

IMPLEMENTACIÓN BIM

MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA
CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S.

ALEJANDRA ARENAS ELVIRA, ANDRÉS FELIPE ARANGO CABEZAS, ANDRÉS
MAURICIO IRIARTE SUAREZ, FERNANDO BARRETO VALDERRAMA, JOHN
ALEJANDRO CORTÉS MARTINEZ Y JOSÉ FERNANDO DEL CAMPO GARCIA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ D.C. 2022

MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA
CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES SAS

ALEJANDRA ARENAS ELVIRA, ANDRÉS FELIPE ARANGO CABEZAS, ANDRÉS
MAURICIO IRIARTE SUAREZ, FERNANDO BARRETO VALDERRAMA, JOHN
ALEJANDRO CORTÉS MARTINEZ Y JOSÉ FERNANDO DEL CAMPO GARCIA

Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gerencia de Proyectos

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C. – 2022

Dedicatoria

A nuestras familias, padres, madres, cónyuges e hijos por el apoyo y sacrificio durante las extensas jornadas de estudio para culminar satisfactoriamente el proceso académico.

Agradecimientos

Inicialmente a Dios por permitirnos alcanzar nuestras metas, a los docentes, la institución académica y a todos aquellos que aportaron sus conocimientos y consejos para culminar satisfactoriamente esta etapa de nuestras vidas.

Tabla de contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos.....	4
Resumen	20
Abstract	21
Introducción.....	22
Objetivos	25
1 Antecedentes organizacionales	26
1.1 Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.	26
1.2 Objetivos estratégicos	26
1.3 Misión, Visión y Valores.....	27
1.3.1 Misión.....	27
1.3.2 Visión	27
1.3.3 Valores.....	28
1.4 Mapa estratégico	28
1.4.1 Tablero de control – Objetivos estratégicos / Indicadores.....	29
1.4.2 Análisis DOFA.....	31
1.4.3 Política anticorrupción.....	33
1.4.4 Política de calidad y gestión ambiental	33
1.4.5 Política del Sistema de Gestión.	34
1.5 Cadena de valor	35

1.6	Estructura organizacional	36
2	Evaluación del proyecto a través de la metodología del Marco Lógico.....	37
2.1	Descripción del problema o necesidad.....	37
2.2	Árbol de problemas	40
2.3	Árbol de objetivos	40
2.4	Árbol de acciones	41
2.5	Determinación de alternativas	44
2.5.1	Identificación de acciones	44
2.5.1	Postulación de alternativas	45
2.5.2	Alternativa 1	45
2.5.3	Alternativa 2	46
2.5.4	Alternativa 3	46
2.6	Evaluación de alternativas.....	47
2.7	Descripción de la alternativa seleccionada.....	47
3	Marco metodológico.....	48
3.1	Tipo y método de investigación	48
3.2	Herramientas para la recolección de información.....	49
3.3	Fuentes de información	50
4	Estudio técnico.....	50
4.1	Diseño conceptual de la solución	50

4.2	Análisis y descripción del proceso	52
4.3	Definición del tamaño y localización del proyecto	56
4.4	Requerimientos para el desarrollo del proyecto	56
4.5	Estimación de costos de inversión del proyecto	58
4.6	Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto	59
5	Estudio de mercado	60
5.1	Población.....	61
5.2	Dimensionamiento de la demanda	62
5.3	Dimensionamiento de la oferta	65
6	Estudio de viabilidad financiera	66
6.1	Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad.....	66
6.2	Análisis de tasas de interés para costos de financiación.....	67
6.3	Tablas de amortización y/o capitalización	68
6.4	Flujo de caja	68
6.5	Evaluación financiera y análisis de indicadores.....	69
7	Estudio ambiental y social	69
7.1	Análisis y categorización de riesgos	70
7.2	Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto.....	74
7.3	Responsabilidad social-empresarial (RSE)	75
8	Gestión de la integración del proyecto.....	76

8.1	Acta de constitución de proyecto	76
8.2	Registro de supuestos y restricciones	76
8.3	Plan de gestión de beneficios	77
8.4	Plan de gestión de cambios.....	79
9	Gestión de los interesados del proyecto	82
9.1	Registro de los interesados	82
9.2	Plan de involucramiento de los interesados	85
10	Gestión del alcance del proyecto	94
10.1	Plan de gestión del alcance	94
10.1.1	Plan de gestión de requisitos	94
10.1.2	Definir el alcance.....	96
10.1.3	Crear la EDT / WBS	97
10.1.4	Validar el alcance	98
10.1.5	Controlar el alcance	98
10.2	Plan y matriz de trazabilidad de requisitos	100
10.3	Enunciado del alcance	102
10.4	Estructura de descomposición del trabajo (EDT)	103
10.5	Diccionario de la EDT.....	103
11	Gestión del cronograma del proyecto	103
11.1	Plan de gestión del cronograma.....	103

11.2	Listado de actividades con análisis PERT.....	104
11.3	Diagrama de red del proyecto	106
11.4	Línea base del cronograma.....	106
11.5	Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas	109
11.6	Cronograma	113
12	Gestión de costos del proyecto.....	117
12.1	Plan de gestión de costos	117
12.2	Estimación de costos en MS Project.....	118
12.3	Estimación ascendente y determinación del presupuesto.....	119
13	Gestión de recursos del proyecto	127
13.1	Plan de gestión de recursos	127
13.2	Estimación de los recursos	128
13.3	Estructura de desglose de recursos (EDRe)	130
13.4	Asignación de recursos	131
13.5	Calendario de recursos	134
13.6	Plan de capacitación y desarrollo del equipo	134
14	Gestión de comunicaciones del proyecto	137
14.1	Plan de gestión de las comunicaciones	137
14.1.1	Canales de comunicación	139
14.1.2	Sistema de información de las comunicaciones.....	143

IMPLEMENTACIÓN BIM	10
14.1.3 Diagramas de flujo	143
14.1.4 Matriz de comunicaciones.....	149
14.1.5 Estrategia de comunicaciones	150
15 Gestión de la calidad del proyecto	152
15.1 Plan de gestión de la calidad	152
15.1.1 Política de calidad del proyecto.....	153
15.1.2 Objetivos de calidad del proyecto	153
15.1.3 Especificaciones técnicas del proyecto y los entregables (estándares de calidad)	154
15.1.4 Roles y responsabilidades de calidad	155
15.1.5 Herramientas y técnicas de planificación	156
15.2 Métricas de calidad	157
15.3 Documentos de prueba y evaluación	157
15.4 Entregables verificados	159
16 Gestión de riesgos del proyecto	160
16.1 Plan de gestión de riesgos	160
16.2 Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual)	160
16.3 Matriz de riesgos	162
17 Gestión de las adquisiciones del proyecto.....	162
17.1 Plan de gestión de las adquisiciones	162
17.2 Matriz de las adquisiciones	163

17.3	Cronograma de compras.....	165
18	Gestión del valor ganado.....	166
18.1	Indicadores de medición del desempeño.....	166
18.2	Análisis de valor ganado y curva S.....	169
18.2.1	Seguimiento a 23 de mayo de 2022.....	169
18.2.2	Seguimiento a 6 de junio de 2022.....	172
19	Informe de avance de proyecto.....	176
19.1	Lecciones aprendidas.....	177
	Recomendaciones.....	179
	Conclusiones.....	180
	Bibliografía.....	181
	Anexo A – Clasificación de las acciones.....	183
	Anexo B – Tablas de amortización del crédito solicitado.....	184
	Anexo C – Acta de constitución del proyecto.....	192
	Anexo D - Actividades de gestión de cambios.....	195
	Anexo E – Diccionario de la EDT.....	196
	Anexo F – Análisis PERT.....	202
	Anexo G - Presupuesto.....	206
	Anexo H – Estimación de recursos RBS.....	211
	Anexo I – Matriz de comunicaciones.....	216
	Anexo J – Requisitos de calidad.....	220
	Anexo K – Entregables del proyecto y requisitos de calidad.....	222
	Anexo L – Métricas de calidad.....	230

Anexo M – Actividades de gestión y control de la calidad	240
Anexo N – Procedimientos de auditorías y producto no conforme	242
Anexo O – Identificación de riesgos	243

Índice de tablas

Tabla 1 - Objetivos estratégicos	27
Tabla 2 - Objetivos estratégicos – indicadores	29
Tabla 3 – Indicadores	30
Tabla 4 - Matriz DOFA.....	32
Tabla 5 - Análisis medios / fines	43
Tabla 6 - Identificación de las acciones.....	44
Tabla 7 - Selección de estrategia	47
Tabla 8 - Equipos de cómputo.....	58
Tabla 9 - Licencias y papelería.....	59
Tabla 10 - Personal	60
Tabla 11 - Indicadores.....	69
Tabla 12 - Resumen huella de carbono.....	75
Tabla 13 - Supuestos	76
Tabla 14 - Registro de restricciones	77
Tabla 15 - Definiciones de tipos de cambios	80
Tabla 16 - Tablero de control de cambios	81
Tabla 17 - Registro de interesados.....	84
Tabla 18 - Matriz de involucramiento.....	86
Tabla 19 - Matriz de estrategias	92

Tabla 20 - Trazabilidad de requisitos.....	101
Tabla 21 - Fase / Entregable	102
Tabla 22 - Horario de recursos.....	104
Tabla 23 - Equipo de proyecto	128
Tabla 24 - Equipos de cómputo y programas.....	128
Tabla 25 - Entrenamiento	129
Tabla 26 - Matriz RACI.....	133
Tabla 27 - Capacitaciones equipo de proyecto	135
Tabla 28 - Charlas desarrollo equipo.....	137
Tabla 29 Análisis de Requerimientos	150
Tabla 30 - Normatividad y reglamentación aplicable al proyecto	154
Tabla 31 - Roles y responsabilidades.....	156
Tabla 32 - Matriz de adquisiciones	164
Tabla 33 - Indicadores de desempeño cronograma / costo.....	166
Tabla 34 - Indicadores de eficiencia cronograma / costo	167
Tabla 35 - Indicadores complementarios.....	168
Tabla 36 - Resultado indicadores complementarios (23-05-2022)	171
Tabla 37 - Resultado indicadores complementarios (6-06-2022)	175

Índice de figuras

Figura 1 - Comportamiento de costos (2017 - 2019)	23
Figura 2 - Mapa estratégico.....	29
Figura 3 - Política Sistema de Gestión	35
Figura 4 - Cadena de valor	36
Figura 5 - Estructura de la organización.....	37
Figura 6 - Árbol de efectos	39
Figura 7 - Árbol de causas	39
Figura 8 - Árbol de problemas	40
Figura 9 - Árbol de objetivos.....	41
Figura 10 - Árbol de acciones.....	42
Figura 11- Fase de ciclo de vida BIM	51
Figura 12 - Dimensiones BIM	51
Figura 13 - Proceso de implementación	54
Figura 14 - Requerimientos de infraestructura.	57
Figura 15 - Requerimientos de personal	58
Figura 16 - Distribución sector construcción de edificios por región.....	62
Figura 17 - Proyección de inversión en edificación (Atlántico)	64
Figura 18 - Demanda estimada BIM.....	64
Figura 19 - Rentabilidad sector de la construcción de edificios.....	66

Figura 20 - Matriz de Riesgos Ambientales	72
Figura 21 - Matriz de impacto y probabilidad (riesgos ambientales).....	73
Figura 22 - Ciclo de vida del proyecto	74
Figura 23 - Formato de solicitud de cambios.....	82
Figura 24 Matriz Poder-Interés.....	85
Figura 25 Causa / Raíz Interesado Jaime Arango (patrocinador)	87
Figura 26 Causa / Raíz Interesado Andrés Arango (director de proyecto)	87
Figura 27 Causa / Raíz Interesado Salim Abdala (líder de diseño y construcción)	88
Figura 28 - Causa / Raíz interesado Rafael Gutiérrez (modelador BIM)	88
Figura 29 - Causa / Raíz Interesado Proveedor software.....	89
Figura 30 - Causa / Raíz Interesado Proveedor hardware	89
Figura 31 - Causa / Raíz Proveedor telecomunicaciones.....	90
Figura 32 - Causa / Raíz Interesado Equipo consultor	90
Figura 33 Causa / Raíz Proveedor Capacitación.....	91
Figura 34 - Documentación requisitos	95
Figura 35 - Identificación de requisitos.	96
Figura 36 - Acta de aceptación de producto	99
Figura 37 - Control del alcance	99
Figura 38 - Línea base del cronograma (Pág. 1)	106
Figura 39 - Línea base del cronograma (Pág. 2)	107

Figura 40 - Línea base del cronograma (Pág. 3)	108
Figura 41 - Línea base del cronograma (Pág. 4)	109
Figura 42 - Sobreasignación diagrama de Gantt	110
Figura 43 - Sobreasignación de recursos vista organizador de equipo	111
Figura 44 - Sobreasignaciones resueltas	111
Figura 45 - Variación ruta crítica.....	112
Figura 46 - Cronograma ajustado.....	113
Figura 47 - Cronograma (Pág. 1 de 4).....	114
Figura 48 - Cronograma (Pág. 2 de 4).....	115
Figura 49 - Cronograma (Pág. 3 de 4).....	116
Figura 50 - Cronograma (Pág. 4 de 4).....	117
Figura 51 - Hoja de recursos	119
Figura 52 - Asignación de reserva para contingencias.....	119
Figura 53 - Estimación ascendente de paquetes de trabajo - Fase Diagnóstico..	121
Figura 54 - Estimación ascendente de paquete de trabajo - Fase Planeación BIM	122
Figura 55 - Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Implementación proyecto Benthó	124
Figura 56 -Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Dirección de proyecto	125
Figura 57 - Resumen estimación ascendente de costos	125

Figura 58 - Configuración presupuesto	126
Figura 59 - Costos del proyecto	126
Figura 60 - Estructura de desglose de los Recursos	130
Figura 61 - Asignación de recursos parte 1	131
Figura 62 - Asignación de recursos parte 2	132
Figura 63 - Calendario de recursos	134
Figura 64 - Etapas de desarrollo de un equipo.....	136
Figura 65 Canales potenciales de comunicación	140
Figura 66 Canales de comunicación regulados.....	141
Figura 67 - Flujo canal INT1	144
Figura 68 - Flujo canal INT4	144
Figura 69 - Flujo canal INT5	145
Figura 70 - Flujo canal INT6	145
Figura 71 - Flujo canal PR1	146
Figura 72 - Flujo canal PRI2	146
Figura 73 - Flujo canal PRI3	147
Figura 74 - Flujo canal PRI4	147
Figura 75 - Flujo canal EXT1	148
Figura 76 - Flujo canal EXT8	148
Figura 77 - Flujo canal EXT25	149

Figura 78 Estrategias de Comunicación.....	151
Figura 79 - Informe prueba y Evaluación.....	158
Figura 80 – Plan de acción.....	159
Figura 81 - Entregables verificados.....	160
Figura 82 - Matriz de probabilidad e impacto (Amenazas).....	161
Figura 83 - Matriz de probabilidad e impacto (Oportunidades).....	161
Figura 84 - Secciones matriz de riesgos.....	162
Figura 85 - Cronograma de compras.....	165
Figura 86 - Variables de valor ganado (23-05-2022).....	169
Figura 87 - Curva S (23-05-2022).....	170
Figura 88 - Variables valor ganado (6-06-2022).....	173
Figura 89 - Curva S (6-06-2022).....	174
Figura 90 - Lección aprendida 01.....	178
Figura 91 - Lección aprendida 02.....	179

Resumen

En 2019, a raíz de la pandemia del COVID-19, la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S, tuvo inconvenientes al iniciar la construcción del proyecto Benthó, generando sobrecostos administrativos y operativos, es así como surge la necesidad de mejorar la productividad de futuros proyectos, reduciendo el tiempo de diseño y mejorando la cuantificación de materiales. La metodología BIM como solución propuesta ha permitido a la constructora generar nuevos procesos de diseño con alcances 3D y 5D, reduciendo el tiempo de ejecución de los proyectos y aumentando sus márgenes de ganancias, también incorporar recorridos virtuales en modelos 3D incrementando el interés de los clientes, además de alinear sus objetivos con los lineamientos del sector nacional en cuanto al uso de la metodología BIM.

Palabras clave: Metodología BIM, alcance 3D, alcance 5D, plan de ejecución BIM, productividad.

Abstract

In 2019, as a result of the COVID-19 pandemic, the company Arango Arquitectos Constructores S.A.S, had problems starting construction of Benthos project, increasing administrative and operational costs, this is how the need to improve the productivity of future projects appears, reducing design time and improving materials quantification. The BIM methodology as a solution for that problem, has allowed to create new design process with 3D and 5D scopes, reducing execution time of the projects and increasing the company profits, also incorporating virtual tours in 3D models increasing the interest of the clients, besides align its objectives according to the guidelines of construction in Colombia for use of the BIM methodology.

Key words: BIM Methodology, 3D Scope, 5D Scope, BIM Execution Plan, productivity.

Introducción

El proyecto Mejora de proceso de diseño (Metodología BIM) para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S., responde a la necesidad de la Constructora para adaptarse a las condiciones actuales del mercado de la construcción en Colombia. En 2019, a partir del cambio de condiciones del mercado por la pandemia del COVID-19, donde la Constructora tuvo que retrasar la fase de construcción de su proyecto Benthó con las implicaciones financieras que esto conlleva sumado a los márgenes ajustados del sector de la construcción, dejó al descubierto la realidad del alto riesgo financiero por el incremento de costos de los proyectos y el alza de precios en el mercado de la construcción. Una amenaza que se debe mitigar para hacer sostenible su operación.

Aspectos como los altos precios de materiales, especialmente el acero y los márgenes ajustados del mercado por efectos de la fuerte competencia, están fuera del control de la Constructora, por tanto, requieren un enfoque dirigido hacia aspectos relacionados con la mejora de la productividad, a través de la optimización de los procesos para mitigar el impacto del riesgo financiero.

El comportamiento de la curva de costos en los proyectos de la Constructora en cada una de las fases de un proyecto, indica que en la fase de construcción se concentran los mayores costos y, además, es en esta fase en donde se presentan sobrecostos por errores y/o imprecisiones provenientes de la fase de diseño. Ver Figura 1 - Comportamiento de costos (2017 - 2019). Este comportamiento se puede mitigar identificando el problema que genera los efectos negativos sobre los costos en la fase de construcción de los proyectos y sobre la misma fase de diseño. Estos efectos en la fase de construcción corresponden a:

- a) Aumento de costos por corrección de errores de diseño.
- b) Aumento de costos por garantías postventa.

En la fase de diseño, estos efectos corresponden a:

- a) Aumento de costos por tiempo adicional de trabajo por reprocesos.

b) Aumento de costos por incremento de trabajo por alto volumen de documentación.



Figura 1 - Comportamiento de costos (2017 - 2019)

El problema central de los efectos mencionados, al analizar el proceso de diseño y mediante el uso de la metodología del marco lógico (MML), se ha identificado como la fragmentación de la información de diseño. En este escenario, el ejercicio de la planeación estratégica es fundamental para identificar las condiciones internas y externas de la Constructora que permitan diseñar estrategias para afrontar los retos del mercado de la construcción en Colombia. Revisando el entorno se identifican tendencias del sector de la construcción a nivel mundial hacia el uso de gemelos digitales para mejorar los resultados de los proyectos, en un reciente estudio de McKinsey & Company se explica el impacto que sobre la productividad tiene la implementación de la metodología BIM:

Las empresas pueden mejorar la eficiencia e integrar la fase de diseño con el resto de la cadena de valor mediante el uso de modelos de información de construcción (BIM) para crear un modelo tridimensional completo (un "gemelo digital"), y agregue más capas como el cronograma y el costo, al principio del proyecto en lugar de terminar diseño mientras la construcción ya está en marcha. Esto cambiará materialmente los riesgos y

la secuencia de toma de decisiones en proyectos de construcción y coloca la ingeniería, las adquisiciones y la construcción tradicional en entredicho. (Maria João Ribeirinho et al., 2020) (pg. 7).

En Colombia, en la actualidad el Departamento Nacional de Planeación (DNP) está liderando la implementación de BIM en el sector de la construcción a nivel nacional con la Estrategia Nacional BIM 2020 – 2026. Con esta estrategia se pretende extender el uso de BIM a todo el sector de la construcción para incrementar su productividad. Según DNP., Estrategia Nacional BIM 2020-2026. (2020). (pág. 4) “La adopción de la metodología BIM pretende impulsar la transformación digital, y el documento de estrategia establece como visión nacional la ‘Transformación digital del sector de la construcción para un mejor uso de los recursos disponibles y una mayor productividad’”.

A nivel gremial la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) ha liderado a través de BIM Fórum Colombia la implementación de BIM en el sector por parte de sus afiliados. En todos los casos, se apunta a la mejora de la productividad a través de la reducción de costos y la mejora de la calidad de los proyectos de construcción, tanto de infraestructura como de edificaciones. Estas mejoras están apoyadas en un enfoque de trabajo colaborativo que se potencia con el uso de tecnologías de diseño que permiten la creación de gemelos digitales que simulan la construcción del proyecto.

Sobre estos gemelos digitales se pueden hacer entre otras muchas evaluaciones: las revisiones de diseño en un ambiente realista, simular condiciones especiales para verificar el comportamiento del diseño¹, verificar interferencias entre las diferentes especialidades y calcular cantidades de materiales con mayor precisión. En este orden de ideas, se pretende mejorar el proceso de diseño de la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. implementando la metodología BIM para unificar la información de diseño² a través del trabajo colaborativo y el uso de herramientas de diseño BIM.

1 Consumo energético, condiciones de ocupación, nivelación de cargas en circuitos eléctricos, eficiencia de aire acondicionado, etc.

2 De acuerdo con los resultados de la MML.

Objetivos

Objetivo general

Implementar la metodología BIM con alcances 3D y 5D en el proceso de diseño de la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. en un periodo de 4 meses.

Objetivos específicos

1. Formular el plan estratégico BIM para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. En este plan se debe identificar la situación actual de la constructora respecto a BIM y se debe establecer la situación futura deseada respecto a BIM.
2. Generar el plan operacional BIM para los alcances 3D y 5D en el proceso de diseño. En este plan se deben establecer las acciones necesarias para llevar a la constructora de la situación actual a la situación deseada con alcances BIM 3D y 5D.
3. Implementar la metodología BIM mediante la formalización del Plan de Ejecución BIM para el proyecto Benthó. Este plan incluye los requerimientos y especificaciones del alcance BIM para el proyecto Benthó dentro del marco del plan estratégico BIM.

1 Antecedentes organizacionales

1.1 Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Arango Arquitectos Constructores S.A.S. anteriormente llamada Arango Felizzola Proyectos S.A.S., es una empresa con más de 9 años de experiencia en el campo de la construcción, remodelación, asesorías y consultorías con valor agregado en todas las actividades integrantes a la cadena de valor del proceso constructivo. Con la experiencia de más 33 años de uno de sus socios JAIME ALBERTO ARANGO ROBLEO (JAIME ARANGO ROBLEDO SAS), se han distinguido por el desarrollo de proyectos exitosos de construcción, la responsabilidad y profesionalismo garantizando a sus clientes sus necesidades y expectativas, siempre contando con precios aterrizados a las necesidades de los clientes, teniendo al día de hoy una experiencia de más de 45 proyectos de construcción, ubicados a lo largo y ancho del país, pasando por proyectos desde viviendas unifamiliares, hasta edificaciones multifamiliares de más de 15 pisos.

1.2 Objetivos estratégicos

Los objetivos estratégicos están planteados a partir de las perspectivas de cliente, finanzas, comercial y de desarrollo del recurso humano de la constructora. En la Tabla 1 - Objetivos estratégicos se presenta los objetivos con su respectiva estrategia y con el indicador para medir su efectividad.

Tabla 1 - Objetivos estratégicos

Perspectiva	Objetivos Estratégicos	Estrategia
Cliente	Prestar los servicios de construcción y remodelación para satisfacer a los clientes	Realizar el portafolio de servicios de manera atractiva y socializarlo por medios virtuales
Financiera	Generar rentabilidad en los proyectos	Realizar una planeación rigurosa incluyendo los imprevistos y realizar revisiones periódicas para generar alertas
Comercial	Adquirir nuevos clientes a través de estrategias innovadoras	Realizar un estudio de mercado con los clientes potenciales y determinar sus necesidades más significativas
Aprendizaje y crecimiento	Mejorar la productividad del talento humano	Realizar capacitaciones periódicas para mejorar destrezas y habilidades

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

1.3 Misión, Visión y Valores

La fuente de la información corresponde a la Planeación estratégica de ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S.

1.3.1 Misión

ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. es una firma que contribuye con el desarrollo y el crecimiento ambiental, económico y social en donde se hace presencia a través de proyectos de vivienda, que cumplen con los estándares de calidad para beneficio de la comunidad, colaboradores y clientes. Por lo que se cuenta con un talento humano capacitado tanto en el negocio de construcción, como en el manejo de relaciones con los clientes.

1.3.2 Visión

Ser una compañía certificada con presencia regional encaminada al cliente, ofreciendo siempre productos de buena calidad, participando activamente en el mercado

de vivienda, brindando apoyo a cada uno de nuestros clientes buscando generar relaciones sostenibles en el tiempo.

