porque el cliente veía el proyecto muy bonito con todas las propuestas, pero al momento de llegarle con el costo de la propuesta aprobada éste estaba en 30 millones y fue hasta ese momento que el cliente nos comentó que el presupuesto era de 20 millones. Ese fue el primer error, porque empezamos a desplomar el proyecto, se salió de control, porque dejaron de existir minutas de los cambios generados, quedaron sin registro. En segundo lugar, la falta de un Project manager, a que me refiero, llegaba yo o el jefe o proyectos y se pedían cambios y se hacían, no había una sola persona que fuera el filtro de los cambios para la autorización.

3. ¿El tope del presupuesto lo conociste después de entregado el proyecto?

Si me lo dijeron antes, pero no sabíamos que íbamos a llegar a los 30, pensábamos que entraba en el presupuesto, ya cuando sacamos el presupuesto y que se había pasado, lo informamos al cliente, quien nos recordó cuanto era el tope., y fue cuando se decidió ir eliminando acabados o situaciones que aumentaban el costo.

4. ¿Cuánto está el presupuesto a este momento?

Creo que esta a los 25 millones y aún le falta, no creo que llegue a los 30, pero alrededor de un

millón de pesos han sido por errores, no te tengo los números a la mano, pero si representa algo grande.

Volviendo a la primera pregunta, otros problemas vislumbrados es la falta de toma de decisiones de todos, por ejemplo, esto lo veía en obra, se presentaban muchos problemas, siempre va a pasar y se supone que para eso es la planeación, no debe de haber problemas en obra porque viene de un buen diseño, entonces, por ejemplo, el muro de contención ya estaba a cierto nivel, luego un día el supervisor de parte del cliente que propuso una modificación la cual se realizó, ese cambio represento muchos cambios en el proyecto, como los niveles de la nave, movimientos externos de la vialidad exterior que también afecto a los niveles de la nave. Todos esos pequeños cambios descuadran todo.

5. ¿Qué opinas del asesor técnico contratado por parte del cliente?

No hizo su trabajo, solo iba a tomarse la foto, si nos comentaba cosas, pero no estaba siendo exigente con las cosas.

Hablando de toma de decisiones, en obra tenía a un residente que proponía y hacía y casi casi te mandaba a proyectos los cambios, pero ahora hay otro residente que no da una, y nos pasa a todos, porque se pueden pedir cambios o propuestas pero por ejemplo, en la situación del muro y la columna me están preguntando que como lo corrigen y no se cómo, es a lo que me refiero, no hay una persona que si dice es así, porque si yo doy una solución después va a llegar proyectos a reclamar porque X o Y.

6. ¿Qué otros conflictos se vieron en el proceso?

La falta de experiencia, por ejemplo, se solicitó un detalle constructivo de unas ventanas y en oficina no supieron cómo hacerlo, y son cosas que se necesitan, pero como no tenemos la experiencia se mandan cosas que no son suficientes. Es un problema que se pudo haber solucionado desde proyectos, pero entonces me pregunto, ¿a qué nivel de detalle se llegó? Porque si había una propuesta de ventana, pero no sus detalles y especificaciones. Es importante que el equipo de proyectos se involucre en obra para que entienda los tipos de detalles que son pequeños y que tienen que venir solucionados desde la planeación. Por ejemplo, en la obra de la nave hay tubería que quedo por fuera, el remate de la escalera metálica con la losa, el piso y el plafón, no se ven integrados. Soluciones que se deben de dar a través de detalles constructivos.

La escalera se hizo a medida en el sitio, porque, aunque se proyectó, la trazamos y no dio, y al resolverse en obra, pues quedaron de mala calidad o acabado.