1.3.3 Valores

- a. Resultados: Demostrar competitividad de la empresa y de quienes la componen, con un alto margen de rentabilidad, con la mejor calidad en cada una de las construcciones realizadas.
- b. Innovación: Actualización constante de los recursos ofimáticos y tecnológicos, en mejoramiento de la productividad y los procesos.
- c. Calidad: Mejoramiento continuo de los procesos, para optimizar recursos en general (tiempo, personal humano, infraestructura, etc.), incrementando la eficacia y eficiencia, obteniendo mayores resultados en producción, sin alterar el producto en general o la compañía.
- d. Servicio: Ofrecer un portafolio de servicios que se destaque en el medio empresarial.
- e. Medio ambiente: Mitigar cualquier impacto que altere el ecosistema natural y su entorno, implementando la normatividad vigente, además de políticas que aporten al sostenimiento y cuidado de las fuentes de vida no renovables, en pro de su preservación.
- f. Responsabilidad social: Hacer del entorno o área de influencia, un espacio participativo, donde se logre vincular a la mayor parte de la población, promoviendo actividades que destaquen integración, proyección y desarrollo social, contando con el apoyo de las entidades gubernamentales.

1.4 Mapa estratégico

La fuente de la información corresponde a la Planeación estratégica de ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S.

A continuación, se presenta el mapa estratégico de la constructora. Ver Figura 2 - Mapa estratégico.

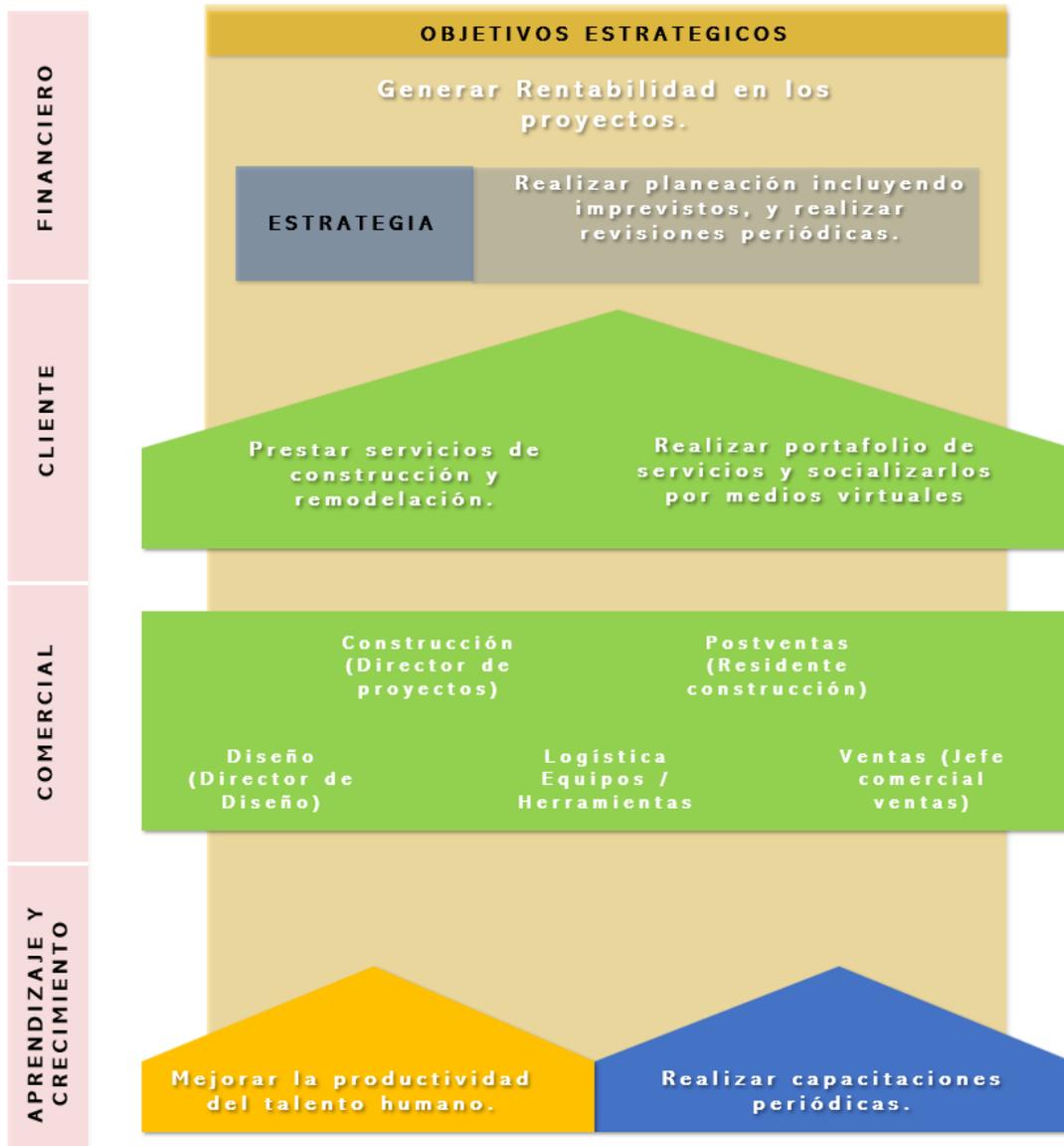


Figura 2 - Mapa estratégico

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

1.4.1 Tablero de control – Objetivos estratégicos / Indicadores

Tabla 2 - Objetivos estratégicos – indicadores

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Perspectiva	Objetivos Estratégicos	Estrategia	Indicadores
-------------	------------------------	------------	-------------

Financiera	Generar rentabilidad en los proyectos	Realizar una planeación rigurosa incluyendo los imprevistos y realizar revisiones periódicas para generar alertas	Variación porcentual de la ejecución presupuestal (Porcentaje ejecutado del presupuesto / Presupuesto total)
Cliente	Prestar los servicios de construcción y remodelación para satisfacer a los clientes	Realizar el portafolio de servicios de manera atractiva y socializarlo por medios virtuales	Oportunidad en la entrega de los bienes inmuebles (Número de días programados para realizar la obra/ Total de días del proyecto)
Comercial	Adquirir nuevos clientes a través de estrategias innovadoras	Realizar un estudio de mercado con los clientes potenciales y determinar sus necesidades más significativas	Nivel de ventas (Unidades vendidas / Unidades totales)
Aprendizaje y crecimiento	Mejorar la productividad del talento humano	Realizar capacitaciones periódicas para mejorar destrezas y habilidades	Cumplimiento de plan de capacitación (Capacitaciones planeadas / Capacitaciones ejecutadas)

Tabla 3 – Indicadores

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Objetivos	Nombre del indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia de medición
-----------	----------------------	---------	------	------------------------

Prestar los servicios de construcción y remodelación para satisfacer a los clientes	Oportunidad en la entrega de los bienes inmuebles	Número de días programados para realizar la obra / Total de días del proyecto	≤ 1	Al finalizar el proyecto
Generar rentabilidad en los proyectos	Variación porcentual de la ejecución presupuestal	Porcentaje ejecutado del presupuesto / Presupuesto total	≤ 1	Semanal
Adquirir nuevos clientes a través de estrategias innovadoras	Nivel de ventas	Unidades vendidas / Unidades totales	1	Mensual
Mejorar la productividad del talento humano	Cumplimiento de plan de capacitación	Capacitaciones planeadas / Capacitaciones ejecutadas	1	Semestral

1.4.2 Análisis DOFA

A continuación, se presenta el análisis de los factores internos y externos de la constructora como base para definir el plan estratégico. Ver Tabla 4 - Matriz DOFA.

Tabla 4 - Matriz DOFA

Debilidades	Fortalezas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de recurso tecnológico deficiente. 2. Coste de la inversión de los equipos y licencias para la implementación de los proyectos. 3. Insuficiente personal capacitado en tecnologías 3D. 4. Seguridad informática deficiente. 5. Falta de canales de comunicación estandarizados. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Liderazgo del equipo directivo para analizar la realidad del mercado. 2. Talento humano comprometido 3. Interés por nuevas tecnologías 4. Expansión a nivel nacional 5. Mas de 30 años de experiencia en construcción de vivienda multifamiliar.
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Invertir en nuevas tecnologías y equipos que serán utilizados posterior a la realización del proyecto, en las demás actividades de la empresa. 2. Alinearse y cumplir con las políticas del gobierno con respecto al uso de programas de diseño 3D como metodología BIM 3. Interés de la ciudadanía en adquisición de vivienda aprovechando los subsidios del gobierno. 4. Ofrecer opciones vanguardistas sobre las antiguas maneras de presentación del apartamento modelo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Altos costos de materia prima 2. Incumplimiento de los proveedores para entregar los insumos 3. Pandemia 4. Implementación de la metodología BIM por parte de la competencia. 5. Cambios y modificaciones en las normativas aplicables a los proyectos y su ubicación.

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

1.4.3 Política anticorrupción.

ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. se compromete a realizar sus actividades de manera responsable, honesta, transparente y conforme a la normatividad vigente, de forma ética. Por lo tanto, ha decidido adoptar el Principio 10° del Pacto Mundial de la Organización de las Naciones Unidas, el cual establece que cada una de “las empresas deberán trabajar en contra de la corrupción en todas sus formas, incluyendo la extorsión y el soborno”.

- a) ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. se abstiene de participar en cualquier forma de Fraude, Soborno, práctica de Corrupción directa o indirecta.
- b) ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. se compromete en tomar medidas para combatir y castigar el Fraude, Soborno y Corrupción, en cualquier forma o tipología a la que se asocie, con cada uno de los integrantes de la compañía.
- c) ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. promoverá dentro de la organización, como hábito de cultura y política institucional, el no ser tolerantes con el fraude, soborno o cualquier acto de corrupción, por medio de campañas y capacitaciones, además de crear un reglamento de conducta que implique algún tipo de sanción, tanto a nivel institucional como legal.
- d) ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S. genera un entorno de transparencia, integrando los diferentes sistemas de desarrollo, en atención a la prevención de la Corrupción, abriendo canales de comunicación que faciliten la denuncia.

1.4.4 Política de calidad y gestión ambiental

- a) Destinar recursos para el Sistema Integrado de Gestión De Calidad, con el fin de ofrecer una mejora continua, en cada uno de los procesos que conforman el modelo.
- b) Contribuir al mejoramiento estratégico de los procesos de producción, haciendo de estos, un producto de bienes y servicios con la óptima calidad, adecuando un balance (costo/beneficio), mejorando los plazos de entrega y respetando las condiciones ambientales del entorno.

- c) Cumplir con los requisitos legales propios de la empresa y otros requisitos relacionados con el medio ambiente y el producto o servicio de acuerdo con el sistema integrado de gestión.
- d) Suplir las necesidades y requerimientos de los clientes, en aras de ofrecer un producto con los criterios y expectativas de estos.
- e) Todo proyecto que involucre a ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S., deberá cumplir y acatar las normas y especificaciones legales, de calidad y medio ambiente.
- f) Realizar seguimiento de los servicios prestados para satisfacer las necesidades, exigencias y expectativas de los clientes.

1.4.5 Política del Sistema de Gestión.

Es un instrumento compuesto por reglas y principios relacionados entre sí de forma ordenada, para contribuir en la gestión de los procesos generales o específicos de una organización. Como política establece unos lineamientos, para alcanzar los objetivos. Estas también cuentan con elementos de seguridad y salud en el trabajo, concernientes al talento humano, encaminado a obtener unos resultados, además de un sistema de seguridad de la información, empleando tecnologías, un sistema ambiental que permite controlar el consumo de recursos, mitigar impactos y emplear insumos que sean amigables con el ecosistema. Ver Figura 3 - Política Sistema de Gestión.

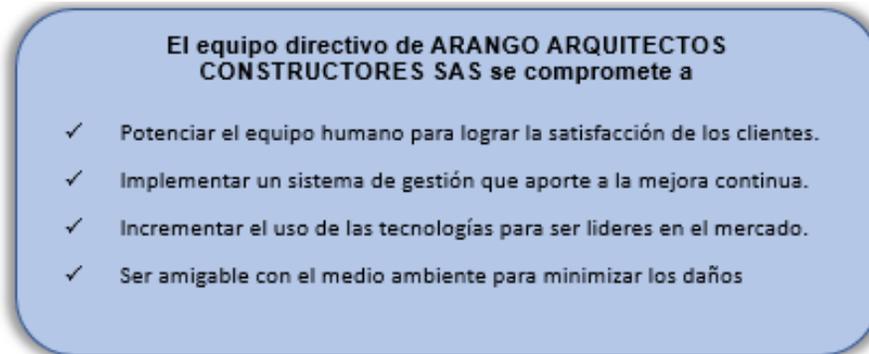


Figura 3 - Política Sistema de Gestión

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

1.5 Cadena de valor

En la Figura 4 - Cadena de valor de Michael Porter se muestran los procesos centrales y de apoyo y a continuación se explicará el proceso de la constructora para lograr la satisfacción del cliente, lo que equivale al margen en la cadena de valor de Porter.

En las actividades de soporte se encuentra la infraestructura de la empresa y la gestión de recursos humanos que dice Porter se establece en la organización como la administración general de la constructora (contabilidad / calidad / administración / compras) de igual manera el desarrollo tecnológico y el aprovisionamiento se ve reflejado en la Dirección de diseño (Departamento de diseño / innovación / implementación de nuevas tecnologías).

En las actividades primarias se encuentra como logística interna el director de diseño, en la parte de operaciones está la logística equipos / herramientas, en la logística externa tenemos la construcción (dirección de proyectos), en la actividad de marketing y ventas tenemos las ventas de los apartamentos (jefe comercial de ventas) y como actividad primaria de servicio tenemos las postventas (residente de construcción).

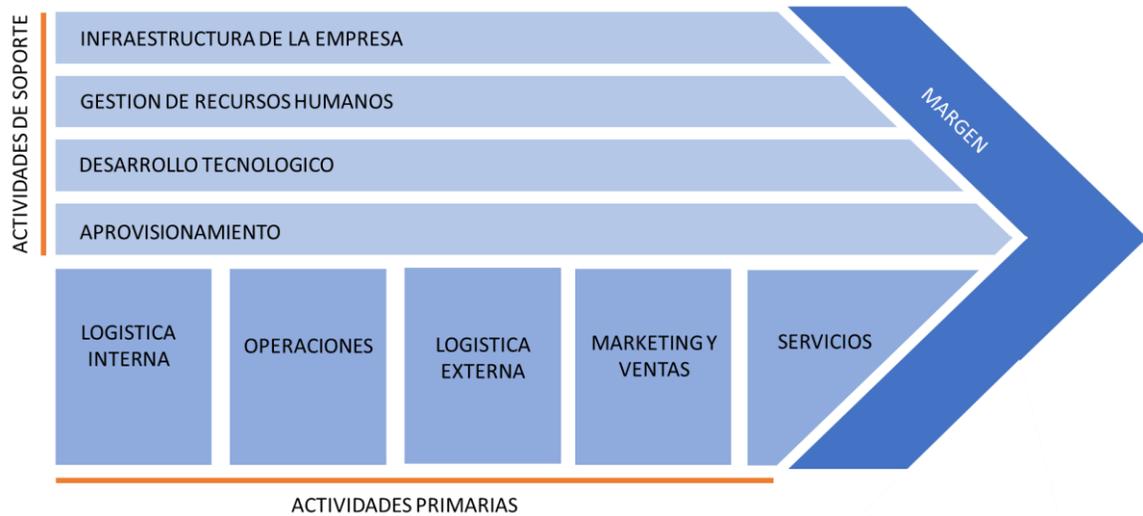


Figura 4 - Cadena de valor

Fuente: Dynamic, Michael Porter

1.6 Estructura organizacional

La organización es una empresa pequeña con una estructura de tipo funcional que se adapta fácilmente a la ejecución de proyectos por la naturaleza de su objeto social. La estructura organizacional se presenta en la Figura 5 - Estructura de la organización.

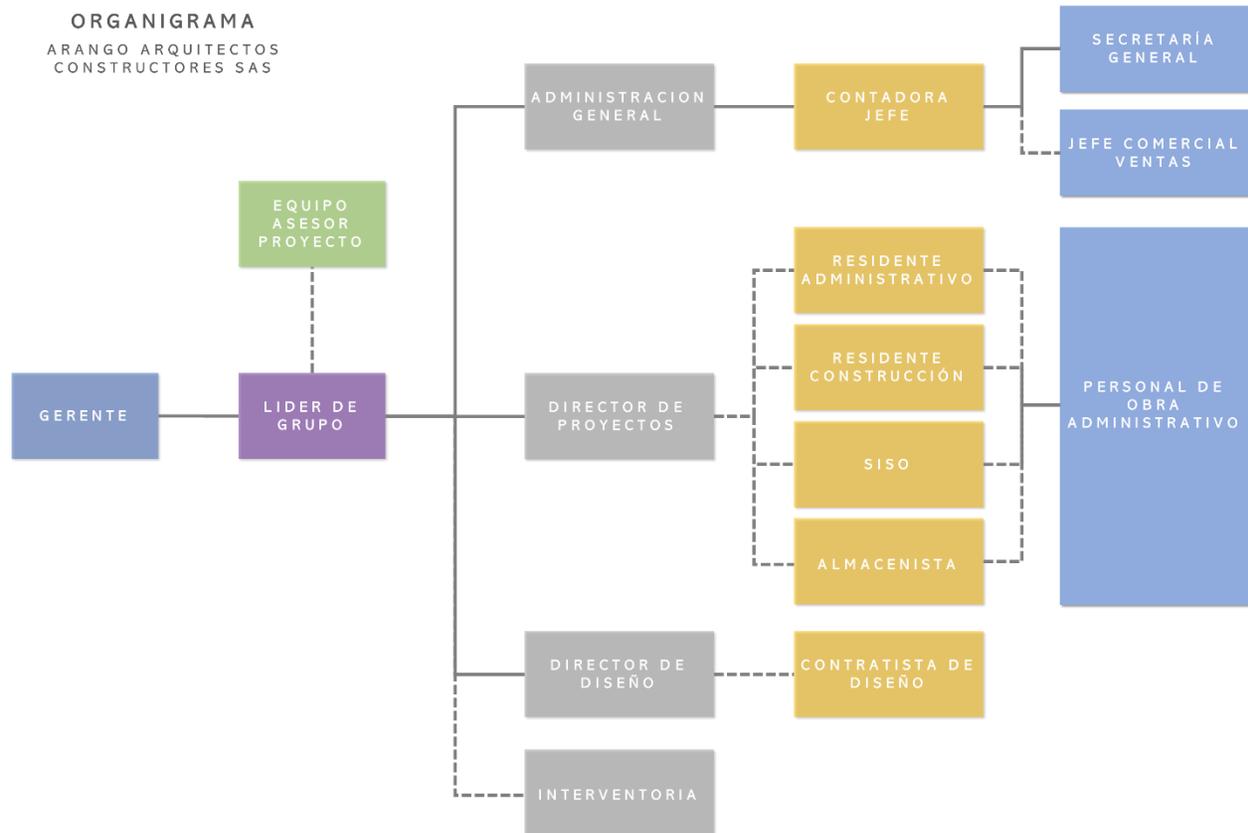


Figura 5 - Estructura de la organización

Fuente: Planeación estratégica Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

2 Evaluación del proyecto a través de la metodología del Marco Lógico

2.1 Descripción del problema o necesidad

De acuerdo con la exploración realizada en la identificación, análisis y selección con involucrados, se puede concluir que la problemática principal es la de la necesidad de optimizar el costo de los proyectos sin afectar su calidad. En este contexto el problema está relacionado con el alto riesgo financiero para la constructora, por el incremento de los costos directos de los proyectos debido al alza de precios de los materiales en el mercado de la construcción e ineficiencias en los procesos de diseño y construcción.

Teniendo presente que no hay control sobre los precios del mercado y que los márgenes **ajustados** son un comportamiento típico del sector de la construcción, el enfoque se centra en el mejoramiento de la productividad a través de la optimización de los procesos de la constructora. El ciclo de vida de una construcción abarca las fases de planificación, diseño, construcción y operación; la constructora centra sus esfuerzos en las tres primeras fases, identificando la fase de diseño como crítica para el éxito del proyecto, evidenciando, además fallas en su flujo de trabajo.

Como causa del problema en esta fase se ha identificado la fragmentación en la información entregada por los especialistas que al incorporarse al diseño puede ocasionar atrasos, reprocesos e inducir a errores que se transfieren a la fase de construcción, de acuerdo a (Gámez, Severino y Márquez, 2014) son esta fragmentación y falta de interoperabilidad en la comunicación las principales fuentes de errores en los diseños e ineficiencia en los procesos constructivos, al dificultar que los distintos especialistas logren intercambiar o coordinar la información de manera rápida y precisa.

Esta situación tiene varias causales que de manera general se identificaron en el contexto expresado por los involucrados y que se expondrán en el árbol de efecto y causas. En la siguiente figura se identifican los efectos que se derivan del problema base y que pueden dificultar o impedir la ejecución del proyecto, estableciendo si sus efectos tienen una relación directa o indirecta con el problema. Ver Figura 6 - Árbol de efectos

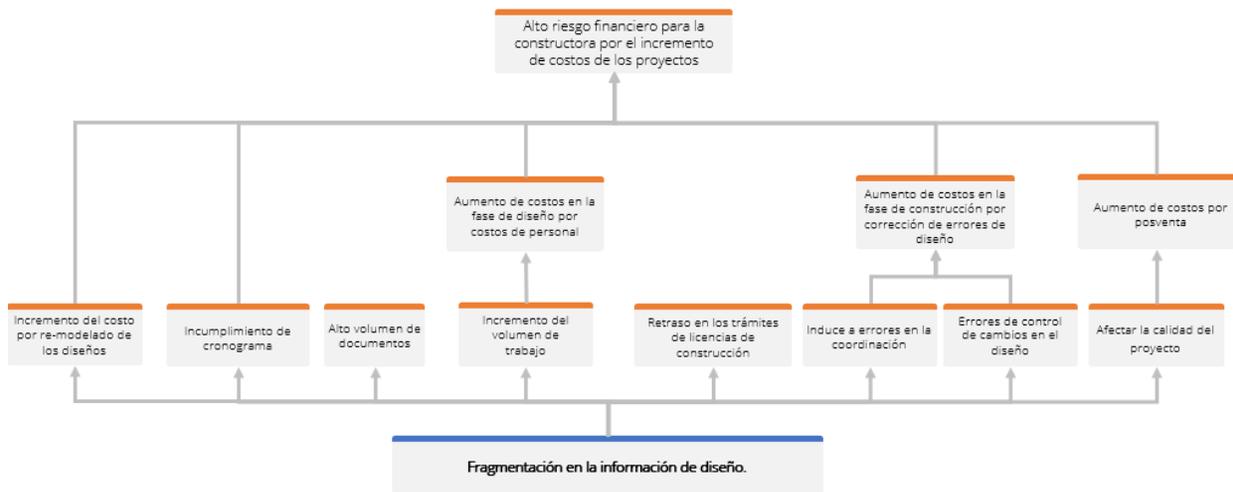


Figura 6 - Árbol de efectos

Posteriormente se procedió a identificar las causas directas e indirectas que genera el problema raíz, eliminándose aquellas que están fuera del alcance del proyecto. Ver Figura 7 - Árbol de causas.

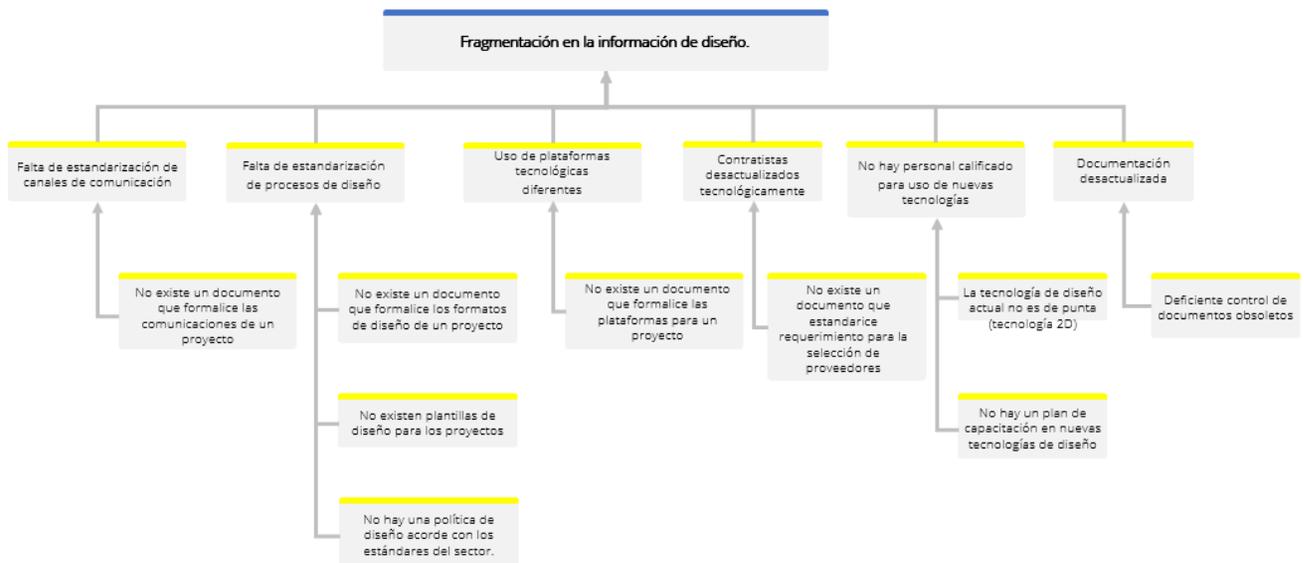


Figura 7 - Árbol de causas

2.2 Árbol de problemas

En la siguiente figura se ven representados los diferentes problemas a los que se encuentran expuesto el proyecto, donde cada uno se sustenta con una causa diferente. Ver Figura 8 - Árbol de problemas

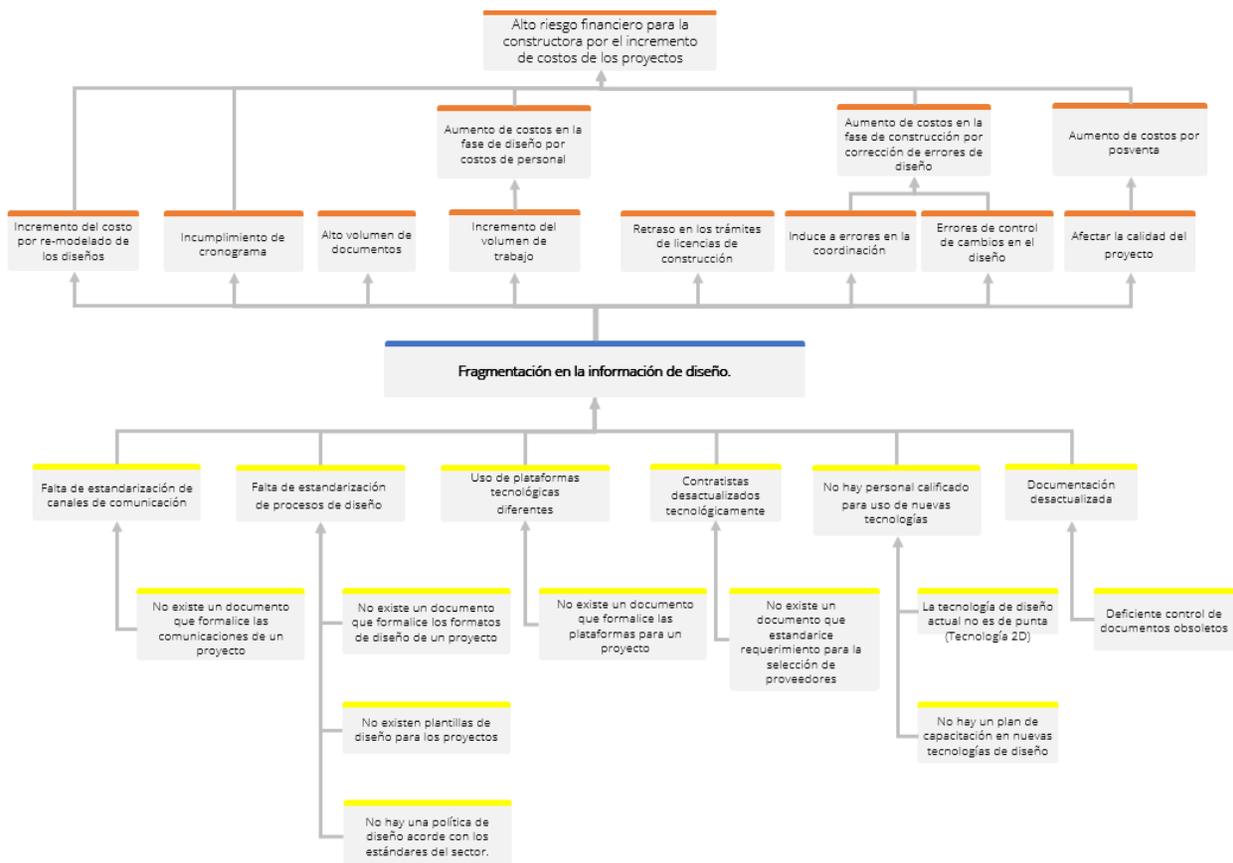


Figura 8 - Árbol de problemas

2.3 Árbol de objetivos

Se plantean los distintos problemas con sus causas como objetivos y medios para la realización del proyecto. Ver Figura 9 - Árbol de objetivos

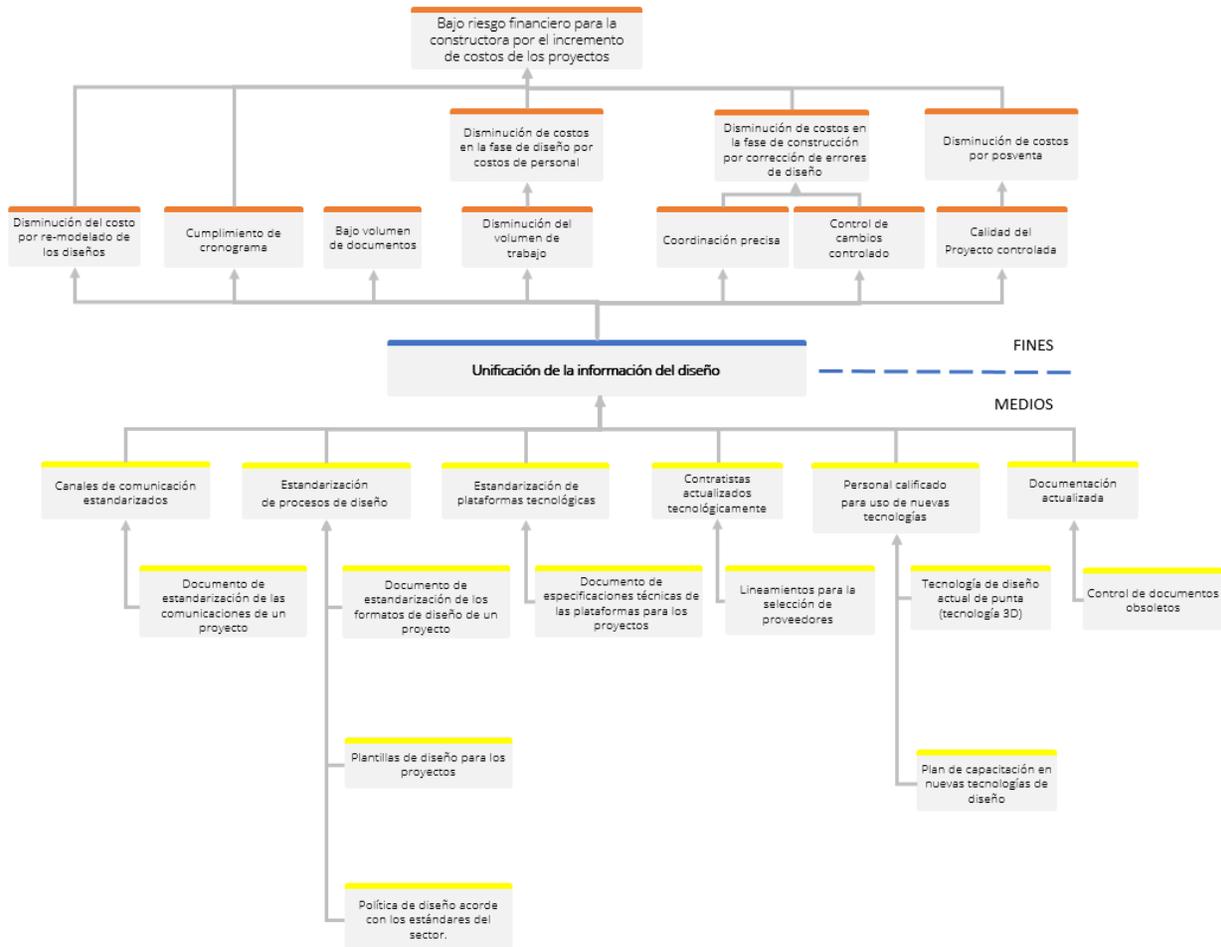


Figura 9 - Árbol de objetivos

2.4 Árbol de acciones

En la Figura 10 - Árbol de acciones se plantean formas de poder llevar a cabo los objetivos planteados en el árbol de objetivos a cabalidad, para dar mejor entendimiento las actividades están en color verde.

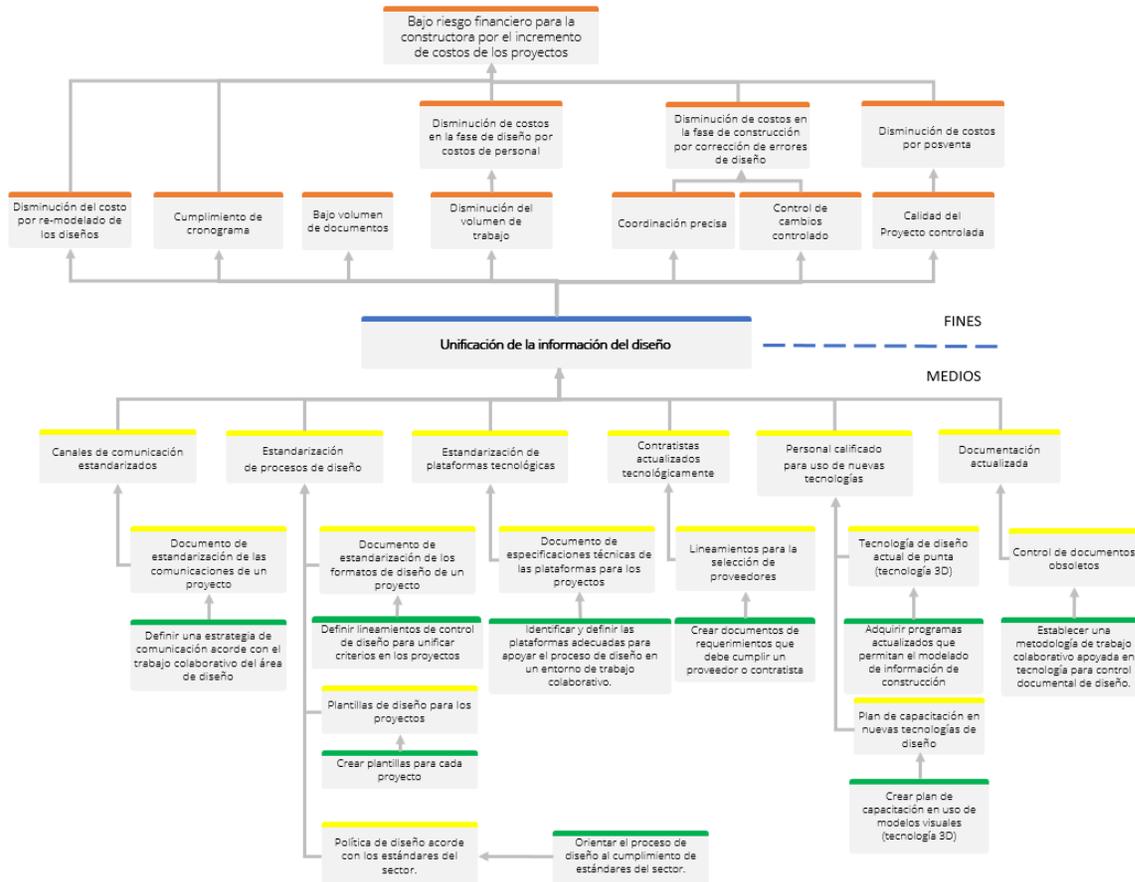


Figura 10 - Árbol de acciones

Para la validación se establecen las convenciones para correlación alta, media y baja respectivamente en A, M y B. Ver Tabla 5 - Análisis medios / fines.

Tabla 5 - Análisis medios / fines

Medios/Fines	Disminución del costo por rehacer modelado de diseños	Cumplimiento del cronograma	Bajo volumen de documentos	Disminución del volumen de trabajo	Coordinación precisa	Control de cambios controlado	Calidad del Proyecto controlada
Canales de comunicación estandarizados	M	M	A	A	A	B	M
Estandarización de procesos de diseño	A	A	A	A	A	M	M
Estandarización de plataformas tecnológicas	A	A	A	A	A	M	A
Personal calificado para uso de nuevas tecnologías	A	A	M	A	A	A	M
Documentación actualizada	A	A	A	M	A	M	A
Contratistas actualizados tecnológicamente	A	A	M	M	A	A	M

Los resultados del análisis de correlación entre medios y fines muestran una correlación baja en el medio “Inmunidad de rebaño” con algunos de los fines que tienen alto impacto para la organización, esto indica que este se debe eliminar, los demás medios muestran una correlación adecuada.

2.5 Determinación de alternativas

2.5.1 Identificación de acciones

En la Tabla 6 - Identificación de las acciones se presentan las actividades requeridas para alcanzar los medios identificados.

Tabla 6 - Identificación de las acciones

MEDIOS					
Estandarizar canales de comunicación	Estandarización de proceso de diseño	Estandarización de plataformas tecnológicas.	Contratistas actualizados en tecnología	Personal calificado para uso de nuevas tecnologías	Documentación actualizada
A1. Definir una estrategia de comunicación acorde con el trabajo colaborativo del área de diseño	A1. Definir lineamientos de control de diseño para unificar criterios en los proyectos. A2. Crear plantillas para cada proyecto. A3. Orientar el proceso de diseño al cumplimiento de estándares del sector.	A1. Identificar y definir las plataformas adecuadas para apoyar el proceso de diseño en un entorno de trabajo colaborativo.	A1. Crear documentos de requerimientos que debe cumplir un proveedor o contratista	A1. Adquirir programas actualizados que permitan el modelado de información de construcción. A2. Crear plan de capacitación en uso de modelos visuales (tecnología 3D)	A1. Establecer una metodología de trabajo colaborativo apoyada en tecnología para control documental de diseño.

2.5.1 Postulación de alternativas

Para proceder a la postulación de alternativas, se clasifican las acciones para determinar su correlación y facilitar su identificación. En la Anexo A – Clasificación de acciones, se presenta la identificación de correlación entre las diferentes actividades. El resultado de la clasificación de acciones muestra una alta complementariedad entre las acciones, lo que confirma el alto grado de correlación con los fines.

En el Anexo A – Clasificación de acciones, la letra C corresponde a una alta correlación y la letra X indica una baja correlación o que no existe correlación.

Los medios y las acciones identificadas conducen a la implementación de metodologías y uso de herramientas tecnológicas para fortalecer los procesos de los proyectos de la organización orientados a la reducción de costos.

Los procesos de la organización están agrupados en fases de formulación, diseño, venta, construcción y postventa. Actualmente el sector de la arquitectura, ingeniería y construcción AEC por sus siglas en inglés, viene implementando a nivel mundial la metodología BIM (Building Information Modeling) que integra herramientas tecnológicas que permiten obtener modelos realistas para conseguir información relevante del diseño antes de construir y operar.

Estos modelos permiten analizar opciones de diseño, coordinar entre diferentes disciplinas, obtener cantidades de materiales, simular la construcción, analizar comportamiento energético, etc. Siguiendo esta premisa, de acuerdo con (Muñoz, 2020) la adopción de la metodología BIM y los distintos procesos de colaboración se han posicionado como la solución a los problemas de comunicación y gestión de la información de los proyectos de construcción, que permiten aumentar la productividad y calidad en el flujo de trabajo y reducir los costos y tiempos de inactividad.

2.5.2 Alternativa 1

La implementación de la metodología BIM en la fase de diseño de los proyectos desarrollados por la constructora. Esta alternativa permite obtener beneficios en plazos

relativamente cortos, integrando los estándares del sector apoyada en el uso de tecnologías actualizadas que facilitan el trabajo colaborativo sobre un modelo centralizado que mantiene unificada la información de diseño.

Además, el impacto de las mejoras en el diseño, trascienden a la fase de construcción, tal como se puede evidenciar con un buen análisis de interferencias (coordinación) y un nivel de detalle adecuado (cartilla de detalles) que facilitan el trabajo durante la construcción.

2.5.3 Alternativa 2

La implementación de la metodología BIM en las fases de diseño y construcción. Esta alternativa tiene los beneficios de la alternativa 1 y además permite integrar el modelo 3D a la programación de obra, lo que apoya las actividades de seguimiento y control. Sin embargo, su implementación se recomienda que se dé de forma incremental, primero trabajando en la fase de diseño y una vez esté lista, continuar con la fase de construcción.

Teniendo en cuenta que la localización de los equipos de diseño y de obra son claramente distintos, el esfuerzo en cuanto a la plataforma tecnológica es adicional para poder conectar en un entorno colaborativo a los equipos de diseño y de obra.

2.5.4 Alternativa 3

El fortalecimiento de los procesos actuales de diseño 2D, mediante entrenamiento de diseñadores y dibujantes para optimizar los tiempos de dibujo y mejorar los resultados de la coordinación 2D. Teniendo en cuenta los medios identificados y las actividades asociadas, requiere de una solución complementaria para la gestión documental de la información de diseño de los proyectos.

2.6 Evaluación de alternativas

Para la selección de la estrategia óptima se utiliza la siguiente escala: 1 para deficiente, 2 para aceptable y 3 para excelente, la cual se aplica a cada una de las alternativas y se muestra en la Tabla 7 - Selección de estrategia.

Tabla 7 - Selección de estrategia

Factor	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Compatibilidad con prioridades del sector.	3	3	1
Alta probabilidad de éxito en su implementación.	3	2	3
Disponibilidad de recursos humanos y tecnológicos.	2	2	3
Resultados en un tiempo razonable.	3	2	1
Alineación con una mejor oferta y valor agregado en el mercado.	3	3	1

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos, la alternativa con mayor puntuación que mejor se ajusta a los criterios de evaluación, es la Alternativa 1.

2.7 Descripción de la alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada corresponde a la implementación de la metodología BIM en la fase de diseño de los proyectos. Esta alternativa está respaldada por la tendencia a nivel mundial del sector de la arquitectura, ingeniería y construcción y los lineamientos del Gobierno Nacional en Colombia para alinearse con esta tendencia mundial. Ver numeral 5 Estudio de mercado.

El uso de la metodología BIM funciona con un modelo 3D digital centralizado que a través de trabajo colaborativo mantiene una única versión para todas las personas que trabajan en el proyecto, lo cual incide de manera directa en el fin del proyecto “Unificación de la información de diseño” (Ver Figura 10 - Árbol de acciones), además actualiza en tiempo real la documentación planimétrica y la información de cantidades de materiales al realizar cambios en el diseño, esto permite reducir tiempos en la fase de diseño y hace más preciso el cálculo de cantidades de materiales. En cuanto a la revisión del diseño, permite hacer revisiones a través de recorridos 3D e identificación automática de interferencias entre las diferentes especialidades del proyecto, reduciendo los errores y ahorrando costos en la fase de construcción.

3 Marco metodológico

3.1 Tipo y método de investigación

El tipo de investigación que sustenta el desarrollo del proyecto es de tipo proyecto factible. Según la revista de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador Vol.3 de dic 2002 Caracas, Venezuela. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/410/41030203.pdf>

“Un proyecto factible consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener una institución o un grupo social en un momento determinado. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio.

Con base en las diversas concepciones, el proyecto factible se desarrolla a través de las siguientes etapas: el diagnóstico de las necesidades, el cual puede basarse en una investigación de campo o en una investigación documental, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; el procedimiento metodológico, las actividades y recursos necesarios para su ejecución y el análisis de viabilidad o

factibilidad del proyecto. De allí que, el informe final del proyecto factible se conforma con los siguientes aspectos: Introducción, contexto de la situación, el planteamiento de la necesidad, los objetivos y la justificación del proyecto; el marco referencial, la metodología, el diagnóstico de necesidades, la formulación de la propuesta, el análisis de factibilidad, las recomendaciones y la lista de referencias. Además, en caso de que el proyecto refiera la evaluación de propuestas, es necesario incorporar la descripción de los procesos, los resultados, las conclusiones y recomendaciones. En consecuencia, el proyecto factible conforma un proceso de planificación en el cual la investigación es una etapa, que le proporciona información para sustentar la propuesta”.

Es así como para el desarrollo del proyecto orientado a la solución identificada a través de la metodología del marco lógico, entendiendo que se parte de los beneficios generales de la metodología BIM (Building Information Modeling) para optimizar el proceso de mejora de diseños en la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. se siguen los conceptos del tipo de investigación de proyecto factible adaptada a los lineamientos de la Universidad Piloto de Colombia para el desarrollo de proyectos.

3.2 Herramientas para la recolección de información

En la fase de diagnóstico se utilizarán como herramientas de recolección de información una matriz de madurez (tipo cuestionario) para obtener la información del estado actual y el estado deseado en el escenario BIM de la constructora; y se recopilará información de los recursos existentes a través de inventarios de equipos, recursos humanos y software para identificar los requerimientos adicionales para el desarrollo del proyecto.

La recolección de esta información se hará por medio de documentos de la constructora, entrevistas y talleres con el personal. Una vez obtenida la información necesaria, se generará el plan estratégico BIM y el plan operacional BIM, en los cuales se concreta la información recopilada en la fase de diagnóstico del proyecto.

Dentro de la solución a la problemática planteada para el proyecto, la metodología BIM, nos permite identificar el estado actual de los procesos y de la información para

determinar el nivel al cual se desea llegar con su implementación en el proceso de diseño, de acuerdo con los parámetros establecidos en la guía BIM Planning Guide for Facility Owners desarrollada por la Universidad de Pensilvania.

3.3 Fuentes de información

Como fuentes primarias se tiene: entrevistas, aplicación de cuestionarios (Matriz de madurez BIM, formatos de inventario de recursos, formatos de proceso). En las fuentes secundarias se tiene el material escrito que se encuentra a disposición, la literatura suministrada, las fuentes audiovisuales provistas por internet, además de otras ayudas consultadas como material existente de otras compañías y proveedores.

Adicionalmente se tiene la información de la The National BIM Standard-United States® (NBIMS-US™), a guía BIM Planning Guide for Facility Owners desarrollada por la Universidad de Pensilvania, información del Departamento Nacional de Planeación DNP, información de las agremiaciones del sector de la construcción en Colombia como la Cámara Colombiana de la Infraestructura – CCI, Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL y BIM Forum capítulo Colombia entre otras. Dado que la población corresponde a las personas que conforman el área de diseño de la constructora, no aplica realizar una muestra para este proyecto.

4 Estudio técnico

A continuación, se presentan los aspectos técnicos de la solución propuesta: implementación de la metodología BIM en la fase de diseño de los proyectos para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

4.1 Diseño conceptual de la solución

La metodología BIM, está orientada al uso de un modelo BIM centralizado sobre el cual pueden trabajar de manera colaborativa, todos los especialistas en las diferentes fases de un proyecto de construcción y/o infraestructura y consultar las partes interesadas del proyecto. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El modelo centralizado tiene unas especificaciones que dependen del alcance BIM de cada proyecto y va asociado a las dimensiones BIM propias de la metodología. Ver Figura 12 - Dimensiones BIM. Estas dimensiones no necesariamente se deben implementar de manera secuencial, la única requerida como punto de partida es la dimensión 3D.



Figura 11- Fase de ciclo de vida BIM

Fuente: (Foto adaptada de autor desconocido, licencia de uso: Creative Commons – Reconocimiento – NoComercial 3.0 Unported – CC BY- NC 3.0)



Figura 12 - Dimensiones BIM

Fuente: Adaptado de bimaula.com

La solución propuesta está enmarcada en la implementación de la metodología BIM para el proceso de diseño³ de la constructora con un alcance BIM 3D y 5D, que permite hacer revisiones de diseño a través de recorridos virtuales y análisis de colisiones, compartir la intención de diseño con partes interesadas y calcular las cantidades de materiales desde la fase de diseño del ciclo de vida de un proyecto. Esta implementación esta soportada en el uso de la tecnología adecuada para la generación del modelo BIM, planimetría y revisión de diseño en un entorno colaborativo.

4.2 Análisis y descripción del proceso

A nivel mundial la implementación y avances en la metodología BIM ha estado liderada por los Estados Unidos de Norteamérica y el Reino Unido. En los Estados Unidos liderado por The National BIM Standard-United States® que en 2007 liberó la primera versión del estándar BIM para Estados Unidos y se ha venido actualizando de forma permanente.

Para la implementación de la metodología BIM en la constructora se tomará como base la guía BIM Planning Guide for Facility Owners desarrollada por la Universidad de Pensilvania. Para tal efecto, se plantean tres etapas o fases: diagnóstico, planeación BIM e implementación en el proyecto Benthó de la constructora y se mantienen los seis elementos de planeación BIM propuestos en la guía: estrategia, usos BIM, proceso, información, infraestructura y personal.

En la Figura 13 - Proceso de implementación se presenta el flujo del proceso de implementación de la metodología BIM para la constructora. En el diagnóstico se obtendrá información acerca del nivel actual desde el punto de vista BIM en donde se encuentra la constructora en cada uno de los seis elementos de planeación BIM y se identificará el nivel deseado para cada uno de ellos, todo lo anterior enmarcado en el

³ Para efectos prácticos corresponde a la fase 02 Diseñar de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

alcance BIM 3D y 5D. También se recopilará la información de procesos y recursos del área de diseño.