Otro conflicto que se dio fue la falta de elementos, que nadie se dio cuenta, en el muro que divide el interior de la nave de la parte del andén, no fue hasta que se iba a empezar a construir que me preguntaron que donde lo desplantaban que mandamos a diseñarlo con el estructurista en urgencia. En consecuencia, este muro se fue a la altura de que traía la cimentación perimetral, la cual se encontraba a 15cm arriba de la losa, por lo que se tuvo que tronar todo lo que se encontraba en puertas y accesos. Además de otros errores a causa de una falta de supervisión y construcción y calidad que no supo darles solución a ciertas cosas como la unión de columnas y muros.

Englobando, los problemas más grandes fueron, cambios de proyecto, falta de minutas, falta de un Project manager que tome las decisiones, experiencia en obra y proyecto y seguimiento.

7. ¿Por qué se dejaron de realizar reuniones y escribir minutas con el cliente y el equipo de trabajo?

A mi punto de vista, porque se fue de la oficina la persona que se encargaba de eso, y se empezaron a hacer reuniones informales aparte. Se hacían reuniones que no tenían que ver con proyecto, pero se tomaban decisiones respecto a ese tema. Hace falta un Project Manager que conozca todo el funcionamiento desde proyectos, que el estructural o terracerías sea coherente, además de que pueda ir a obra y tenga la capacidad de solucionar en el momento.

8. ¿Cuáles fueron los conflictos o dificultades que enfrentaste en el proceso de la edificación?

Existieron diferentes elementos que no había quien los definiera, como el calibre de la malla ciclónica, o las puertas fue un conflicto también porque se les hacían caras. Me preguntaban la obra el espacio del cuarto de valor de que lo quería de block de Tablaroca, y yo no sabía, terminé proponiendo Durok. Por mi parte trataba de respetar lo que el área de proyectos decía, pero el jefe, por los tiempos, por ejemplo, para pintar un espacio de la oficina me comentó que del color que fuera, pero que ya estuviera terminado. La información debería estar en el plano, y si es costosa, pues buscar algo similar, ya teniendo una base.

Se dieron muchas modificaciones en la obra que proyectos no se enteró o no se encontraba el responsable del proyecto y la decisión la tomaba quien estuviera y no se compartía la información a los demás. Por ejemplo, en el tema eléctrico, se mandó tal cual, sin existir otra revisión, y se modificó el tipo de lámpara por costos y unas distribuciones. También hicieron falta respiraderos en lo sanitario por parte del ingeniero, así entre otros elementos.

Las prisas es otro tema, yo creo que cuando empezamos a trabajar el muro de contención ya teníamos terminada la estructura, empezamos a trabajar el proyecto terminado. Lo que se debe de hacer es una vez terminado la entrega del proyecto y revisarlo.

9. ¿Estarías dispuesto a esperar a empezar obra hasta que esté el proyecto ejecutivo completo?

¡Claro! Lo que se pretende hacer es meterle más costo al diseño, porque actualmente se mete en la obra, sino se hace el costo mayor es por cambios, y es lo que nos está pasando en este proyecto. El problema es convencer al cliente a las personas, y darle información del beneficio que le va a dar o ahorrar. Así como la comunicación, ahora que veo hacia atrás, hay muchas cosas que se hicieron en obra que no están en el presupuesto. Debe existir una calidad de diseño, la planeación, las compras y la obra; porque ahora las cosas son de que “así me lo pidió el cliente”, “así es como se diseñó”, y así se hizo. Para mí el Project Manager es el encargado de la comunicación y el trabajo en equipo con todas las áreas dentro de la oficina, que planee, organice, conozca de estimaciones, y saberse el proyecto completo. El Project Manager debe de haber uno por proyecto porque es mucha la información y ahorita esa persona soy yo y no me doy abasto con todos.

10. ¿Cuánto tiempo se atrasó la obra por todas las situaciones ocurridas?