La información del diagnóstico será la entrada para la fase de planeación BIM, en donde los objetivos BIM se alinearán con los objetivos estratégicos de la constructora, planteando estrategias BIM para dar como resultado el plan estratégico BIM. A partir del plan estratégico se definirán las acciones a seguir para lograr los niveles deseados de cada elemento de planeación identificado en la fase de diagnóstico, dando como resultado el plan operacional y el plan de ejecución BIM. La fase de implementación corresponde a la puesta en marcha del nuevo proceso de diseño enmarcado en el plan de ejecución BIM para el proyecto de vivienda Benthó de la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

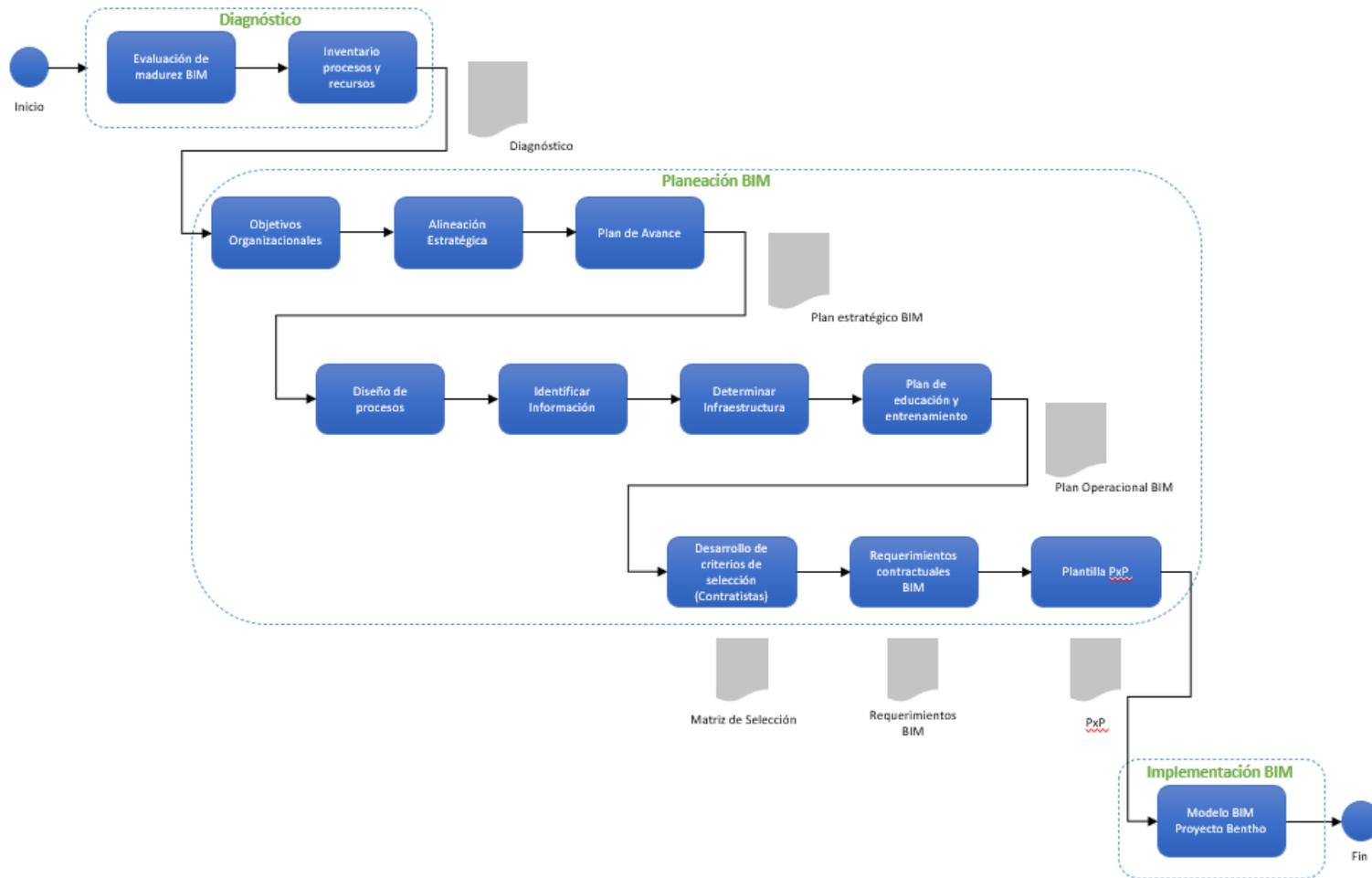


Figura 13 - Proceso de implementación

Fuente: (Adaptación de la Implantación de la Metodología BIM de la National BIM Standard – United States V3)

4.3 Definición del tamaño y localización del proyecto

Teniendo en cuenta la inversión estimada de ciento veinte millones de pesos (\$120.000.000) y la duración del proyecto de cuatro (4) meses, este se clasifica como un proyecto pequeño con un alto impacto en los objetivos estratégicos de la constructora, ya que está enfocado en un proceso de la actividad principal de negocio.

El proyecto está localizado en la ciudad de Barranquilla en las instalaciones de la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. específicamente en el área de diseño.

4.4 Requerimientos para el desarrollo del proyecto

Como parte fundamental y punto de partida para el desarrollo del proyecto, se requiere el apoyo del patrocinador y la disponibilidad del presupuesto estimado. En cuanto a los requerimientos técnicos del proyecto, están enfocados en dos de los seis elementos de planeación BIM: infraestructura y personal. Los requerimientos parten de las necesidades propias de trabajar con un modelo BIM centralizado y del trabajo colaborativo en que se fundamenta la metodología.

En términos de infraestructura, se requiere de un entorno colaborativo en donde se cuente con espacios que integren puestos de trabajo con las condiciones adecuadas de iluminación, ventilación, temperatura y ergonomía; áreas para reuniones con acceso a internet y medios audiovisuales que permitan visualizar el modelo BIM y conectarse de manera remota con las partes interesadas. Además, se requiere de equipos y programas adecuados para trabajar con el modelo BIM. Ver Figura 14 - Requerimientos de infraestructura.



Figura 14 - Requerimientos de infraestructura.

Respecto a los requerimientos de personal, se requiere de la disponibilidad de tiempo de las personas que trabajan en el área de diseño de la constructora para participar en el proyecto. En cuanto a sus conocimientos se requiere que conozcan la metodología BIM (alcance y estándares) y las herramientas tecnológicas BIM. Finalmente, para garantizar el éxito del proyecto deben fortalecer sus habilidades para trabajo en equipo⁴ teniendo en cuenta el trabajo colaborativo que involucra la metodología BIM. Ver Figura 15 - Requerimientos de personal. El equipo de trabajo estará conformado por un equipo consultor externo y el equipo de proyecto interno de la constructora: director de proyecto, director de construcciones y director de diseño.

⁴ El fortalecimiento de las habilidades de trabajo en equipo del personal del área de diseño es una tarea de responsabilidad de la constructora que no está incluida en el alcance del proyecto.



Figura 15 - Requerimientos de personal

4.5 Estimación de costos de inversión del proyecto

El costo de inversión del proyecto está representado por la adquisición de los equipos de cómputo (estaciones de trabajo) especializadas para trabajar en diseño 3D. Ver Tabla 8 - Equipos de cómputo. Estos equipos de cómputo tendrán una vida útil de 5 años, tiempo en el cual se tendrán que reponer y así se evidencia en el flujo de caja del proyecto.

Tabla 8 - Equipos de cómputo

Computadores	Valor Unitario	Cant.	Valor Total	Vida útil
ASUS Dash F15 3060 portátil para juegos, 144Hz FHD 15.6" 1080p, Intel Core i7-11370H, RTX 3060, 16GB RAM, 1TB SSD, Thunderbolt 4, retroiluminado KB, WiFi 6, cable HDMI Mytrix, Win 10	\$6.100.000,00	3	\$ 18.300.000,00	5 años
Total			\$ 18.300.000,00	

4.6 Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto

Los costos de operación y mantenimiento del proyecto están representados en personal y licencias de software. Las licencias de software corresponden a los programas de Autodesk Revit y Autodesk Navisworks, que actualmente se adquieren por el modelo de arrendamiento⁵, lo cual hace que se conviertan en un costo de operación y no en una inversión. Este valor de arrendamiento está disponible hasta por tres años y para el proyecto se estima su costo para un periodo anual. Ver Tabla 9 - Licencias y papelería.

En cuanto al personal (ver Tabla 10 - Personal), el costo para el primer año corresponde a las horas de trabajo estimadas del personal que interviene en la implementación de la metodología BIM en la fase de diseño y una vez implementada la metodología estos costos desaparecen, a partir de este punto corresponden al trabajo normal dentro de las actividades de diseño de la constructora, teniendo en cuenta que no hay modificaciones y/o ajustes en el personal que trabaja en el proceso de diseño.

Tabla 9 - Licencias y papelería

Ítem	Descripción valor del componente	Valor Unitario	Cant.	Valor Total
Licencia de Software Autodesk Revit	Valor anual de la licencia	\$10.180.000,00	3	\$ 30.540.000,00
Licencia de Software Autodesk Navisworks Manage	Valor anual de la licencia	\$3.880.000,00	3	\$ 11.640.000,00
Papelería	Resma de papel carta	\$ 25.000	2	\$ 50.000
Total				\$ 42.230.000,00

⁵ Este modelo de arrendamiento es regido por las políticas comerciales del fabricante (Autodesk Inc.).

Tabla 10 - Personal

Nombre del recurso	Grupo	Costo hora	Trabajo horas	Costo total
Andrés Arango	Planta	\$ 42.750	310,19	\$ 13.260.623
Salim Abdala	Planta	\$ 57.000	170,64	\$ 9.726.480
Rafael Gutiérrez	Planta	\$ 42.750	394,03	\$ 16.844.783
Alejandra Arenas	Consultor	\$ 36.100	115,28	\$ 4.161.608
Andrés Iriarte	Consultor	\$ 36.100	224,57	\$ 8.106.977
José Fernando Del Campo	Consultor	\$ 36.100	82	\$ 2.960.200
Jhon Cortés	Consultor	\$ 36.100	129,06	\$ 4.659.066
Fernando Barreto	Consultor	\$ 42.750	249,2	\$ 10.653.300
		Total	1674,97	\$ 70.373.037

5 Estudio de mercado

El estudio de mercado se ha enfocado en la situación del sector de la construcción, sus tendencias, cambios y efectos ocasionados por la pandemia del COVID-19, con el fin de afianzar la pertinencia de la implementación de la Metodología BIM. Además del beneficio en tiempos y costos, estas mejoras permiten enriquecer la experiencia de los clientes a través de recorridos virtuales, para explorar las bondades de los proyectos antes de su construcción.

En la actualidad la responsabilidad del avance en la implementación de la Metodología BIM como tendencia del sector de la construcción en Colombia, ha recaído en el sector privado y el sector académico. Sin embargo, ya existe una directriz del

gobierno nacional respecto a la formulación de un mandato BIM para Colombia. El Departamento Nacional de Planeación – DNP, en el documento de Estrategia Nacional BIM 2020-2026, exalta el aporte de la metodología BIM para la productividad del sector de la construcción (DNP-2020) (pg. 2):

“La reducción de la variabilidad en costos y tiempo de los proyectos, así como el aumento de la productividad de la infraestructura y construcción mediante la adopción de la metodología BIM, aportará la mejora de la infraestructura, elemento fundamental para la prosperidad económica y la mejora de la productividad en todos los sectores”.

En términos de beneficio en costos, según (DNP-2020) (pg. 3) “Los beneficios económicos son muy significativos, ya que varios países reportan ahorros de costos de hasta un 20% en la fase de entrega”. En el país se han dado casos exitosos de implementación BIM en constructoras como Amarilo, Constructora Bolívar, Construcciones Planificadas y en empresas de la cadena de valor como Pavco Wavin entre otras.

5.1 Población

En el sector de la construcción de la ciudad de Barranquilla, como en todo el país, se inicia la implementación de la metodología BIM y la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S., ve una oportunidad para mantenerse en el mercado cada vez más competitivo.

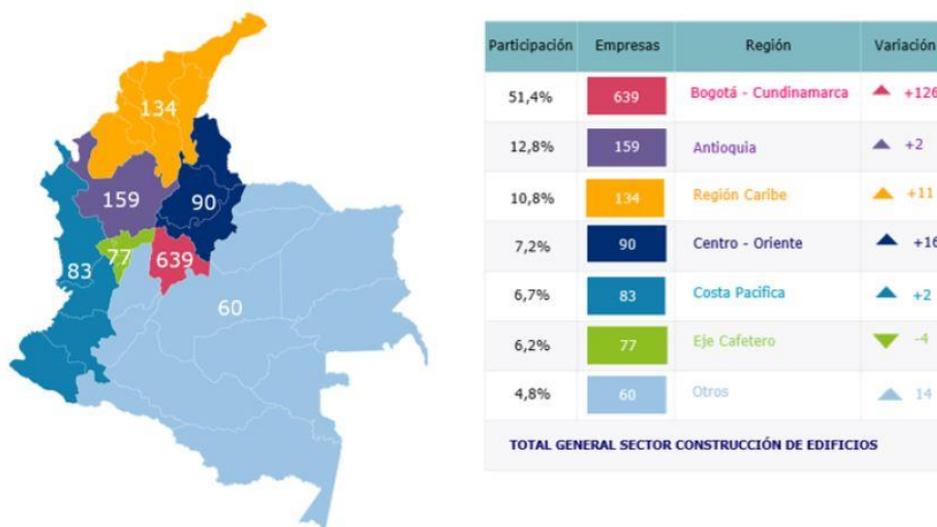
Actualmente, con las condiciones de mercado ha crecido la demanda para la implementación de la metodología BIM, en dos frentes. El primero, corresponde a la necesidad de las constructoras para mantenerse en el mercado cada vez más competitivo, y el segundo frente está orientado a los proveedores de servicios (contratistas) que se deben alinear con las constructoras que ya están trabajando con esta metodología.

Si dividimos el mercado por el tamaño de las constructoras en grandes, medianas y pequeñas, la demanda está focalizada en el mercado de las constructoras medianas y

pequeñas, debido a que las grandes constructoras en su mayoría ya han implementado la metodología y normalmente lo hacen in-house.

La población se enfoca en las empresas constructoras que se encuentran a nivel nacional; de acuerdo con el informe de Desempeño Financiero del Sector Construcción Año 2018. Ver Figura 16 - Distribución sector construcción de edificios por región.

Gráfica No. 22.
Distribución sector construcción de edificios por región año 2018



Fuente: Superintendencias.

Figura 16 - Distribución sector construcción de edificios por región.

Fuente: "Desempeño Financiero del Sector Construcción Año 2018" (Pág. 26)

En la figura, se puede observar que la región caribe ocupa el segundo lugar en la construcción de edificios con una participación del 10.8%.

5.2 Dimensionamiento de la demanda

Teniendo en cuenta que la población corresponde a las empresas del sector de la construcción, específicamente de la región caribe, las políticas nacionales tienen un gran impacto en el sector y las nuevas políticas acerca de la implementación de la metodología

BIM están generando cambios en la demanda, según el Departamento Nacional de Planeación, Estrategia Nacional BIM 2020-2026, (2020), (pág. 5):

“La estrategia prevé una implementación progresiva de 7 años para la capacitación y digitalización del sector de la construcción y operación. Inicialmente se requerirá el uso de la metodología BIM desde el sector público, para la generación de demanda y progresiva capacitación de la cadena de suministro, hasta su implementación mandataria en 2026 para proyectos de orden nacional o cofinanciados por el gobierno nacional. Para el 2026, se prevé establecer una estrategia para permear los conocimientos y requerimientos también a niveles regionales”.

En la región caribe, el departamento de Atlántico es el que tiene más peso en el mercado de la construcción y de acuerdo con el artículo del diario La República del 9 de abril de 2022 - Departamento del Atlántico anunció inversiones de \$262.000 millones en infraestructura y a partir de este valor se proyectaron los siguientes 4 años para estimar la demanda de BIM en los periodos que abarca la política nacional de implementación.

Para tal efecto, se tuvo en cuenta la proyección de crecimiento del producto interno bruto del sector edificador para el 2022 de CAMACOL según Díaz Paula (2021) “El Producto Interno Bruto de sector edificador crecerá 17,7% el próximo año, consolidando su segundo año como motor de la reactivación económica y social del país.” Ver Figura 17 - Proyección de inversión en edificación (Atlántico – Cifras en millones).

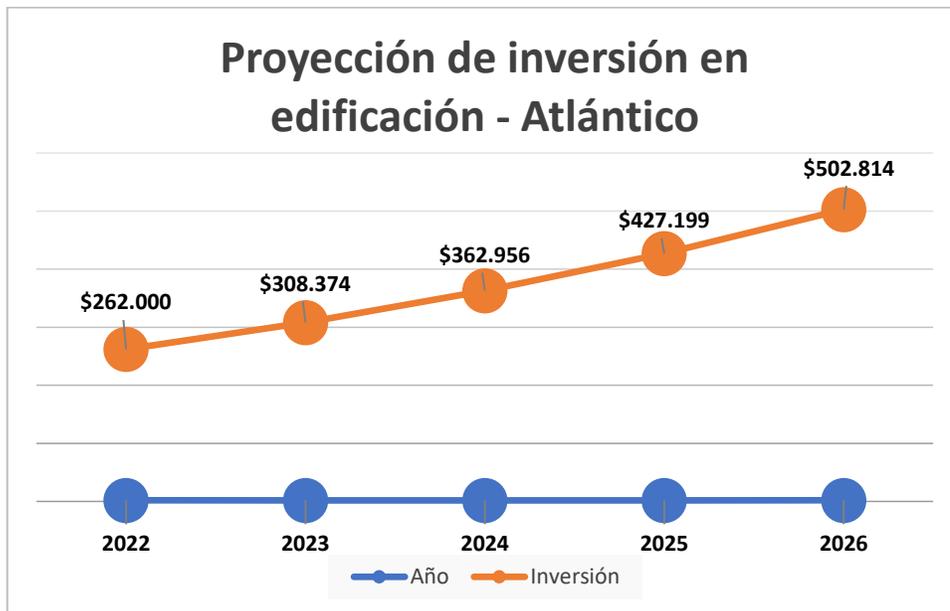


Figura 17 - Proyección de inversión en edificación (Atlántico – Cifras en millones)

De acuerdo con la proyección de la inversión y el estimado de implementación progresiva en los proyectos con recursos del gobierno que deberán usar la metodología BIM de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, en la Figura 18 - Demanda estimada BIM, se muestra el estimado de la demanda para la implementación de BIM en el Atlántico.

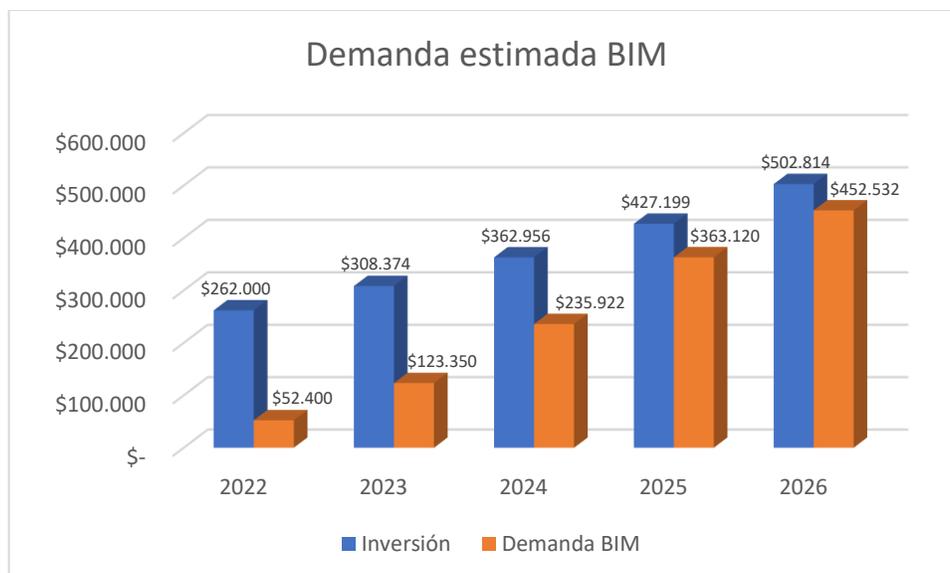


Figura 18 - Demanda estimada BIM (Cifras en millones)

5.3 Dimensionamiento de la oferta

La oferta se enmarca en los servicios de consultoría en donde el conocimiento y la experiencia específicas, son factores críticos para la prestación del servicio. Es así, como las empresas que prestan el servicio de implementación de la metodología BIM, trabajan con tarifas que sólo pueden pagar grandes constructoras y algunas de las medianas, lo que da paso a los consultores independientes que con tarifas más asequibles atienden el mercado de las pequeñas constructoras.

En cuanto a los servicios, estos están asociados al alcance de la implementación de acuerdo con los componentes de la metodología, que a continuación se describen a través de sus alcances. Un alcance BIM 3D permitirá realizar recorridos virtuales para presentar el proyecto al cliente con realismo y a su vez complementa las técnicas de revisión de diseño y el trabajo colaborativo de especialistas sobre un modelo centralizado. El alcance BIM 4D vincula el modelo a la programación de obra, lo cual permite hacer un seguimiento del cronograma visualizando el estado real de avance sobre el modelo.

El alcance BIM 5D permitirá calcular desde la fase de diseño en tiempo real las cantidades de materiales con mayor precisión. El alcance BIM 6D permitirá realizar análisis de sostenibilidad sobre el modelo utilizando herramientas para cálculos de consumo energético, climatización, etc. Finalmente, la dimensión BIM 7D permitirá integrar el modelo a la operación del edificio y/o infraestructura mediante el estándar Cobie.

Dependiendo del alcance requerido, la estructura organizacional, nivel de conocimiento técnico de las herramientas BIM, herramientas de diseño (software) utilizadas entre otros aspectos, el costo de la implementación cambia. Para el caso de la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. este alcance corresponde a las dimensiones 3D y 5D teniendo en cuenta las necesidades actuales, y la oferta de servicios está orientada a los consultores independientes.

6 Estudio de viabilidad financiera

Para el estudio de viabilidad financiera del proyecto, teniendo en cuenta que el beneficio (ingreso) que genera corresponde al ahorro estimado en la fase de construcción, se proyecta el flujo de caja a 10 años de la Constructora y luego se agrega a este, el flujo de caja del proyecto para compararlos y determinar su viabilidad.

6.1 Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad

Para el análisis de viabilidad financiera del proyecto, se consultaron los indicadores de rentabilidad del sector de la construcción en Colombia. Los indicadores encontrados para la rentabilidad del sector corresponden a la rentabilidad sobre las inversiones o activos (ROA), rentabilidad sobre los fondos propios o patrimonio (ROE) y el margen neto:

- a) $ROA = \frac{\text{Utilidad operacional}}{\text{Activos totales}}$
- b) $ROE = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Fondos propios}}$
- c) *Margen Neto*

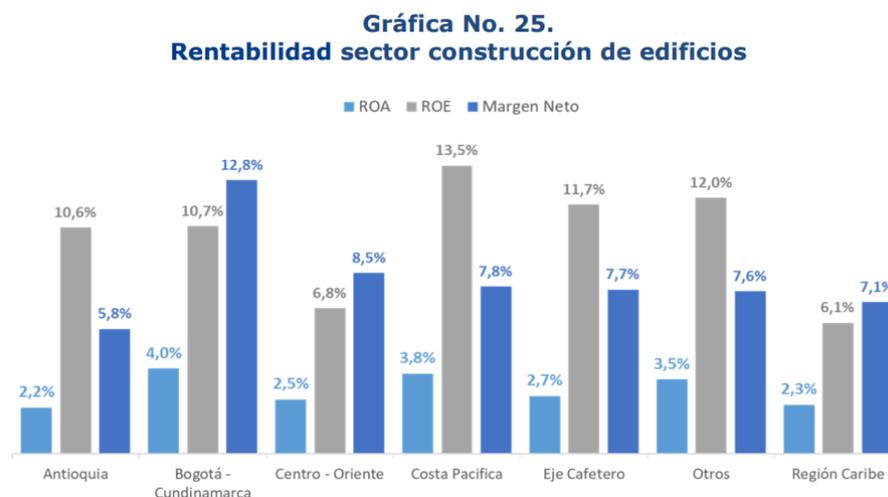


Figura 19 - Rentabilidad sector de la construcción de edificios.

Fuente: Superintendencia de Sociedades (2019) "Desempeño Financiero del Sector Construcción Año 2018" (Pág. 29)

En la Figura 19 - Rentabilidad sector de la construcción de edificios. se observan las rentabilidades por región. Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolla en la ciudad de Barranquilla – Atlántico, se tendrán en cuenta los indicadores de la Región Caribe. Se encuentra que para el 2018 los indicadores de rentabilidad para la Región Caribe son los siguientes:

- a) ROA: 2,3%
- b) ROE: 6,1%
- c) Margen Neto: 7,1%

Para el año 2020, de acuerdo con los estados financieros de la Constructora se evidencian unos ingresos por \$ 200'241.459 pesos y un patrimonio de \$ 3.362'522.117 pesos, a partir de esta información se calcula el ROE de la constructora dando como resultado un 5.96 %. Este indicador será la referencia como tasa de costo de oportunidad para evaluar el proyecto.

6.2 Análisis de tasas de interés para costos de financiación

Para el desarrollo del proyecto, no se tiene contemplada su financiación a través de crédito, sin embargo, con fines de conocer el mercado bancario con respecto a créditos de corto y mediano plazo para PYMES, se realizó una investigación que permite conocer las diferentes tasas ofertadas por las entidades bancarias para créditos de libre inversión o mejoramiento de infraestructura.