Empezamos en julio del 2017 y tardamos hasta diciembre del 2017 en movimientos de tierra, según esto por falta de licencia, no me acuerdo cuando nos dieron la licencia, pero fue cuando comenzamos en forma. Si de esa fecha se hubiera trabajado de forma real y bien, tendríamos que haber acabado en agosto del 2018 y yo voy a hacer una entrega oficial el 1 de junio del 2019. Que fue por falta de flujo, cambios y definición de proyecto, poco personal quizá influyó. Esto por la creencia de que, si pones mucha gente, no habrá actividades para todos y limita mucho cuando son pocos. La nave debió durar de 6 a 7 meses, y ya literal son 2 años.

VI. Minutas originales del proyecto utilizadas para este documento.

Por respeto a la privacidad de las empresas como de las personas y empresas participantes en el proyecto, se borraron los nombres de ambos en las minutas presentadas.

Minuta 01

Al. Grondelstein Jorge Rivas
del Castillo 1217 Cuernavaca
Guatemala, México

Tel. +52 999 999 999 999

Asistentes:

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- Raúl

Temas Generales:

- Objetivo: Aterrizar un Layout final aprobado para el proyecto
- Layout terreno general:
 - o La forma final de la nave es preferentemente cuadrada.
 - o El estacionamiento crece y se contempla un espacio para bicicletas y motocicletas, el no. de cajones de coche se duplica a lo reglamentado por Jalisco, a medida que nos permita el espacio del proyecto.
 - o El choque en el flujo peatonal con el flujo del tráiler se evita mandando el patio de maniobras por la parte posterior del terreno.
 - o Mantener el % de área verde señalado en el reglamento de Jalisco.
 - o La puerta posterior que conecta el terreno con el andén se mantiene.
 - o Se debe contemplar un crecimiento,
 - o Buscar duplicar el no. de estacionamiento
- Raúl señala los aspectos importantes que se deben contemplar:
 - o Seguridad del peatón.
 - o Que el flujo operativo del tráiler sea óptimo.
 - o Contemplar un crecimiento.
- Layout oficinas (tomando como referencia el proyecto de Guanajuato, Monterrey y un formato de checklist con los requerimientos y características de operación en la nave):
 - o En referencia al layout de Guanajuato:
 - El centro de monitoreo de la policía fiscal no es necesaria en CLJ.
 - No es necesario un banco en CLJ
 - En el área de registro, los visitantes ya tienen un acceso autorizado por los filtros anteriores al ingreso del Recinto Fiscalizado, el resto de los necesaria una recepción con área de registro, únicamente se utilizará como un vestíbulo para los distintos tipos de usuarios del recinto.
 - No es necesaria la cámara fría.
 - o En el "Anexo A" se muestra una tabla con el número total de trabajadores tanto administrativos como operativos de Los únicos privados van destinados para el director general y gerentes, el resto son áreas en común (islas con esquadras).

- Los privados estratégicos es un espacio privado para uso de 3 personas, externas al personal base de _____ que fungirán como aliados estratégicos.
- El personal administrativo se mantiene en planta alta y el operativo en planta baja, todos en un área en común junto con la esclusa mostrada en el croquis de _____ (Anexo B).
- En baños se considera mayor número de usuarios hombres (mayor número de mingitorios).
- Área de almacén:
 - Bóveda de alto valor
- Área de carga y descarga:
 - Tramitador
 - Confronta: Área de recepción de documentos
 - Báscula
 - Rayos X
 - No se tiene un andén por tráiler.
- Exclusas:
 - En ingreso de choferes a nave industrial
 - En oficinas de almacén
 - En área de baños almacén
 - En área de previos.
- Ventanas:
 - Planta Alta sólo el director general y la sala de juntas pueden tener ventanas hacia el almacén (debe evitarse contacto visual entre almacén y zona administrativa). Ventanas hacia el exterior si están permitidas.
 - Planta Baja el área de oficinas comunes debe tener ventana hacia almacén y puede tener también ventanas hacia el exterior.
- Flujo de personal:
 - Choferes únicamente tienen acceso a baños generales con ingreso desde los docks con personal de seguridad.
 - Los tramitadores tienen acceso a baños generales y al área de “previos” con un acceso restringido.
 - El personal operativo (almacén) tienen 3 espacios restringidos: el primero es un área baños y lockers, el segundo es el área de oficinas y el tercero es el comedor común.
 - El usuario _____ tiene acceso a planta alta y comedor principalmente.
- Se mandará un plano con el sembrado de la nave el cual deberá contar con medidas para que éste sea aprobado por _____

Realizó:

MINUTA 02

Alc. Centenario y Benito Juárez
del Club de Fútbol de la Universidad Club
Guadalajara, México.

Tel: +52.33.36.42.45.78



Asistentes:

- Lic. Francisco Estrada
- Arq. Francisco Estrada
- Arq. Francisco Estrada
- Ing. Sergio Estrada

Temas discutidos:

- **Flujo financiero:** Se tienen las siguientes observaciones sobre el flujo que se envió anteriormente:
 - Presupuesto de obra de construcción definitivo acordado en: 22,750,000 + IVA.
 - Ajustar a 26,390,000.00 (22,750,000+IVA), monto total de construcción de obra con IVA y costo de proyecto arquitectónico y ejecutivo incluidos.
 - Es importante separar el monto del "proyecto" al de la "construcción" en el flujo financiero.
 - Se debe realizar una modificación "Adendum" en el contrato en el monto total de la obra el cual difiere de los 26,390,000.00 y ajustarlo a este mismo.
- **Factura EPYCGSA:** El día 12 de Abril cayó el depósito de 350,000 MXN como anticipo del 50% del proyecto ejecutivo de naves. Enviar sin falta hoy la factura de dicho depósito a facturas@epycgsa.com.mx. Ya contamos con los datos de facturación de SABMEX. Enviar con copia a angelica. angelica@epycgsa.com.mx y a angelica@logistics.com.mx.
- **Corrida Financiera:** Se necesita presentar corrida financiera al banco. Ajustarla al monto final y enviarla lo antes posible.
- **Proyecto Arquitectónico:**
 - **Dimensiones de Terreno:** Se tiene una diferencia de 331.21m2 respecto al levantamiento que se revisó por primera vez por parte de Centro Logístico. Primeramente se tenía la cantidad de 12,929.38m2 con los límites de terreno en las vías del tren. Esta semana se realizó un nuevo levantamiento topográfico con los límites exactos del terreno correspondiente a [\[link\]](#) que el personal de [\[link\]](#) indicó al topógrafo de [\[link\]](#) según ese levantamiento se tienen 12,598.17m2.
 - **Cambios al proyecto Arquitectónico:**
 - Se debe de incluir al proyecto de oficinas en ambas naves una salida controlada entre oficinas y almacén.
 - El Ingreso al comedor solamente por el almacén e incluir una salida de las oficinas al almacén.
 - No se necesita el área de vestidor en almacén, la gente solo llega y se cambia de botas y zapatos.

Temas discutidos:

- Incluir el lavamanos dentro de cada baño.
- Área Control sin muros, el guardia debe tener vista hacia el interior de la nave.
- En Nave junto a aduanas: 2 docks para carga y descarga de camiones y 1 rampa de acceso a vehículos menores.
- En Nave de arriba: Incluir rampa de acceso a vehículos menores a un lado de los 4 docks de carga y descarga de camiones.