Como factor constante, las entidades bancarias basan su tasa de interés en la DTF vigente al momento de realizar la consulta o simulación, además de una serie de puntos que fijan para reducir perdidas en caso de que la DTF tenga variaciones importantes. El monto del crédito dependerá en algunos casos del flujo de caja del solicitante, como también de las políticas que maneje cada entidad, en el caso del plazo de pago del crédito, este será desde los 12 meses hasta los 36 meses.

A continuación, se presentan 3 (tres) entidades financieras diferentes, como se puede observar en la Tabla 12 – análisis de tasas de interés.

Entidad bancaria Tabla 12 – Análisis de tasas de interés

Entidad bancaria	Monto mínimo	Monto máximo	Tasa de interés	Plazo
AV Villas	Desde \$800.000	Hasta 200 Millones	12,56% - 15,34%	Desde 6 meses
BBVA	Desde 100 Millones	Hasta 500 Millones	11,07%	Hasta 12 meses
Davivienda	Desde 1 millón	Hasta 250 Millones	14,57% - 17,31%	Hasta 36 meses

6.3 Tablas de amortización y/o capitalización

Teniendo en cuenta la información anterior, se procede a realizar las tablas de amortización del crédito, las cuales indican según el valor del crédito, cual será el valor del pago mensual teniendo en cuenta los intereses propios de cada entidad bancaria. Ver Anexo B – Tablas de amortización de crédito solicitado.

Como resultado del análisis realizado, se decide que en el caso de ser necesario tomar un crédito para la ejecución del proyecto; se tomara la oferta ofrecida por la entidad bancaria AV VILLAS, debido a que presenta las tasas de interés más bajas entre las entidades consultadas, siendo estas entre el 12,56% y el 15,34%; además, de brindar también plazos de hasta 36 meses para realizar el pago del crédito en su totalidad.

6.4 Flujo de caja

En el Anexo externo P se presenta el flujo de caja de la Constructora incluyendo el proyecto y el flujo de caja sin incluir el proyecto, con el fin de comparar su variación y evaluar la viabilidad para llevarlo a cabo.

6.5 Evaluación financiera y análisis de indicadores

A continuación, se presentan los indicadores de flujo de caja para evaluar el proyecto, en la Tabla 11 - Indicadores, podemos evidenciar para el caso de los tres primeros indicadores, la conveniencia de realizar el proyecto dado que el VAN que incluye el proyecto es mayor en \$930.541.814, respecto del VAN del flujo de caja sin el proyecto.

Tabla 11 - Indicadores

Indicador	Flujo caja sin proyecto	Flujo caja con proyecto
VAN	\$ 9.568.234.735	\$ 10.498.776.549
TIR	40,66%	42,16%
Beneficio/Costo	4,60	4,93
PRI normal	2 periodos	2 periodos
PRI dinámico	2 periodos	2 periodos
PRI de rentabilidad	2 periodos	2 periodos

La TIR que incluye el proyecto es mayor en 1,51% a la TIR del flujo de caja sin el proyecto, además es mayor que la tasa de oportunidad (ROE 5.96%) y la relación Beneficio/Costo es mayor en 0,32 a la del flujo de caja sin el proyecto. Para los indicadores del PRI, no se evidencian cambios entre los diferentes periodos de recuperación de la inversión. Por lo tanto, se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista financiero.

7 Estudio ambiental y social

El proyecto busca implementar herramientas que le permitan a la constructora ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUTORES S.A.S. incrementar su productividad en gran medida, apoyado en procesos de sostenibilidad, mejorando la calidad de los proyectos producidos y de esta forma mejorando también la calidad percibida por el público. La implementación de la metodología BIM en los proyectos de construcción, supone una mejora en el desarrollo de los procesos internos del diseño de edificaciones, brindando herramientas que permiten integrar y ahorrar en las diferentes disciplinas que aportan al diseño de una manera conjunta.

La tecnología disponible para apoyar el trabajo con la metodología BIM facilita la conexión virtual en sus fases, además de permitir un acercamiento mucho más preciso a los costos reales del proyecto y apoyando buenas prácticas de la constructora tales como: bajo consumo de papel empleado en ciertas partes del proyecto utilizando de manera obligatoria papel ecológico y su uso por ambas caras (en documentos internos de la constructora), fortalecer las reuniones virtuales para disminuir los viajes a realizar evitando altas emisiones de CO2 en viajes tanto aéreos como terrestres, bajo consumo de energía utilizando modos inverter⁶ en los equipos de aire acondicionado.

Para hacer un seguimiento clave de los bajos consumos se implementarán políticas de uso de equipos, consumo de papel por medio de formatos de seguimiento establecidos en la Tabla 12 - Resumen huella de carbono (ver numeral 7.2 Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto) para medir el avance y mantener siempre los niveles de uso responsable establecidos.

7.1 Análisis y categorización de riesgos

Se realiza el análisis PESTLE del proyecto, el cual se encuentra en el Anexo externo Q – Análisis Pestle. Como resultado del análisis, se encuentran factores positivos para el proyecto en el componente económico, tecnológico y legal, en donde el recurso de subsidio de vivienda es importante dentro de los valores de la constructora haciendo énfasis en la disponibilidad de dichos subsidios en sus proyectos.

Además del factor de crecimiento del mercado, ya que en proyectos futuros se puede implementar la metodología BIM y hacer los procesos más eficaces ampliando su operación. En cuanto a la tecnología se tendrá una amplia oferta de conectividad, lo cual beneficia la aplicación de la metodología BIM y en el componente legal la disponibilidad del licenciamiento de los programas de cómputo se puede aprovechar para proyectos futuros.

⁶ Es un sistema que regula la velocidad del compresor integrado en estos equipos para que trabajen a la velocidad necesaria.

En la Figura 20 - Matriz de Riesgos Ambientales se presentan los riesgos a los que está expuesto el proyecto, como conclusiones de esta matriz, se evidencia que los riesgos más perjudiciales son la seguridad informática del proyecto y la pandemia del COVID-19; el manejo de la seguridad informática se mitigará con la implementación de protocolos de seguridad que incluyan: uso de antivirus, protocolo de uso de unidades externas de almacenamiento, uso de claves de acceso a equipos y protocolo de copias de seguridad. En cuanto al tema de la pandemia, se mitigará haciendo transferencia de esta problemática al área de recursos humanos, se resuelve con la implementación del protocolo de bioseguridad vigente, utilizado por la constructora.

Para la valoración de impacto de los riesgos se utilizó la Matriz Semi cuantitativa de impacto y probabilidad, ver Figura 18 - Matriz de impacto y probabilidad (riesgos ambientales).

Este plan se elabora solo para la etapa de diseño de las edificaciones dentro de la constructora (trabajo de oficina), por lo cual se excluye todo lo referente a la ejecución de las edificaciones y otras actividades que realiza la constructora a nivel local y nacional.

PROYECTO MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES SAS		DIRECTOR PROYECTO Andres Arango									ESTIMADO DE COSTOS (\$COP) \$ 120.000.000,00	DURACIÓN (HORAS) 1985
IDENTIFICACIÓN		VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD									PLAN DE TRATAMIENTO A LOS RIESGOS	
CATEGORÍA	RIESGO	PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES	AMBIENTAL	ECONÓMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS	VALORACIÓN IMPACTO / PROBABILIDAD	VALORACIÓN GLOBAL	PLAN DE RESPUESTA	ACCIÓN DE TRATAMIENTO
AMBIENTE	Precipitaciones	0D	1C	0A	2C	1C	0	0	13	L	Mitigar	1. Planta de energía. 2. Uso de equipos portátiles. 3. Agregar UPS.
AMBIENTE	Temperatura	0B	0B	0	1B	0B	0	0	4	N	Mitigar	1. Planta de energía. 2. Mantenimiento preventivo.
AMBIENTE	Fenómenos biológicos - Pandemia	5B	0	0	3C	4C	3C	0	26	H	Mitigar Transferir	1. Protocolo COVID19
AMBIENTE	Sismos	1C	0B	0B	1C	1C	0	0	9	L	Mitigar Aceptar	1. A:Q Plan de evacuación.
AMBIENTE	Inundaciones	0B	0B	1B	0B	1C	0	0	9	L	Aceptar	1. A:Q Plan de evacuación.
TECNOLOGICO	Pérdida de información por daños en equipos	0	0	0	2D	4C	1C	0	22	M	Mitigar	1. Uso de protecciones eléctricas 2. Capacitación en el uso adecuado de los equipos 3. Adquiriendo equipos con respaldo reconocido.
TECNOLOGICO	seguridad informatica	0	0	0	4D	4C	1C	0	25	H	Mitigar	Implementación de protocolos de seguridad que incluyan: 1. Uso de antivirus 2. Protocolo de uso de unidades externas de almacenamiento. 3. Uso de claves de acceso a equipos. 4. Protocolo de copias de seguridad.

Figura 20 - Matriz de Riesgos Ambientales

MATRIZ DE EVALUACIÓN SEMI-CUANTITATIVA (IMPACTO Y PROBABILIDAD) DE RIESGOS PARA PROYECTOS

CONSECUENCIAS							PROBABILIDAD DE OCURRENCIA					
							A	B	C	D	E	
							OTRA					
							<1%	1%-5%	5%-25%	25%-	>50%	
SEVERIDAD	HSE y SEG. FÍSICA			ALCANCE		IMAGEN Y CLIENTES	Insignificante	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
	Personas	Daños a instalaciones	Ambiente	ECONÓMICOS (COSTO) (\$)	Programación (días cronograma)		Ocurre en 1 de 100 proyectos	Ocurre en 1 de 20 proyectos	Ocurre en 1 cada 4 proyectos	Ocurre en 1 de 3 proyectos	Ocurre en 1 cada 2 proyectos	
5	Muy Alto	Una o mas fatalidades	Daño Total	Contaminación Irreparable	Catastrófica	Programa Ejecución	Impacto Internacional	23	26	27	29	30
					10% o más	PE > 10%						
4	Alto	Incapacidad permanente (parcial o total)	Daño Mayor	Contaminación Mayor	Grave	Programa Ejecución	Impacto Nacional	20	21	22	25	28
					8%	6=PE > 10%						
3	Medio	Incapacidad temporal (>1 día)	Daño Localizado	Contaminación Localizada	Severo	Programa Ejecución	Impacto Regional	15	16	18	19	24
					5%	2=PE > 6%						
2	Bajo	Lesión menor (sin incapacidad)	Daño Menor	Efecto Menor	Importante	Programa Ejecución	Impacto Local	8	12	13	14	17
					4%	1=PE > 2%						
1	Insignificante	Lesión leve (primeros auxilios)	Daño leve	Efecto Leve	Marginal	Programa Ejecución	Impacto Interno	3	4	9	10	11
					2%	PE < 1%						
0	Nulo	Ningún Incidente	Ningún Daño	Ningún Efecto	Ninguna	Programa Ejecución	Ningún Impacto	1	2	6	7	8
					0	PE = 0						

Figura 21 - Matriz de impacto y probabilidad (riesgos ambientales)

7.2 Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto

Se presenta a continuación la Figura 22 - Ciclo de vida del proyecto donde se representa el flujo de entradas y salidas del ciclo de vida del proyecto en cuanto al uso de elementos en cada fase de trabajo. En el Anexo externo R se encuentra el cálculo de la huella de carbono.



Figura 22 - Ciclo de vida del proyecto

Para este proyecto, la fase que más emisiones genera es el fin de la vida útil de los equipos, ya que el impacto de emisiones es generado por el tiempo aproximado de 5 años de su vida útil, sin embargo, cabe anotar que, dentro de las fases propias del proyecto, la fase de Implementación del Proyecto Benthó, es la que más genera emisiones por el uso de los equipos de manera prolongada. En la Tabla 12 - Resumen huella de carbono, se presentan los respectivos valores de huella de carbono (Ton CO2) para cada una de las fases del proyecto.

Tabla 12 - Resumen huella de carbono

RESUMEN HUELLA DE CARBONO				
FASES DEL PROYECTO	EMISION (Ton CO2)			
	Combustible	Energía	Papel	Total
Diagnóstico	0,000023	0,023944	0,000017	0,023984
Planeación BIM	0,000023	0,099056	0,000043	0,099122
Implementación proyecto Benthos	0,000023	0,369328	0,000043	0,369394
Dirección de proyecto	0,004173	0,000000	0,000000	0,004173
Fin de vida útil de los equipos	0,005589	3,426944	0,000000	3,432533
Total	0,009831	3,919272	0,000103	3,929206

Uno de los objetivos ambientales del proyecto es ahorrar en el consumo de papel y sacar el mayor provecho a la tecnología, por lo cual se procura un uso responsable de los computadores. Se debe revisar al terminar la jornada laboral que los equipos utilizados para el proyecto se apaguen y así no se genere un consumo innecesario, de acuerdo con los valores ambientales de la constructora.

7.3 Responsabilidad social-empresarial (RSE)

Siguiendo las instrucciones del Estándar P5™ de GPM para La Sostenibilidad en la Dirección de Proyectos, conforme con su numeral 1.5 se realiza la matriz con las estrategias para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto, en el Anexo externo S, se encuentra la matriz realizada para este proyecto. El análisis de resultados sobre los indicadores es el siguiente:

- a) El mayor impacto negativo que genera el proyecto corresponde a las emisiones de CO2, debido al consumo energético de los equipos informáticos, aire acondicionado y demás elementos necesarios para el desarrollo de las actividades del proyecto.
- b) El factor que genera un mayor impacto positivo corresponde a la comunicación digital, debido a que permite reducir los desplazamientos del personal y una permanente

conexión e interacción entre los participantes del proyecto, así como un menor consumo de papel.

8 Gestión de la integración del proyecto

8.1 Acta de constitución de proyecto

El acta de constitución del proyecto contiene la información relevante de alto nivel del proyecto. Ver Anexo C.

8.2 Registro de supuestos y restricciones

Dentro del presente documento, se contemplan algunos de los supuestos (ver Tabla 13 - Supuestos) y restricciones (ver Tabla 18 - Matriz de involucramiento) consideradas durante el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 13 - Supuestos

Registro de supuestos

La constructora garantizará la disponibilidad en tiempo del personal del área de diseño para el trabajo requerido dentro del proyecto.

La lista de precios para el 2022 del proveedor de software no tendrá incrementos de precios.

Para la compra de Equipos y Software se asume una TRM proyectada de \$ 4.000 COP por dólar americano.

Tabla 14 - Registro de restricciones

Registro de restricciones

El Proyecto deberá estar Finalizado antes del 30 de septiembre de 2022, dado que el patrocinador acepta un tiempo adicional correspondiente a un 50% más de lo obtenido en el análisis de riesgo, una vez evaluado los planes de prevención.

El costo del presupuesto no puede exceder de \$156.770.670, dado que el patrocinador acepta un costo adicional hasta del 10% del presupuesto del proyecto (\$142.518.791), que incluye la reserva de contingencia.

8.3 Plan de gestión de beneficios

Los beneficios del proyecto se verán reflejados en un tiempo posterior a su finalización, a continuación, se presentan dichos beneficios indicando el para su obtención, la métrica para medir su impacto, responsable y/o beneficiario y su alineación con los objetivos estratégicos de la constructora.

Beneficio 1: A partir de los modelos BIM del proyecto se pueden generar representaciones realistas para el cliente, generando confianza acerca del inmueble lo cual influye en la decisión de compra.

Alineación Estratégica: Uno de los objetivos es la implementación de la metodología BIM en un proyecto piloto, para luego ser replicado en la totalidad de proyectos de la Constructora.

Plazo para obtener los beneficios: 4 meses.

Dueño de los Beneficios: Constructora Arango Arquitectos S.A.S.

Métricas: Se establece una encuesta para clientes con el fin de identificar el nivel de satisfacción de la presentación del inmueble (alto, medio y bajo).

Supuestos: Implementación de la metodología BIM al Proyecto en el Edificio BENTHO.

Riesgos: No llegar a cumplir con el alcance 3D de la metodología BIM propuesta en el proyecto.

Beneficio 2: Cuando se oficialice por parte del gobierno la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, la Constructora podrá ampliar su portafolio hacia proyectos de obra pública.

Alineación Estratégica: Se alinea con el objetivo estratégico comercial para la ampliación del portafolio de clientes.

Plazo para obtener los beneficios: 1 año.

Dueño de los Beneficios: Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Métricas: 15 % de Incremento en Ventas al tener un mayor dominio en la implementación de la Metodología BIM.

Supuestos: La adopción de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, por parte del gobierno colombiano.

Riesgos: Retrasos en el proceso de réplica de la metodología BIM en todos los proyectos de la Constructora, que impida aprovechar las oportunidades de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026.

Beneficio 3: Captar nuevos clientes que no tengan la posibilidad de visitar la sala de ventas, a través de medios virtuales con las presentaciones realistas en 3D.

Alineación Estratégica: Esto se encuentra alineado con el objetivo estratégico de adquirir nuevos clientes, a través de estrategias innovadoras.

Plazo para Obtener los Beneficios: 1 año.

Dueño de los Beneficios: Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Métricas: Se realizan encuestas de satisfacción al cliente, en la página web del portafolio del proyecto (alto-medio-bajo)

Supuestos: Implementación de la metodología BIM en todos los proyectos de la Constructora.

Riesgos: No llegar a cumplir con el alcance 3D de la metodología BIM propuesta para los proyectos.

Beneficio 4: Al generar una reducción de costos en la construcción del proyecto BENTHO la constructora cuenta con unos puntos de margen adicional para competir en precios.

Alineación Estratégica: Esto se encuentra alineado con el objetivo estratégico de generar rentabilidad en los proyectos.

Plazo para Obtener los Beneficios: Terminado este proyecto, a partir del segundo año.

Dueño de los Beneficios: Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.

Métricas: 10% de reducción en costos.

Supuestos: En la implementación de la metodología BIM se cumplirán los objetivos propuestos para el alcance 5D.

Riesgos: No llegar a cumplir con el alcance 5D de la metodología BIM propuesta.

8.4 Plan de gestión de cambios

Una vez revisados los activos de la organización al no encontrar un proceso ni documentación asociada a la gestión de cambios, se procede a su definición en el presente plan.

El plan de gestión de cambios está estructurado a partir de la definición de los tipos de cambios, el tablero de control de cambios y las actividades de gestión de cambios del proyecto. En la Tabla 15 - Definiciones de tipos de cambios se muestran los tipos de cambios que se gestionarán en el proyecto, luego en la Tabla 16 - Tablero de control de cambios se presenta el tablero de control de cambios en donde se definen los roles, responsables, responsabilidades y niveles de autoridad dentro del proceso de gestión de cambios. Finalmente, en el Anexo D se presentan las actividades de gestión de cambios del proyecto.

Tabla 15 - Definiciones de tipos de cambios

Tipos de cambios	
Cambios mayores	Son los cambios que afectan cualquiera de las líneas base del proyecto ya sea de tiempo, costo y/o alcance; y que afecten el presupuesto haciendo uso de la reserva de gestión.
Cambios menores	Son los cambios de no afectan las líneas base del proyecto ya sea de tiempo, costo, alcance ni el presupuesto.
Cambios en documentos del proyecto	Son los ajustes que se deben realizar a los documentos del proyecto por efecto de cambios en el mismo.

Tabla 16 - Tablero de control de cambios

Rol	Responsable	Responsabilidad	Autoridad
Aprobador	Patrocinador	Análisis y aprobación de cambios mayores y adopción de los planes generales de implementación de los cambios aprobados.	Aprobar
	Gerente del proyecto	Análisis y aprobación de cambios menores y ajustes en los documentos del proyecto.	Aprobar
Evaluador	Gerente del proyecto	<p>Recibir las solicitudes de cambio reportadas a través del formato de solicitud de cambios.</p> <p>Realizar la evaluación de los impactos de los cambios solicitados en el proyecto.</p> <p>Presentación de los cambios al patrocinador para su análisis y aprobación.</p>	<p>Reportar</p> <p>Evaluar</p> <p>Presentar</p>
Solicitante	Equipo del proyecto e interesados del proyecto.	Identificar posibles cambios al proyecto y reportarlos a través del formato de solicitud de cambios al Gerente del proyecto.	Reportar

Para realizar el registro de solicitudes de cambios se utilizará el formato que se muestra en la Figura 23 - Formato de solicitud de cambios.

FORMATO SOLICITUD DE CAMBIOS			
ORGANIZACIÓN:	PROYECTO:	PATROCINADOR:	GERENTE DE PROYECTO:
<i>NIVEL DE AUTORIDAD:</i>			
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL			
PROPUESTA DE CAMBIO			
IMPACTO			
ALCANCE	PRESUPUESTO	TIEMPO	
ANEXOS			
REVISION			
COMENTARIOS:			
<i>FECHA DE APROBACION:</i>		<i>FIRMA Y CARGO DE QUIEN APRUEBA:</i>	
PLAN DE IMPLEMENTACION DE CAMBIOS			
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE CIERRE	SEGUIMIENTO

Figura 23 - Formato de solicitud de cambios.

9 Gestión de los interesados del proyecto

9.1 Registro de los interesados

Los interesados del proyecto corresponden a todas las personas que estarán involucradas de alguna manera con el proyecto, por lo tanto su gestión es de vital importancia para llevar el proyecto hacia el éxito, por ello requiere de un plan que defina cómo se realizará la gestión de los interesados de una manera coherente con el contexto específico del proyecto, en donde se tenga clara la forma de llevar a cabo los procesos

de identificación, planeación, la gestión y el monitoreo constante de los interesados en cada fase dentro de todo el ciclo de vida del proyecto.

Teniendo el acta de constitución aprobada por el gerente de la constructora, quien es uno de los principales interesados en su rol de patrocinador y el listado preliminar de interesados, se categorizarán los interesados utilizando la Matriz de Poder/Interés con la cual se conocerá el grado de poder y de interés. A partir de su ubicación se identifican las acciones para cada cuadrante (mantener satisfecho, gestionar atentamente, monitorear y mantener informado). Luego se generará la matriz de registro de interesados incorporando la evaluación y clasificación para cada uno de los interesados.

Con la información consignada en el acta de constitución del proyecto, la estructura organizacional y el plan de gestión de recursos, se encuentran los siguientes interesados: gerente, líder de grupo, director de diseño, director de proyecto, proveedores de servicios (internet), software, hardware, coordinador BIM, modelador BIM y el equipo consultor. Ver Tabla 17 - Registro de interesados.

Tabla 17 - Registro de interesados

Lista de interesados						
Código	Nombre	Empresa	Cargo	Localización	Rol	Contacto
INTS01	Jaime Arango	Arango Arquitectos Constructores	Gerente	Barranquilla	Patrocinador	(605) 3561590
INTG02	Andrés Arango	Arango Arquitectos Constructores	Líder de proyectos	Barranquilla	Gerente del proyecto	(605) 3561590
INTLD03	Salim Abdala	Arango Arquitectos Constructores	Director de construcc.	Barranquilla	Líder de diseño y construcción	(605) 3561590
INTMB04	Rafael Gutiérrez	Arquitectos Constructores	Director de diseño	Barranquilla	Modelador BIM	(605) 3561590
INTPS05	Proveedor Software	Autodesk		U.S.A.	Proveedor	
INTPH06	Proveedor Equipos	Proveedor Hardware		Barranquilla	Proveedor	
INTPT07	Proveedor Telecom.	Movistar		Barranquilla	Proveedor	
INTEC08	Equipo consultor	AEC-BIM		Nacional	Equipo consultor	
INTPT09	Proveedor Capacitación	Empresa Externa		Barranquilla	Proveedor	

De acuerdo con lo anterior, para la categorización de los interesados se utiliza la matriz de poder - interés la cual arroja el resultado de la Figura 24 Matriz Poder-Interés. De acuerdo con el análisis de la matriz, se encuentra que en el cuadrante “gestionar de cerca” están ubicados: patrocinador y gerente de proyectos; en el cuadrante “monitorear” están ubicados: proveedores en general y el modelador BIM; en el cuadrante “mantener informado”: líder de diseño de construcción y el equipo consultor.

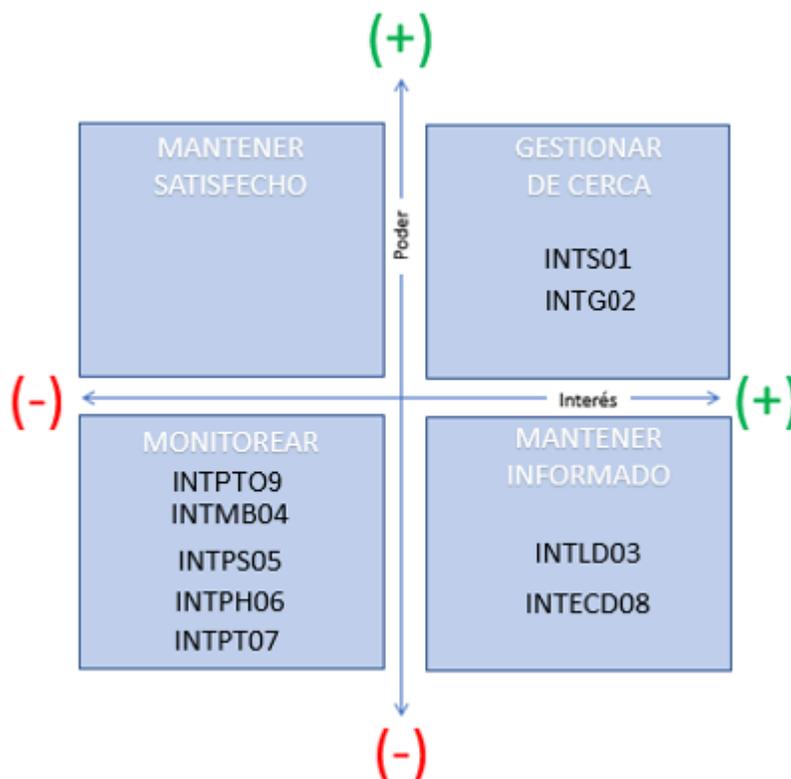


Figura 24 Matriz Poder-Interés

Es así como en el Anexo externo T, (Matriz de Registro de Interesados), se presenta la Matriz de registro de Interesados donde se consigna la siguiente información: identificación, evaluación y clasificación para cada uno de los interesados del proyecto.

9.2 Plan de involucramiento de los interesados

De acuerdo con el plan de gestión de interesados, para planificar el involucramiento de interesados se utiliza la matriz de evaluación de involucramiento y a partir de la

información arrojada por la matriz se realizará el análisis de causa raíz para cada uno de los interesados. Una vez identificadas las causas raíz, se genera la matriz de estrategias. Para generar la matriz de evaluación de involucramiento, se incorporan los resultados obtenidos de una reunión de trabajo con los integrantes del equipo de proyecto, en donde se evaluaron: el grado de involucramiento actual y el que se desea para cada interesado; puntos de partida para definir las respectivas estrategias para cada uno de los interesados. Ver Tabla 18 - Matriz de involucramiento.

Luego, de acuerdo con los resultados de la matriz de evaluación de involucramiento, se identifican las causas raíz por las cuales los interesados se encuentran en la posición actual. Ver Figura 25 Causa / Raíz Interesado Jaime Arango (patrocinador) a la Figura 33 Causa / Raíz Proveedor Capacitación.

Tabla 18 - Matriz de involucramiento.

Matriz de evaluación involucramiento						
Código	Interesado	Desconocedor	Reticente	Neutral	De apoyo	Líder
INTS01	Jaime Arango					AD
INTG02	Andrés Arango					AD
INTLD03	Salim Abdala			A	D	
INTMB04	Rafael Gutiérrez		A		D	
INTPS05	Proveedor Software	A		D		
INTPH06	Proveedor Hardware	A		D		
INTPT07	Proveedor Telecomunicaciones	A		D		
INTEC08	Equipo consultor				AD	
INTPT09	Proveedor Capacitaciones	A			D	

INTS01 – Jaime Arango

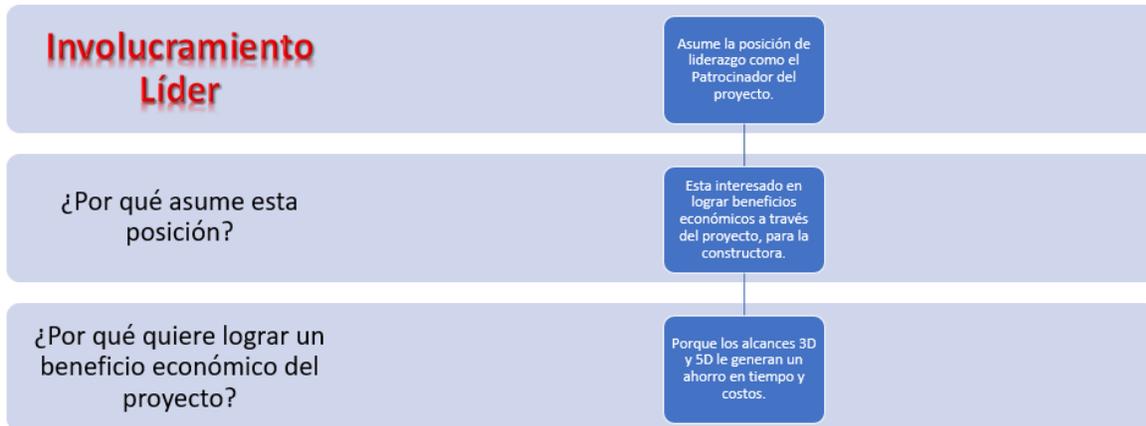


Figura 25 Causa / Raíz Interesado Jaime Arango (patrocinador)

INTG02 – Andrés Arango

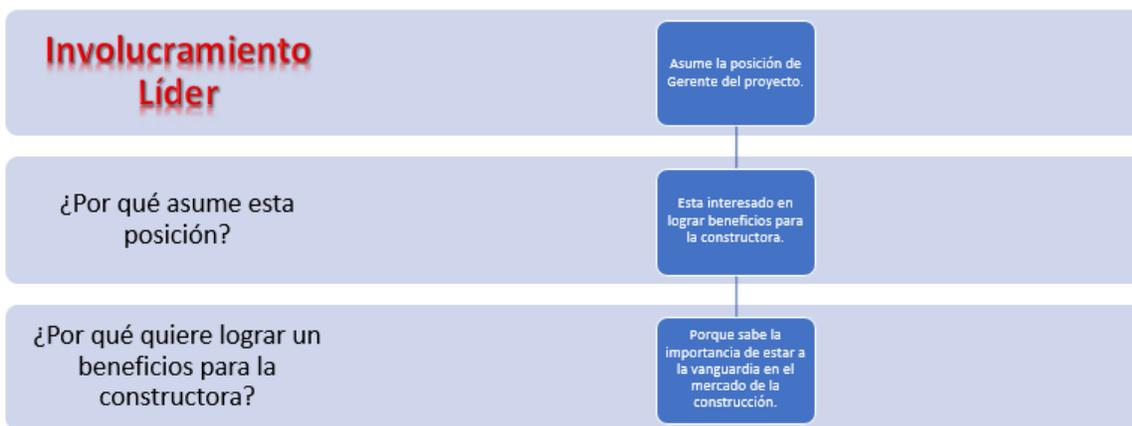


Figura 26 Causa / Raíz Interesado Andrés Arango (director de proyecto)

INTLD03 – Salim Abdala

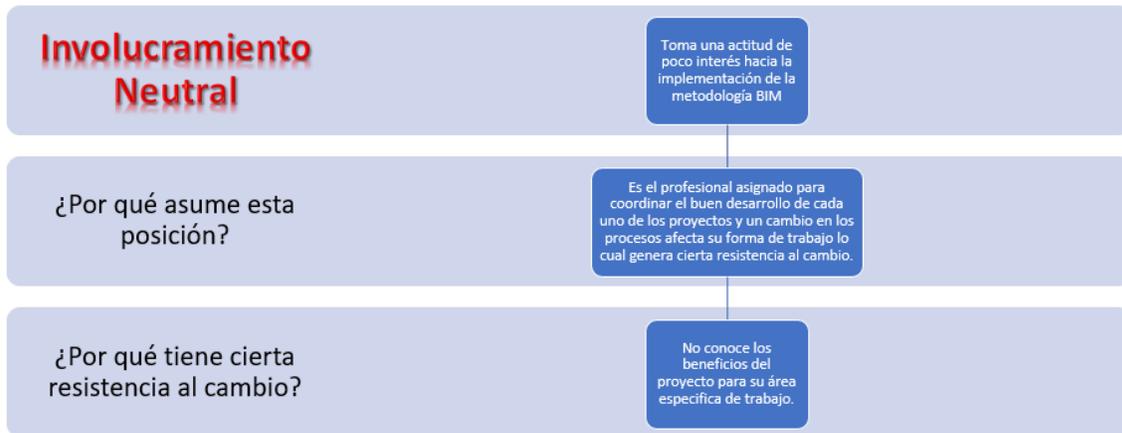


Figura 27 Causa / Raíz Interesado Salim Abdala (líder de diseño y construcción)

INTMB04 – Rafael Gutiérrez

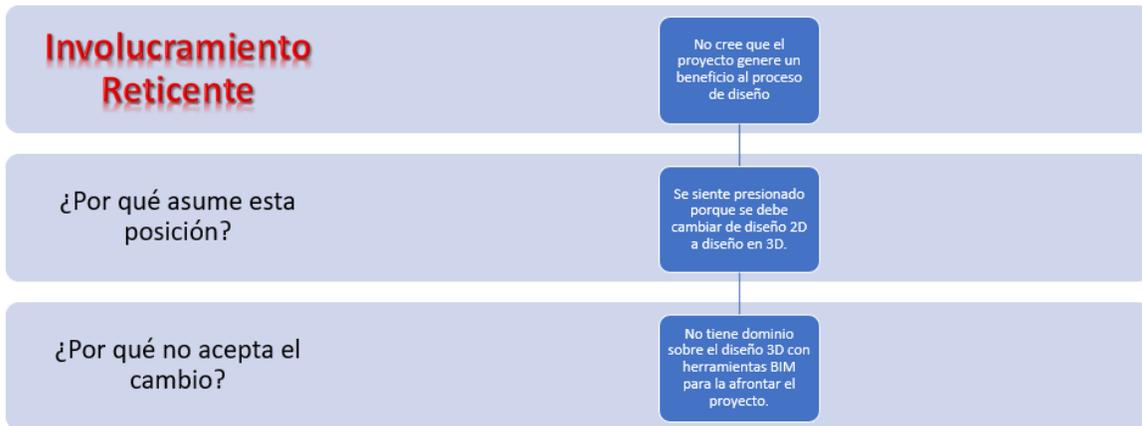


Figura 28 - Causa / Raíz interesado Rafael Gutiérrez (modelador BIM)

INTPS05 – Proveedor software

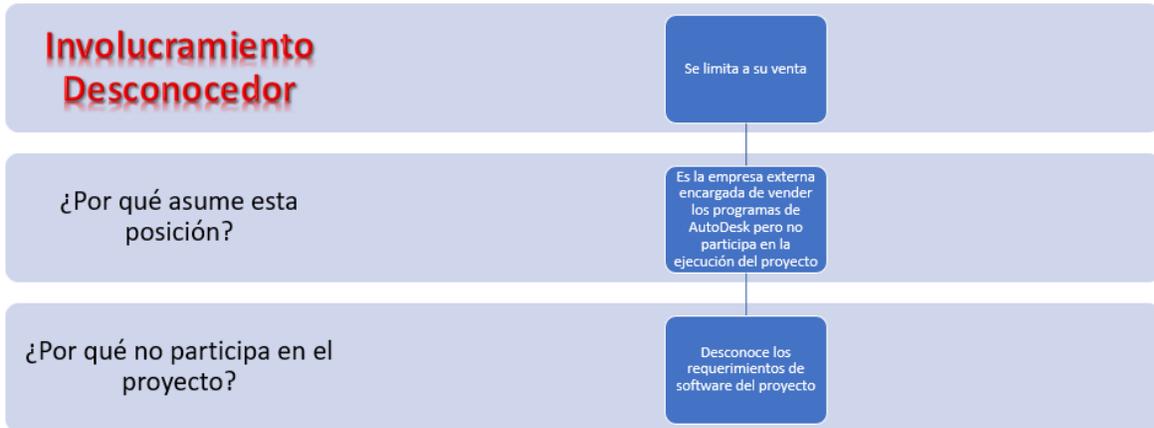


Figura 29 - Causa / Raíz Interesado Proveedor software

INTPH06 – Proveedor hardware

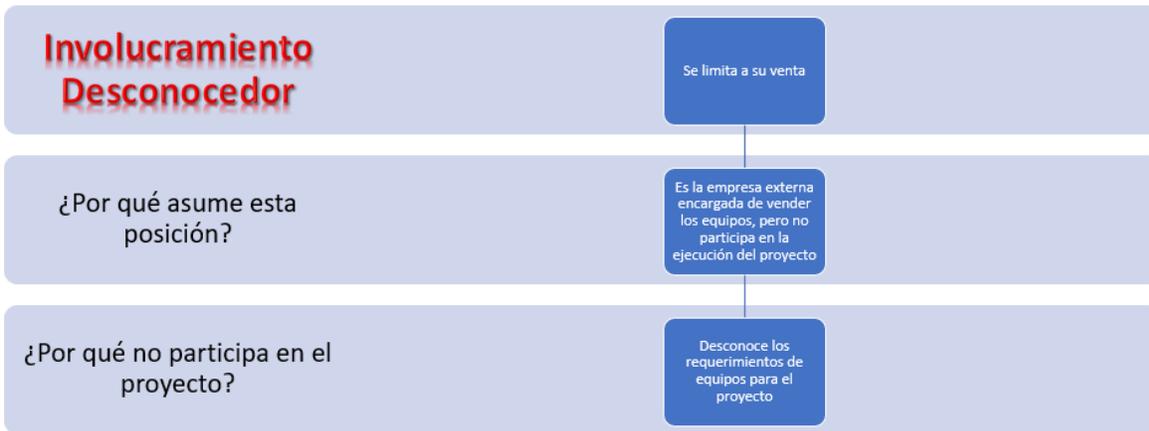


Figura 30 - Causa / Raíz Interesado Proveedor hardware

INTPT07 – Proveedor telecomunicaciones

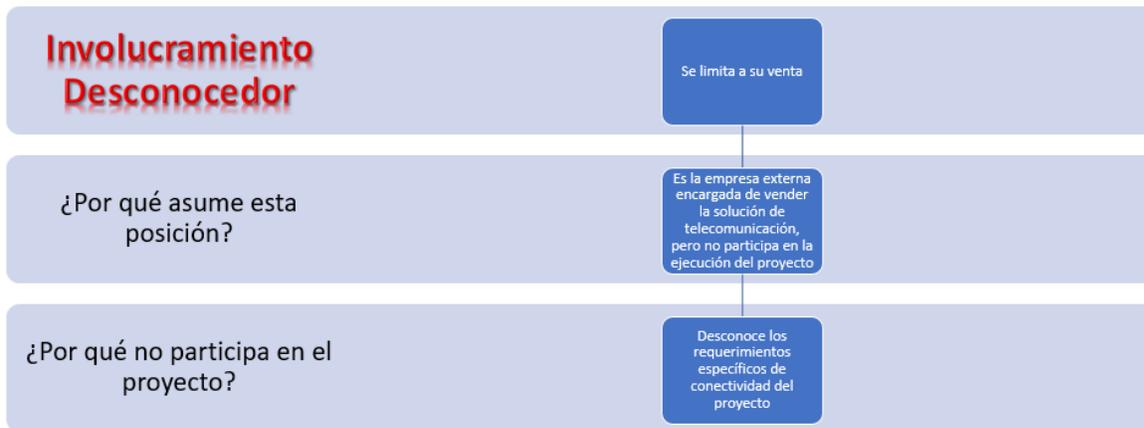


Figura 31 - Causa / Raíz Proveedor telecomunicaciones

INTECO8 – Equipo Consultor

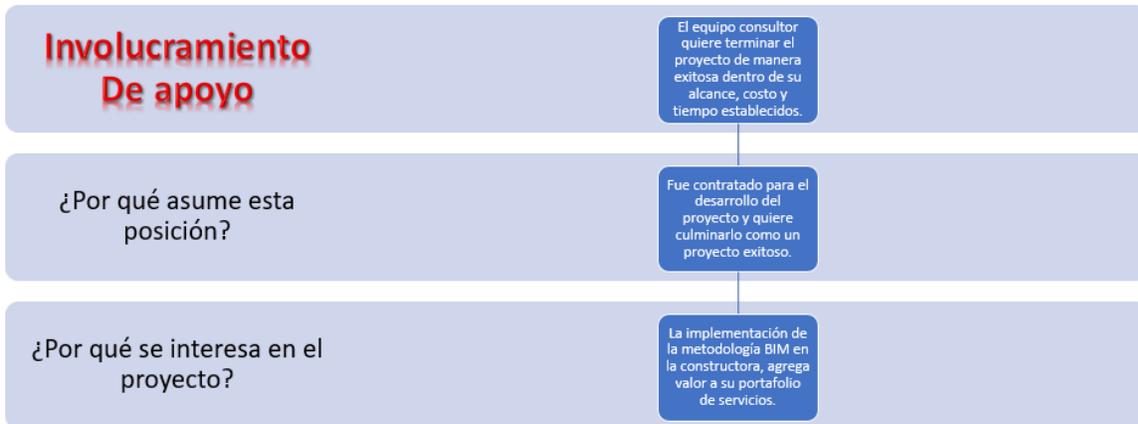


Figura 32 - Causa / Raíz Interesado Equipo consultor

INTPT09 – Proveedor Capacitación

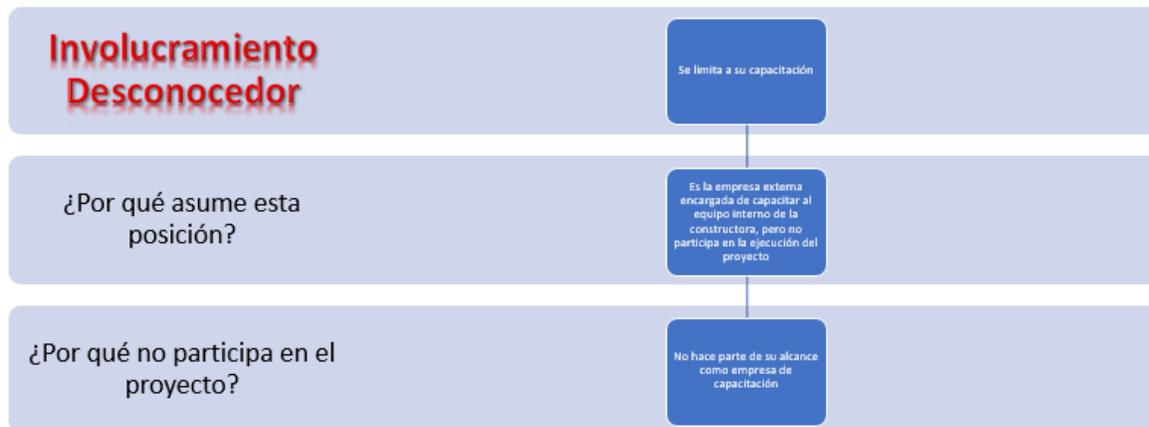


Figura 33 Causa / Raíz Proveedor Capacitación

Posteriormente con la información de Causa – Raíz, se realiza la matriz de estrategias donde se integrará la información una vez analizada la posición actual y deseada de los interesados, junto con las causas raíz para definir las estrategias adecuadas y gestionar a cada uno de los interesados. Ver Tabla 19 - Matriz de estrategias.

Tabla 19 - Matriz de estrategias

Interesado	Situación Actual	Razones de Situación Actual	Situación Deseada	Estrategias para alcanzar la Situación Deseada
Jaime Arango	Líder	Porque los alcances 3D y 5D le generan un ahorro en tiempo y costos.	Líder	Involucrar en reuniones de avance, en los cierres y compartir informes de avance.
Salim Abdala	Neutral	No conoce los beneficios del proyecto.	De Apoyo	Dar a conocer los beneficios del proyecto.
Rafael Gutiérrez	Reticente	Sin dominio sobre el diseño 3D con herramientas BIM.	De Apoyo	Capacitar en herramientas BIM y dar a conocer los beneficios de BIM.
Proveedor Software	Desconocedor	Desconoce requerimientos de software del proyecto	Neutral	Compartirle el documento de requisitos de software y solicitar su asesoría.
Proveedor Hardware	Desconocedor	Desconoce requerimientos de equipos.	Neutral	Compartir documento de requisitos de equipos y solicitar asesoría para la compra.
Proveedor Telecom.	Desconocedor	Desconoce requerimientos específicos de conectividad.	Neutral	Compartir documento de requisitos de conectividad y solicitar su asesoría.
Equipo consultor	De apoyo	La implementación de la metodología BIM en la constructora, agrega valor a su portafolio de servicios.	De apoyo	Involucrar al equipo consultor en las reuniones de avance de cada fase, en los cierres de las fases y compartir los informes de avance.

Para hacer un control de la información obtenida por el análisis de las matrices anteriormente mencionadas, se utiliza como guía la matriz de gestión de involucrados, en esta matriz se presenta la información clave obtenida en la planificación de involucramiento de interesados y es el punto de partida para su gestión. Ver Anexo externo U (Matriz de Involucrados).

En la columna Acciones de categorización, se describe la forma como se seguirán las recomendaciones obtenidas en la categorización de interesados durante el proyecto para el tratamiento de cada uno de los interesados, que están alineadas con las estrategias de involucramiento que se presentan en la última columna de la tabla.

Los planes de entrada para el proceso de monitoreo y control comprenden el plan de gestión de recursos, plan de gestión de las comunicaciones y el plan de gestión de interesados. Del plan de gestión de comunicaciones se obtienen: los formatos y el método de comunicación con los interesados, esta información es relevante para verificar si se cumple con el plan de comunicaciones y si existen desviaciones que expliquen cambios en el involucramiento de los interesados.

Del plan de gestión de interesados obtenemos la matriz de gestión de interesados, que es la base para verificar si se han llevado a cabo las acciones de categorización para cada uno de los interesados y si existen desviaciones que expliquen cambios en el involucramiento de los interesados.

También del plan de gestión de interesados, tenemos la identificación y categorización de interesados, documentos base para identificar al finalizar cada fase si los interesados siguen siendo los mismos o si se deben agregar nuevos interesados al proyecto y, para de forma periódica al finalizar cada fase del proyecto, realizar una revisión de la categorización de interesados (Ver Figura 24 Matriz Poder-Interés) para identificar posibles cambios en los niveles de apoyo y participación de los interesados.

Con la información obtenida de los documentos anteriores, se realizará un análisis de los interesados por parte del equipo de proyecto en una mesa de trabajo, en donde se identificarán los cambios y se establecerán ajustes y/o nuevas estrategias para

gestionar a los interesados del proyecto. Finalmente, se actualizarán los documentos requeridos tales como: lecciones aprendidas, solicitud de cambios, registro de riesgos y registro de interesados.

10 Gestión del alcance del proyecto

10.1 Plan de gestión del alcance

A continuación, se presenta el plan para definir, desarrollar, monitorear, controlar y validar el alcance del proyecto y el plan de gestión de requisitos.

10.1.1 Plan de gestión de requisitos

Para el plan de gestión de requisitos, como documentos de entrada se tiene el Acta de constitución del proyecto, donde se extraerán los requisitos de alto nivel, el plan de involucramiento de interesados, plan de calidad y los activos de la organización. Para la gestión del alcance en particular para este proyecto no se consideran relevantes los factores ambientales, teniendo en cuenta que el ciclo de vida del proyecto se define como un ciclo de vida predictivo, con un enfoque de desarrollo secuencial, un tiempo de ejecución de corto plazo, inferior a seis (6) meses y que el proyecto es de carácter interno.

Para complementar la información, se realizará una reunión con el director de proyectos de la constructora, para indagar e identificar con mayor detalle los requisitos. El resultado del análisis de la información de entrada se consolidará en la Matriz de trazabilidad de requisitos (Ver Tabla 20 - Trazabilidad de requisitos).

De acuerdo con Business analysis for practitioners: a practice guide. Project Management Institute (2015). (pág. 69):

While stakeholders may not have actual requirements, they do often have wants and needs; however, they may not be able to express them clearly. They may know there is a problem, but may not know exactly what the problem is. They may want to take advantage of an opportunity, but not know how to get started.

En caso de que se requiera modificar algún requisito ya sea por esta revisión o en cualquier otro momento durante el desarrollo del proyecto, se deberá realizar mediante una solicitud formal de cambios, teniendo en cuenta que puede impactar la línea base del alcance del proyecto. El cumplimiento de los requisitos consignados en la matriz de trazabilidad de requisitos se validará verificando que se cumplan con la entrega de su correspondiente entregable. En la Figura 35 se presenta el plan para identificar los requisitos.



Figura 35 - Identificación de requisitos.

Fuente: Adaptado de Business analysis for practitioners: a practice guide. (2015). Table 4-1 (pág. 72).

10.1.2 Definir el alcance

Teniendo en cuenta que el ciclo de vida del proyecto se define como un ciclo de vida predictivo, los productos a entregar se establecen al inicio del proyecto. Para definir el alcance se tendrá en cuenta la siguiente información:

- a) La descripción del producto correspondiente a la implementación de la metodología BIM.

- b) El alcance de la implementación que debe incluir: en que procesos de la constructora se implementará, que alcances BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D) estarán incluidos.
- c) Los productos entregables como parte del alcance del proyecto.
- d) Los aspectos técnicos relevantes de cada entregable.
- e) En cuanto a las fases que se requieren dentro del proyecto para cumplir con el alcance para su identificación, se tendrá en cuenta la metodología recomendada por The National BIM Standard-United States® (NBIMS-US™) para la implementación de BIM.
- f) El tiempo requerido para cumplir con el alcance.
- g) Los criterios de aceptación del proyecto.
- h) Lo que no incluye el proyecto (Exclusiones – Ver 10.3 Enunciado del alcance).

Los documentos de entrada para definir el alcance son: acta de constitución del proyecto, el plan de gestión de requisitos y la matriz de trazabilidad de los requisitos. Cualquier modificación en la definición del alcance se debe realizar a través de una solicitud formal de cambios, dado que forma parte de la línea base del alcance del proyecto.

10.1.3 Crear la EDT / WBS

La EDT se creará a través de la descomposición de las fases identificadas en la definición del alcance, para lo cual se tendrá como premisa, no superar en lo posible los 3 niveles de descomposición, dado que el tamaño del proyecto en términos de alcance, tiempo y costo lo identifica como un proyecto de pequeña escala.

El nivel superior corresponderá al título del proyecto, el segundo nivel define las fases de desarrollo del proyecto, el tercer y cuarto corresponderán a los niveles de los paquetes de trabajo según sea el caso. Cada fase y las respectivas descomposiciones estarán numeradas de forma jerárquica para facilitar su identificación. Como ayuda para su creación y actualización se utilizará como herramienta de apoyo WBS Schedule Pro de la casa desarrolladora Critical Tools.

10.1.4 Validar el alcance

En el presente plan de gestión del alcance, cada fase culmina con un entregable exceptuando la fase de dirección de proyecto. La validación de los entregables se realizará al final de cada fase, de manera simultánea con el proceso de control de calidad y se formalizará suscribiendo el acta de aceptación de fase, que incluye la aceptación del respectivo entregable (Ver Figura 36 - Acta de aceptación de producto). Al finalizar el proyecto, se validarán los entregables empleando el formato de documentación de requisitos (Ver Figura 34 - Documentación requisitos).

10.1.5 Controlar el alcance

Para controlar el alcance del proyecto, se tendrán como documentos de entrada, el plan para la dirección del proyecto que incluye: los planes de gestión de requisitos, gestión de cambios, líneas base del alcance y desempeño; además de la matriz de trazabilidad de requisitos y la documentación de requisitos.

Se verificará el desempeño del trabajo a través de la información de entregables verificados, de los cambios solicitados y aceptados, comparando los cambios en la línea base de alcance y contrastando su efecto en los cambios del cronograma y costos. Este control se consignará en el formato de la tabla de control del alcance (Ver Figura 37 - Control del alcance).

10.2 Plan y matriz de trazabilidad de requisitos

En el plan de gestión de requisitos como parte de la gestión del alcance del proyecto, se identificarán los requisitos del proyecto en primera instancia teniendo como entradas principales el acta de constitución del proyecto, los documentos del negocio⁷, registro de supuestos y registro de interesados.

Del análisis de la información de entrada se establecerán los requisitos del proyecto de manera inicial y se consignarán en la matriz de trazabilidad de requisitos la cual se deberá actualizar con la información levantada en la fase inicial del proyecto, en donde se realizará un diagnóstico de acuerdo con la información del estudio técnico. En este punto se complementará la información de la matriz de trazabilidad de requisitos con la información específica del producto.

Como resultado del análisis de información inicial del acta de constitución del proyecto, del estudio técnico del proyecto, registro de supuestos y el registro de interesados, se presentan los requisitos del proyecto que se pueden ver en la Tabla 20 - Trazabilidad de requisitos. La información de los requisitos a nivel producto, se identificarán en la fase inicial en donde los interesados de manera activa participarán en un taller para definir el detalle del alcance de alto nivel establecido en el acta de constitución del proyecto y en el estudio técnico.

⁷ Específicamente el estudio técnico.

Tabla 20 - Trazabilidad de requisitos

Código	Descripción de Requisito	Necesidades de Negocio, Oportunidades, Metas y Objetivos	Objetivos del Proyecto	Entregables de la EDT/WBS	Diseño del Producto
R-01	Optimizar el diseño a través del uso de nuevas tecnologías.	Pérdida de tiempo por actualizaciones de diseño	Optimizar la coordinación del diseño, Cumplir con el cronograma, Cumplimiento de tiempos para tramitar la licencia, Cumplir con el presupuesto de diseño	Plan operacional BIM Plan de ejecución BIM	Por definir
R-02	Mejorar la coordinación con modelos 3D	Coordinación ineficiente	Optimizar la coordinación del diseño	Plan operacional BIM	Por definir
R-03	Contar con personal calificado para uso de nuevas tecnologías	No hay personal calificado para uso de nuevas tecnologías	Cumplir con el cronograma, Equilibrar cargas de trabajo, Cumplimiento de tiempos para tramitar la licencia, Cumplir con el presupuesto de diseño	Plan operacional BIM	Por definir
R-04	Estandarización de procesos a través de buenas prácticas	Uso de plataformas tecnológicas diferentes	Garantizar la calidad del proyecto, Optimizar la coordinación del diseño	Plan operacional BIM Plan de ejecución BIM	Por definir
R-05	Estandarización de plataformas tecnológicas	Falta de estandarización de procesos	Cumplir con el cronograma, Cumplimiento de tiempos para tramitar la licencia, Cumplir con el presupuesto de diseño.	Plan operacional BIM Plan de ejecución BIM	Por definir

10.3 Enunciado del alcance

Implementación de la metodología BIM, mejorando el proceso de diseño de edificaciones de la Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. para optimizar: la revisión de diseño (recorridos virtuales y colisiones), la estimación de cantidades de materiales y la comunicación del diseño con las partes interesadas, dando un alcance BIM 3D y 5D, durante 4 meses iniciando en mayo de 2022 y finalizando el tercer trimestre de 2022 cumpliendo con las fases de diagnóstico, planeación BIM, implementación proyecto Benthó y dirección de proyecto. Ver Tabla 21 - Fase / Entregable.

Tabla 21 - Fase / Entregable

Fase	Entregables	Aspectos técnicos relevantes
1- Diagnóstico	Informe de diagnóstico: (Taller BIM, Matriz de madurez, Inventarios).	Identificación del nivel BIM actual y deseado.
2-Planeación BIM	Plan estratégico BIM Plan operacional BIM: (Alcance BIM, plan de entrenamiento, plan de ejecución BIM).	Alineación de los objetivos BIM con los objetivos estratégicos de la constructora.
3-Implementación proyecto Benthó	Planeación y entrenamiento, Modelo BIM.	Inclusión de alcances BIM para el proyecto Benthó, herramientas de diseño y coordinación a utilizar, estándares BIM requeridos para el proyecto.
4-Dirección de proyecto	Planes y documentación interna del proyecto.	Gestión de alcance, tiempo y costo.

Exclusiones: El proyecto no incluye ningún tipo de diseño arquitectónico, estructural y/o de instalaciones para el proyecto Benthó.

10.4 Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

La EDT del proyecto se estructura hasta el nivel 4 y tiene 11 paquetes de trabajo⁸ distribuidos en cuatro fases tal como se aprecia en el Anexo externo V – Estructura de desglose de trabajo EDT.

10.5 Diccionario de la EDT

En el diccionario de la EDT se incluyen los once (11) paquetes de trabajo que se muestran en la EDT del proyecto, con la siguiente información: duración en días/ horas de trabajo, costo, fecha de inicio y fecha de finalización. Ver Anexo E – Diccionario de la EDT.

11 Gestión del cronograma del proyecto

11.1 Plan de gestión del cronograma

Para el desarrollo del plan de gestión del cronograma es importante resaltar que el ciclo de vida del proyecto es de carácter predictivo ya que se puede definir el alcance, tiempo y costos desde el inicio. La planeación de las actividades (cronograma) se llevará a cabo utilizando la herramienta Ms Project. Las actividades estarán agrupadas en los once (11) paquetes de trabajo definidos en la EDT.

La unidad de tiempo para medir la duración de las actividades es “días” y el horario de trabajo se alinearán con los horarios de trabajo de la Constructora de lunes a viernes. Para el periodo de tiempo de desarrollo, se identificarán los días no laborables en el calendario del proyecto, se incluirá el cálculo en la unidad de tiempo “días” y se trabajará de lunes a viernes con 8 horas diarias, ver Tabla 22 - Horario de recursos.

⁸ Es importante tener en cuenta que un paquete de trabajo de la fase de dirección de proyectos se utilizará para incluir el valor de reserva para contingencias del proyecto.

Tabla 22 - Horario de recursos

Días	Desde	Hasta
L-V	8:00 am	12:00m
L-V	2:00 pm	6:00 pm

El monitoreo del cronograma se realizará con un seguimiento semanal de las tareas que deben ejecutarse según la fase en la que se encuentre el proyecto, lo cual permitirá retroalimentar a todos los interesados y detectar los posibles inconvenientes que se presenten en la entrega de información y/o productos, así como las dificultades para el inicio de la siguiente fase.

Para el análisis de las actividades se utilizará la técnica PERT y en el cronograma se aplicarán los tiempos obtenidos mediante esta técnica, el nivel de exactitud estará entre la media y el 84% de probabilidad. La actualización o cambios en el cronograma se efectuarán mediante una solicitud formal de cambios, teniendo en cuenta que se afectará la línea base. La medición de desempeño se realizará con la técnica de valor ganado y el índice de desempeño del cronograma (SPI). Ver numeral 18 Gestión del valor ganado.

11.2 Listado de actividades con análisis PERT

El listado de actividades con análisis PERT se puede ver en el Anexo F – Lista de actividades análisis PERT. Para el cálculo de las columnas de duración estimada y varianza se aplicaron las siguientes fórmulas:

$$Duración\ estimada = \frac{(D_{optimista} + (4 * D_{probable}) + D_{pesimista})}{6}$$

$$Varianza = \left(\frac{D_{pesimista} - D_{optimista}}{6} \right)^2$$

En el cronograma se ajustaron los tiempos de las actividades de la ruta crítica con las duraciones estimadas, a continuación, se presenta la estimación de tiempo requerido para una probabilidad del 84%, para tal efecto el valor de Z corresponde a 0,99.

$$\sum_n^1 V = 4,28$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_n^1 V}$$

$$\sigma = 2,07$$

$$\mu = 88,53 \text{ días}$$

$$Z = 0,99$$

Tenemos que:

$$Z = \frac{\chi - \mu}{\sigma}$$

Despejando Z obtenemos los días requeridos:

$$\chi = (Z * \sigma) + \mu$$

$$\chi = 90,58$$

Se concluye que con una probabilidad del 84% el proyecto tendrá una duración estimada de hasta 90,58 días como límite superior partiendo de los 88,53 días de ruta crítica como límite inferior.

11.3 Diagrama de red del proyecto

El diagrama de red del proyecto se muestra en el Anexo externo W – Diagrama de red. En donde se muestra la ruta crítica con una duración total de 88,53 días.

11.4 Línea base del cronograma

A continuación, se presenta la línea base del cronograma del proyecto. Ver Figura 38, Figura 39, Figura 40 y Figura 41.

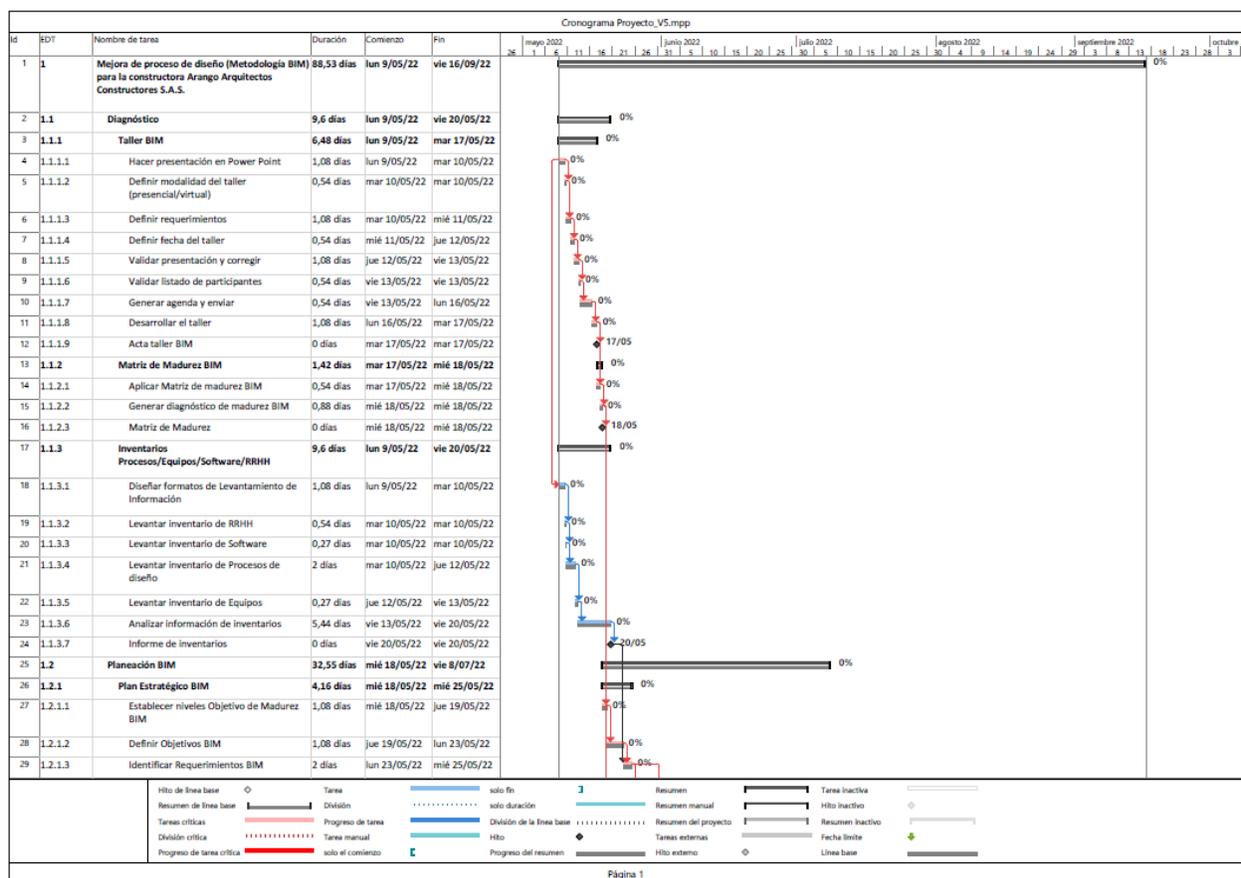


Figura 38 - Línea base del cronograma (Pág. 1)

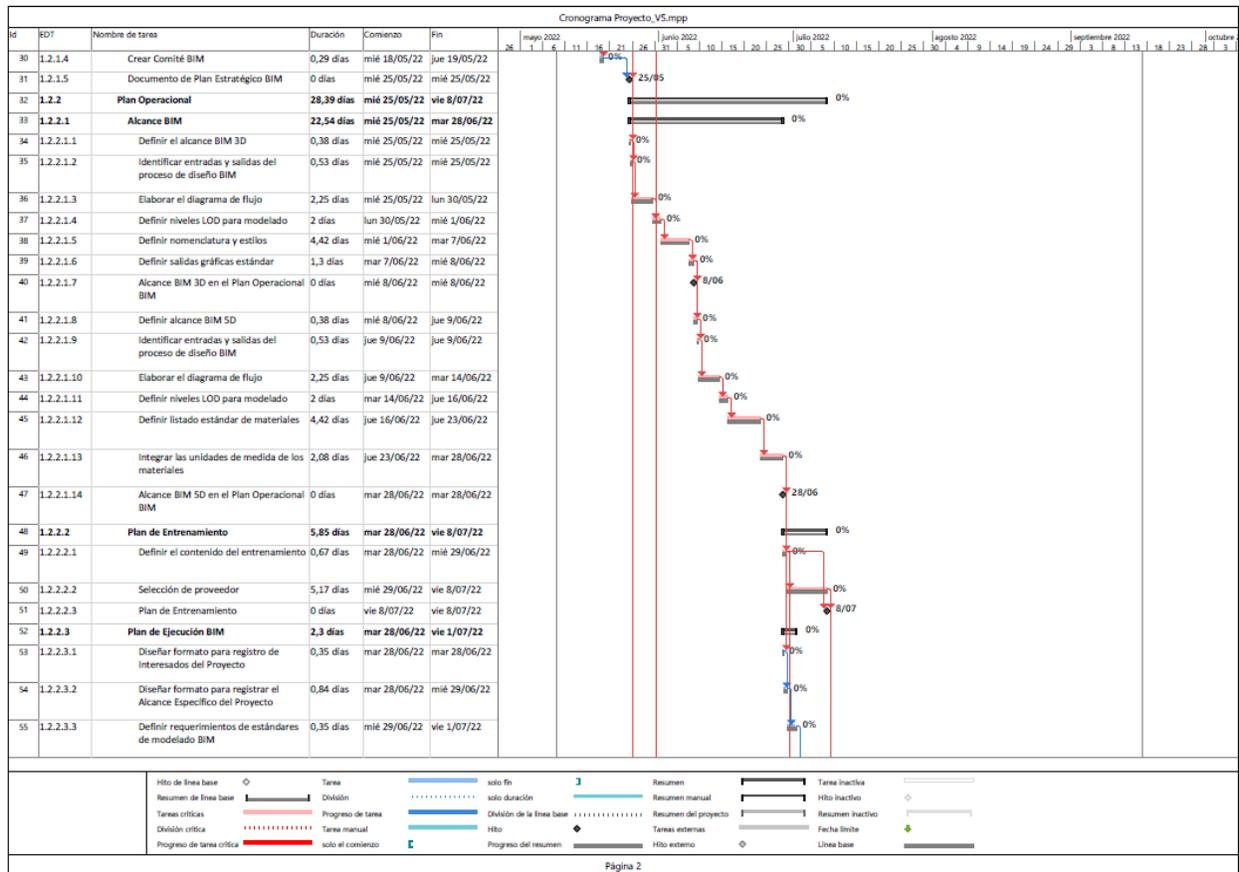


Figura 39 - Línea base del cronograma (Pág. 2)

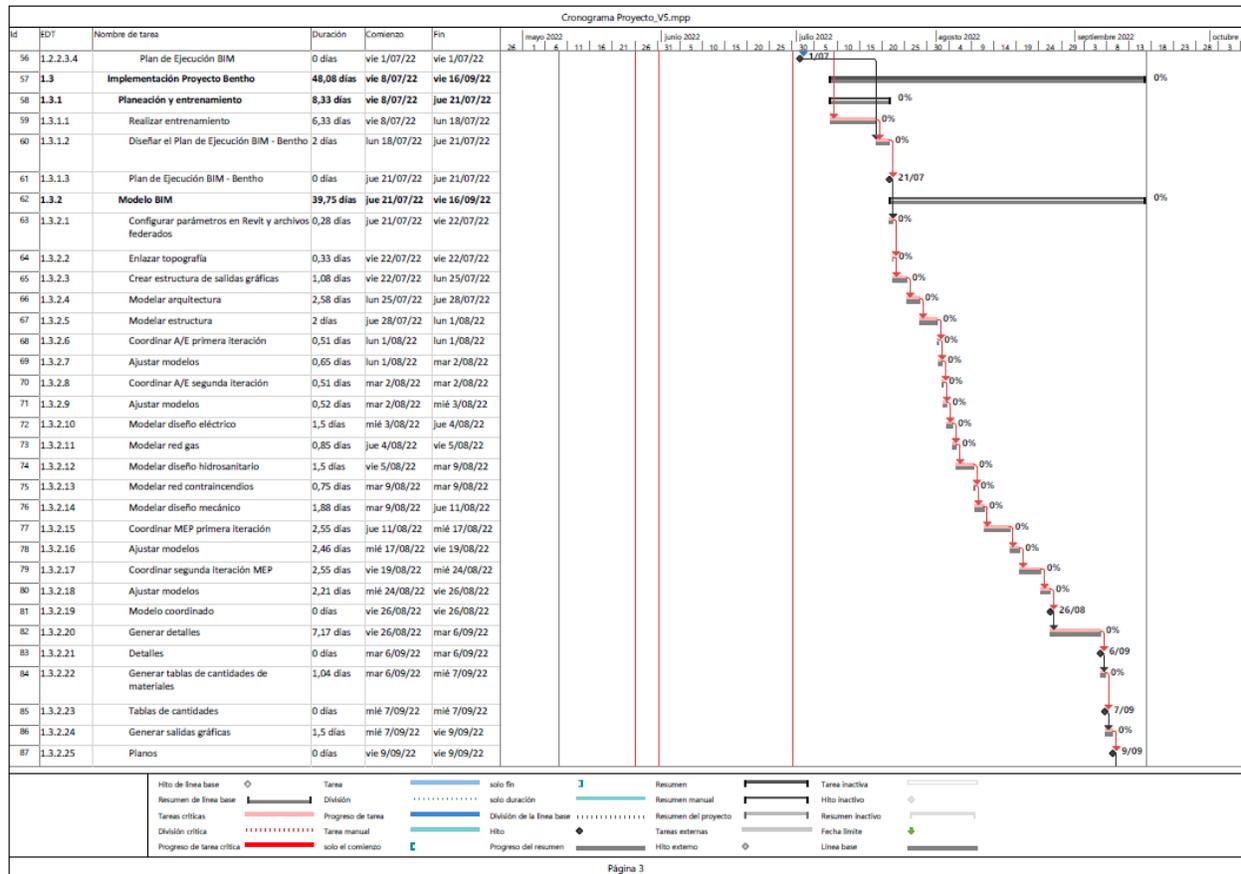


Figura 40 - Línea base del cronograma (Pág. 3)

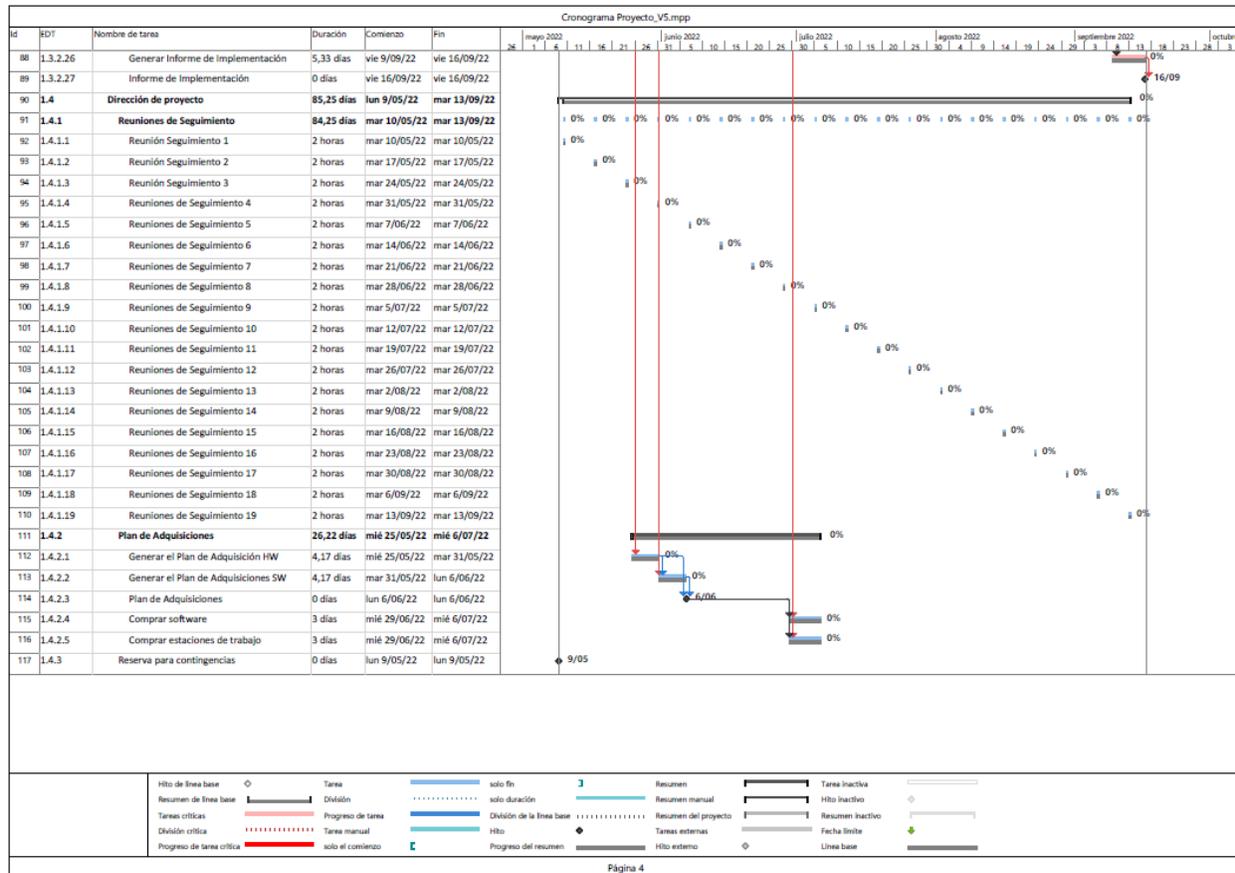


Figura 41 - Línea base del cronograma (Pág. 4)

11.5 Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas

Para el desarrollo del cronograma se utilizó como entrada la EDT y para cada paquete de trabajo se identificaron las actividades y se estimaron de forma inicial sus respectivas duraciones. Luego se organizaron por paquete de trabajo y se procedió a la secuenciación para realizar el análisis de red, generando el diagrama de red e identificando la ruta crítica (Ver Anexo externo W – Diagrama de red). Posteriormente se usó la técnica PERT en las actividades de ruta crítica, para lo cual se estimaron los tiempos optimista, más probable y pesimista, este desarrollo se encuentra en el numeral 11.2. Listado de actividades con análisis PERT.

Finalmente se ingresaron las actividades a Ms Project para generar el cronograma. Sobre este cronograma se agregaron los recursos necesarios y se realizó la nivelación de recursos. En la Figura 42 - Sobreasignación diagrama de Gantt se pueden observar dos de las tres sobreasignaciones presentadas.

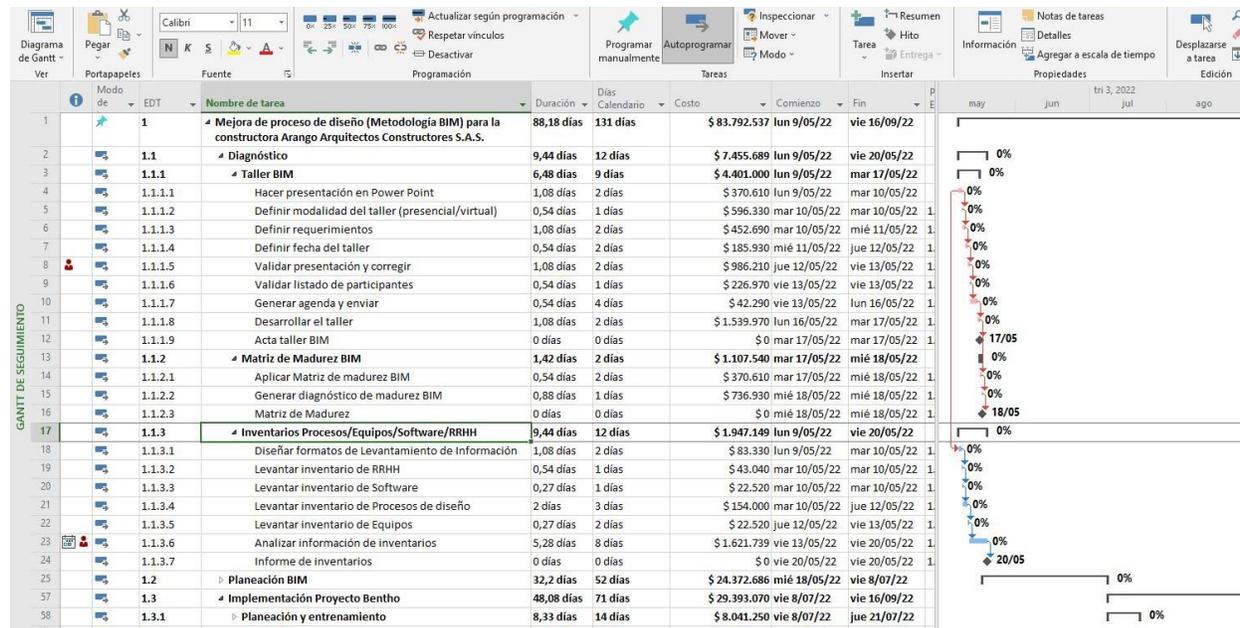


Figura 42 - Sobreasignación diagrama de Gantt

En la vista de organizador de equipo de Ms Project, se evidencia la sobreasignación de los recursos: Andrés Arango, Rafael Gutiérrez y Andrés Iriarte para los días 11 de mayo y 28 de julio de 2022. Ver Figura 43 - Sobreasignación de recursos vista organizador de equipo. Para resolver las sobreasignaciones utilizando la nivelación de recursos se reprogramaron las actividades involucradas para cada uno de los recursos y el resultado se muestra en la Figura 44 - Sobreasignaciones resueltas.

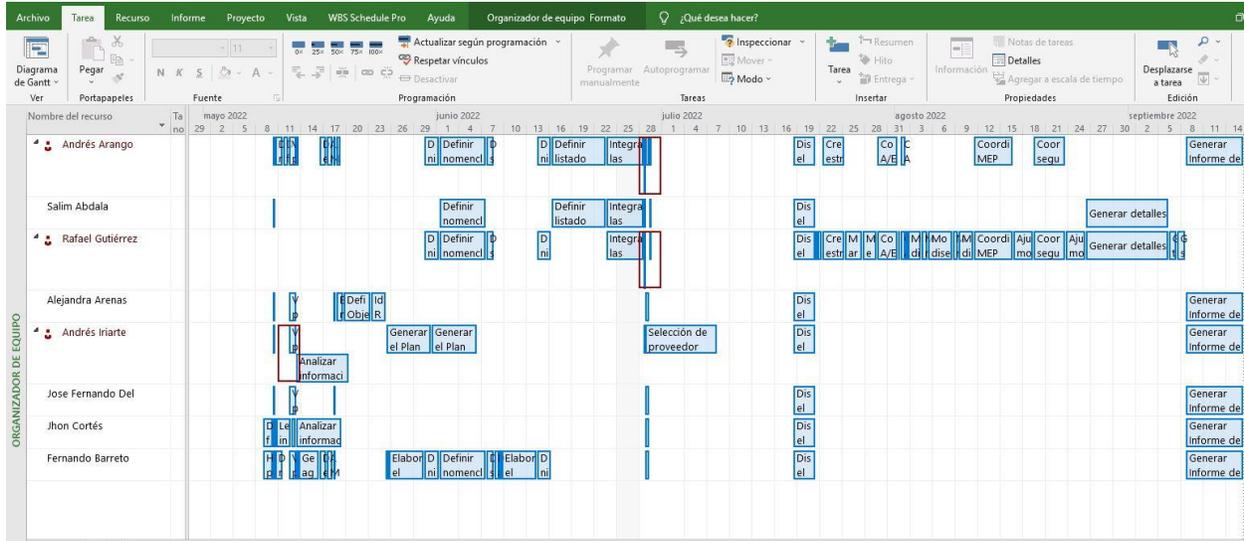


Figura 43 - Sobreasignación de recursos vista organizador de equipo

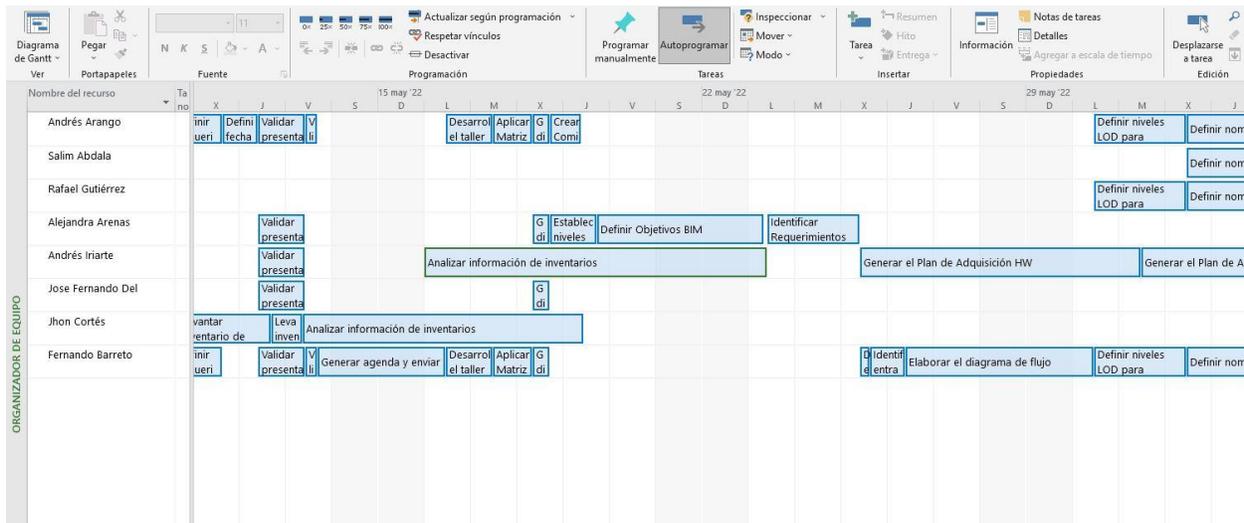


Figura 44 - Sobreasignaciones resueltas

Al utilizar la nivelación de recursos para solucionar las sobreasignaciones, se alteró la ruta crítica del proyecto de 88,18 días a 88,53 días y el costo no tuvo variación. Ver Figura 45 - Variación ruta crítica.

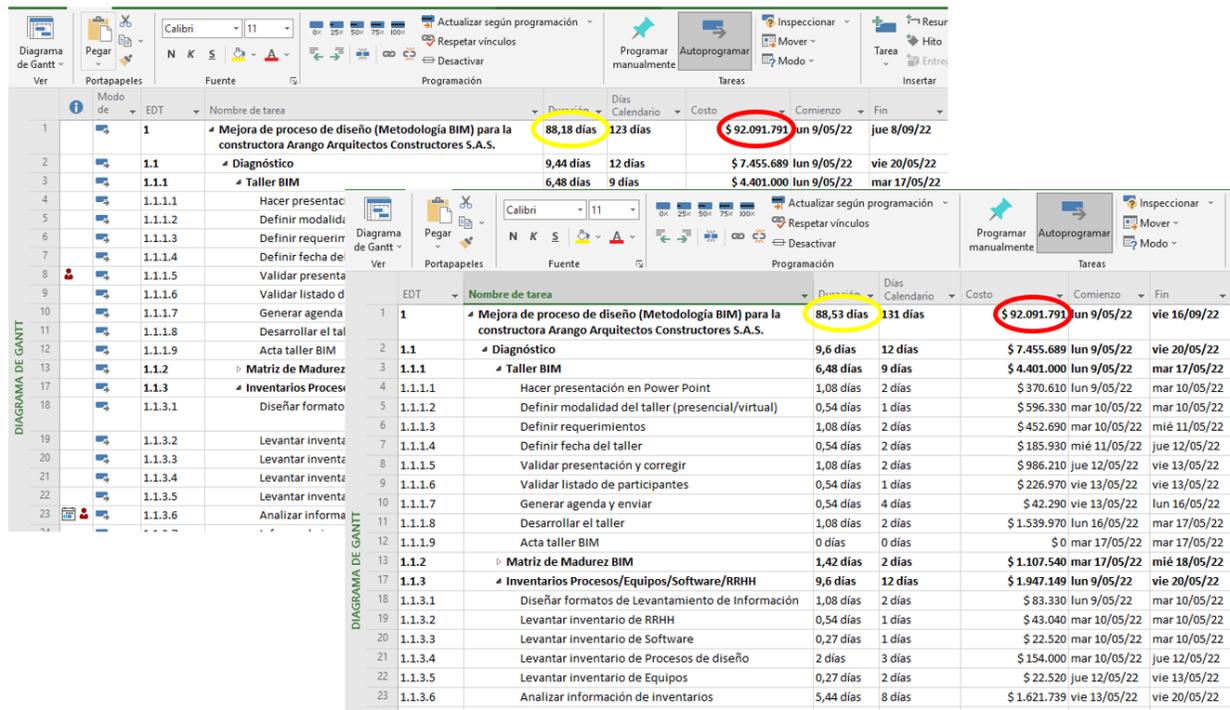


Figura 45 - Variación ruta crítica

Con este resultado, teniendo en cuenta la restricción de tiempo de finalización del proyecto (ver 8.2 Registro de supuestos y restricciones) y que el costo no se incrementó, se ajustó el cronograma con la nivelación de recursos. Posterior a este ajuste, se incluyeron las adquisiciones del proyecto que contemplan: equipos, software y papelería, con variaciones de costo que generaron un incremento en el valor del proyecto a \$ 129.562.537,00 pesos, que no afectaron la línea base de tiempo ni la línea base de alcance, en la Figura 46 - Cronograma ajustado, se puede observar en la columna de duración que se mantienen los 88.53 días.

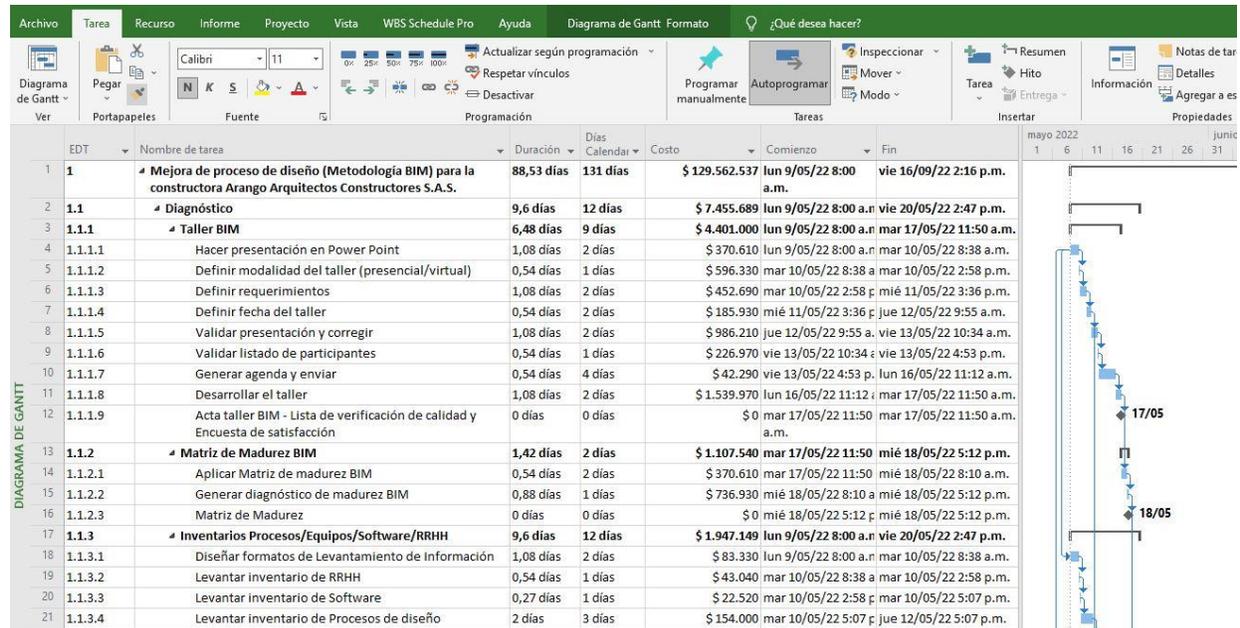


Figura 46 - Cronograma ajustado

11.6 Cronograma

Realizada la nivelación de trabajo, se obtiene en cronograma del proyecto con un tiempo de 88,53 días de trabajo y una duración calendario de 131 días. El proyecto está programado para iniciar el 9 de mayo de 2022 y finalizar el 16 de septiembre de 2022. Ver Figura 47 - Cronograma (Pág. 1 de 4), Figura 48 - Cronograma (Pág. 2 de 4), Figura 49 - Cronograma (Pág. 3 de 4) y Figura 50 - Cronograma (Pág. 4 de 4).

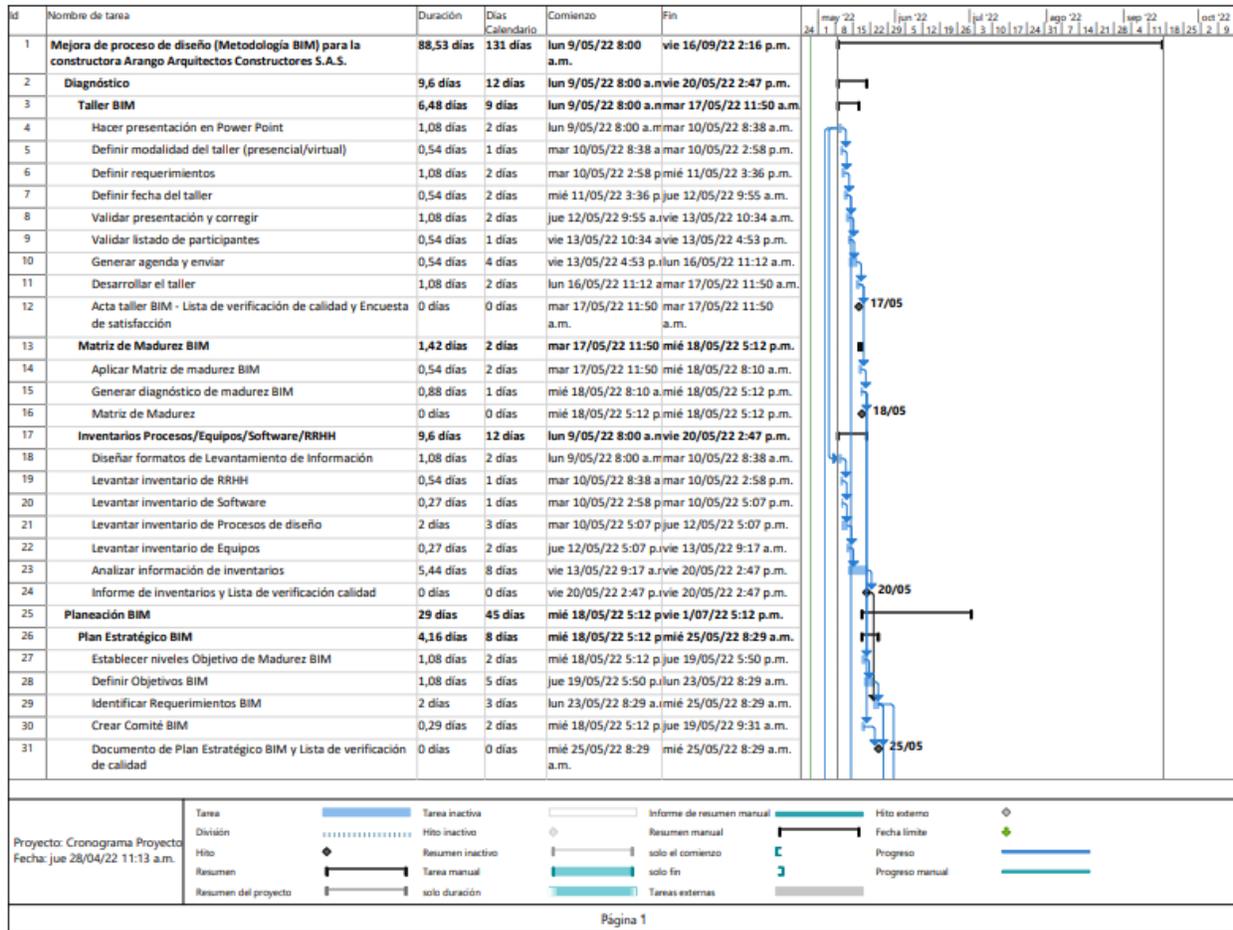


Figura 47 - Cronograma (Pág. 1 de 4)

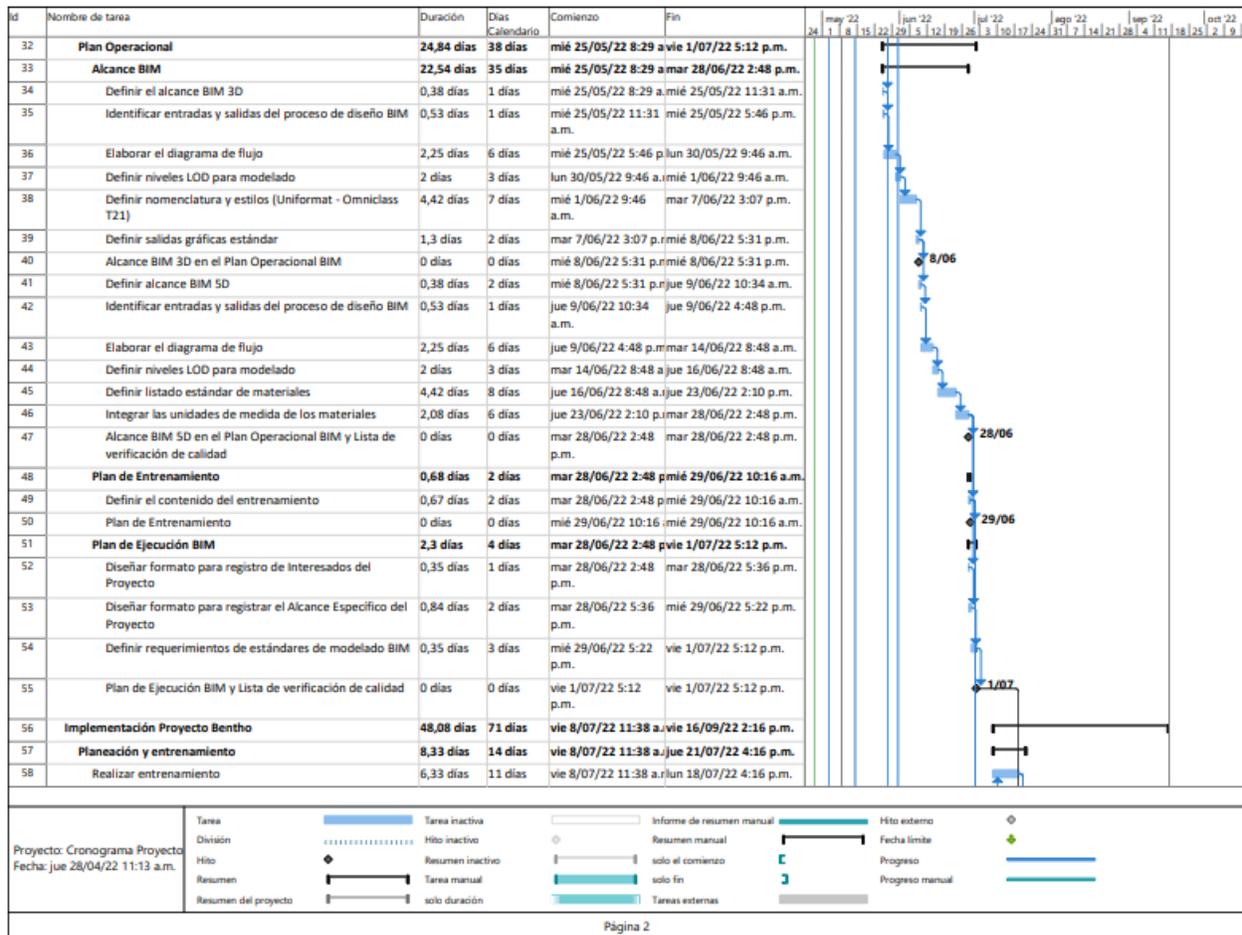


Figura 48 - Cronograma (Pág. 2 de 4)

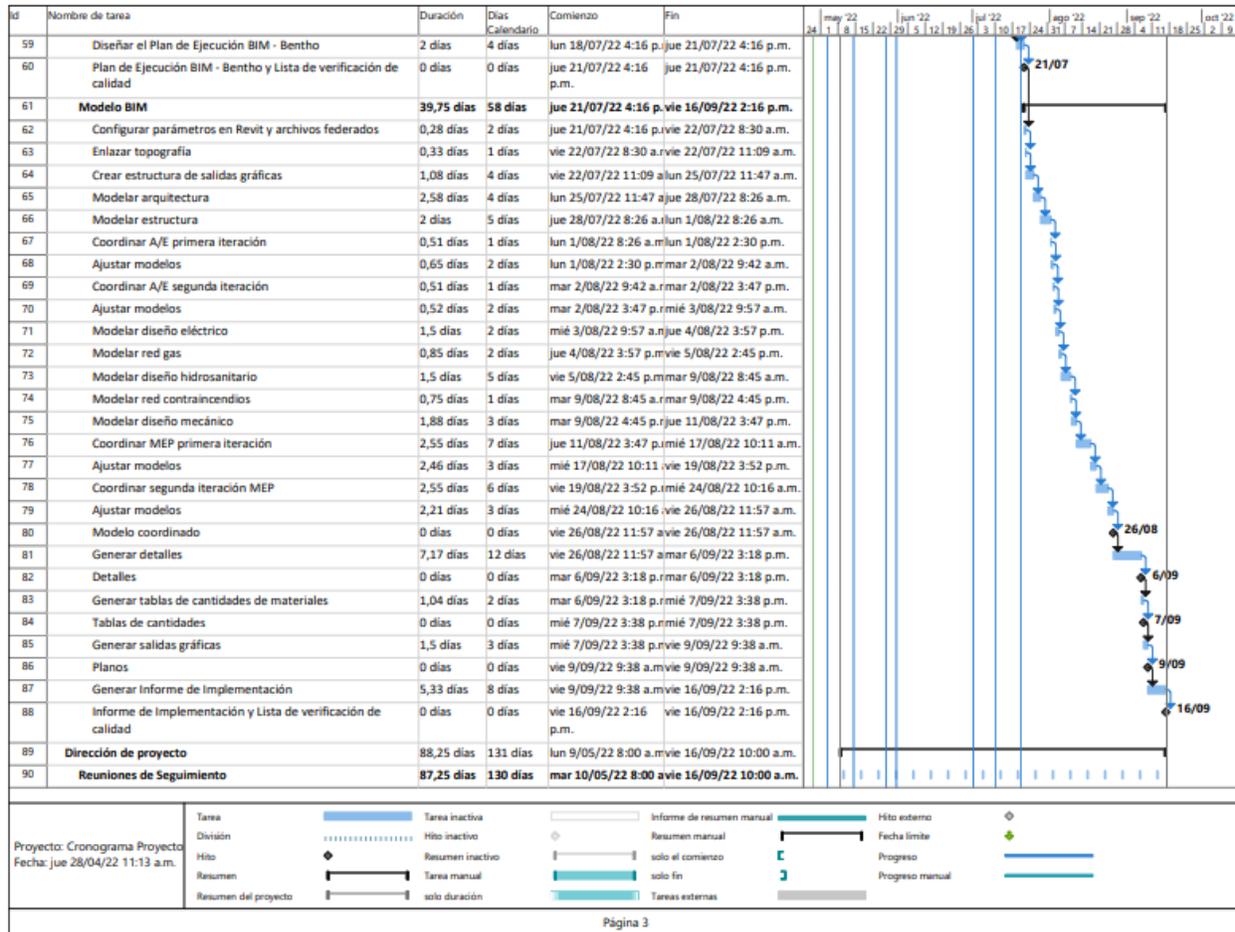


Figura 49 - Cronograma (Pág. 3 de 4)