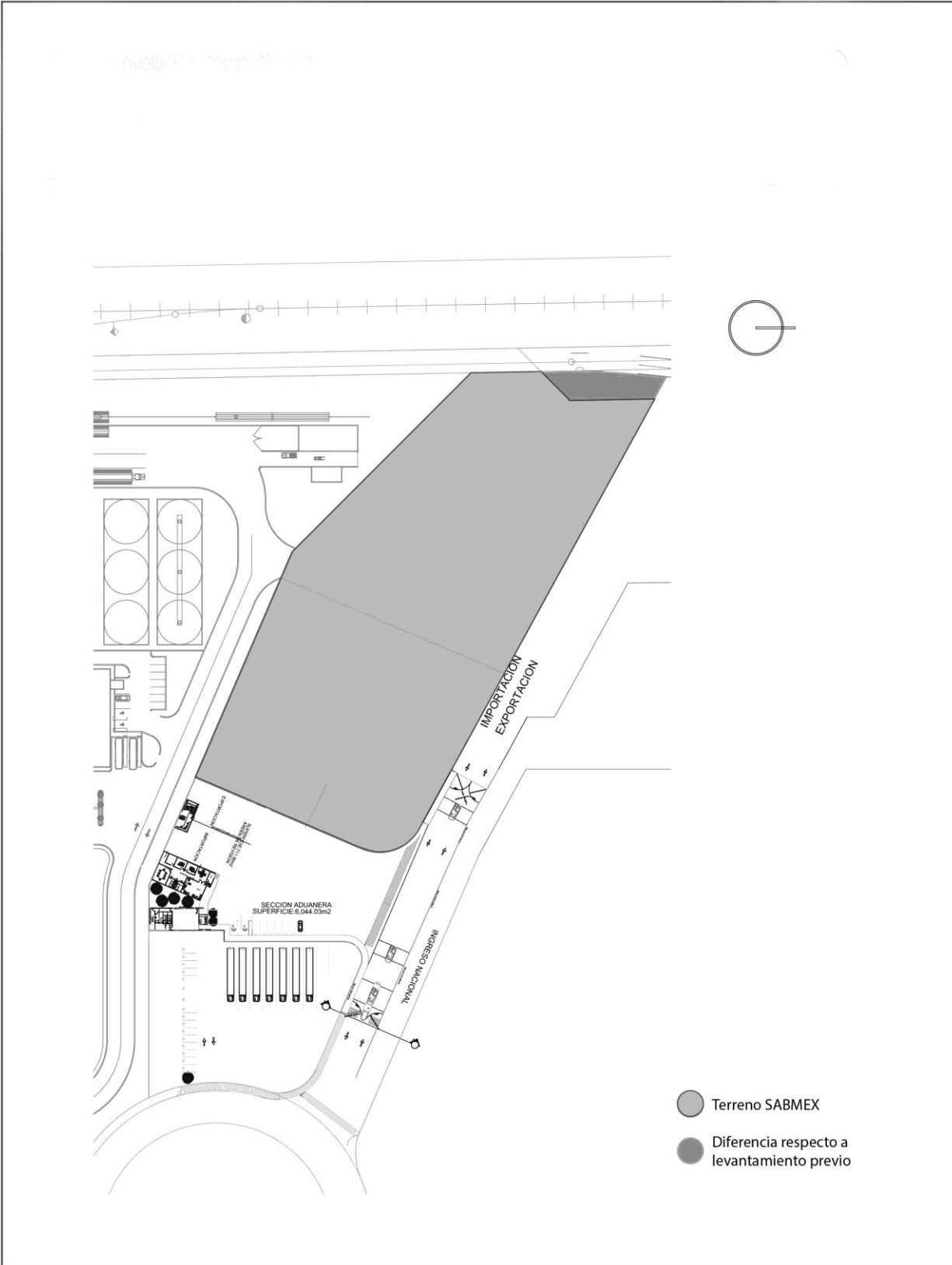
- **Limpieza del terreno:** Ya se realizó la limpieza de terreno por parte de Centro Logístico casi en su totalidad.
- Se aprobó la ubicación y dimensiones de módulos de nave Industrial (3 módulos de 40x25 metros)

- Proceso de licencias.

- Durante esta semana se realizaron el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos para poder proceder con la realización el proyecto de terracerías y poder sacar la licencia de movimiento de tierras e ir avanzando con esos trabajos directamente en obra mientras se continúa el desarrollo del proyecto ejecutivo de las naves.
- Se trabajará con las observaciones del proyecto arquitectónico que se tuvieron durante esta junta a través de una video llamada para nuevamente mostrar los cambios hechos y dar la lectura correspondiente con: **James T. Ortega** el próximo Martes 2 de Mayo de 2017 a las 4:00pm.

Realizó:

James T. Ortega



MINUTA 07

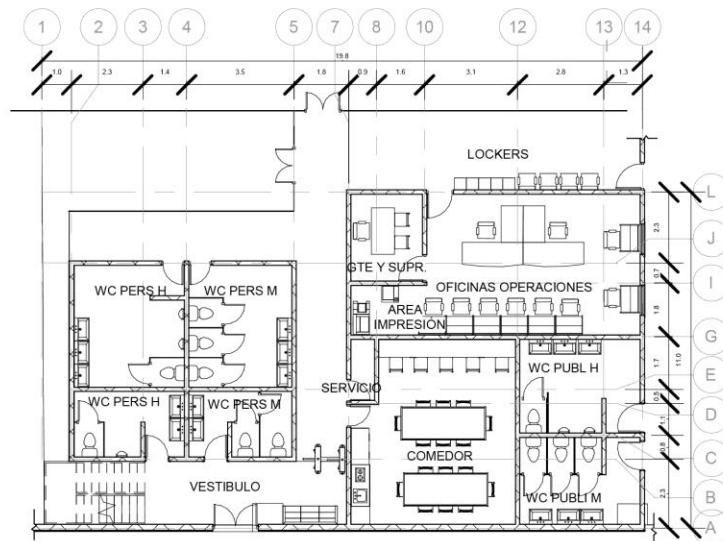
Edición: 1.0
21/1/2020
1:52.33

Asistentes:

- Lic. F. A. P. P. P.
- Arq. A. A. A. A. A.

Temas discutidos:

- Autorización de Layout de oficinas en proyecto

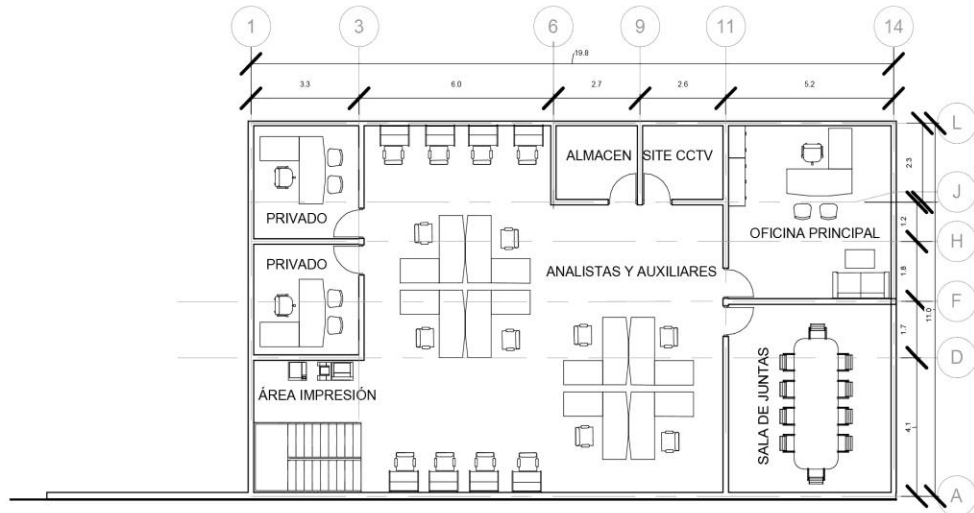


①

NIVEL DE PLATAFORMA

1 : 200

M



2 OFICINAS NIVEL P.A.

1 : 200

M

De:

Enviado el: miércoles, 14 de junio de 2017 11:34 a. m.

Para:

CC:

Asunto: RV: OFICINAS

Adjunto

Considera este mail como el VoBo del layout de oficinas, para poder seguir avanzando.

Hect

Vamos programando una conferencia o junta de seguimiento el día de mañana para revisar avances.

Saludos,

Please note my new mobile number



Contract Logistics National Director

Contract Logistics National Director



Visit our Web page @: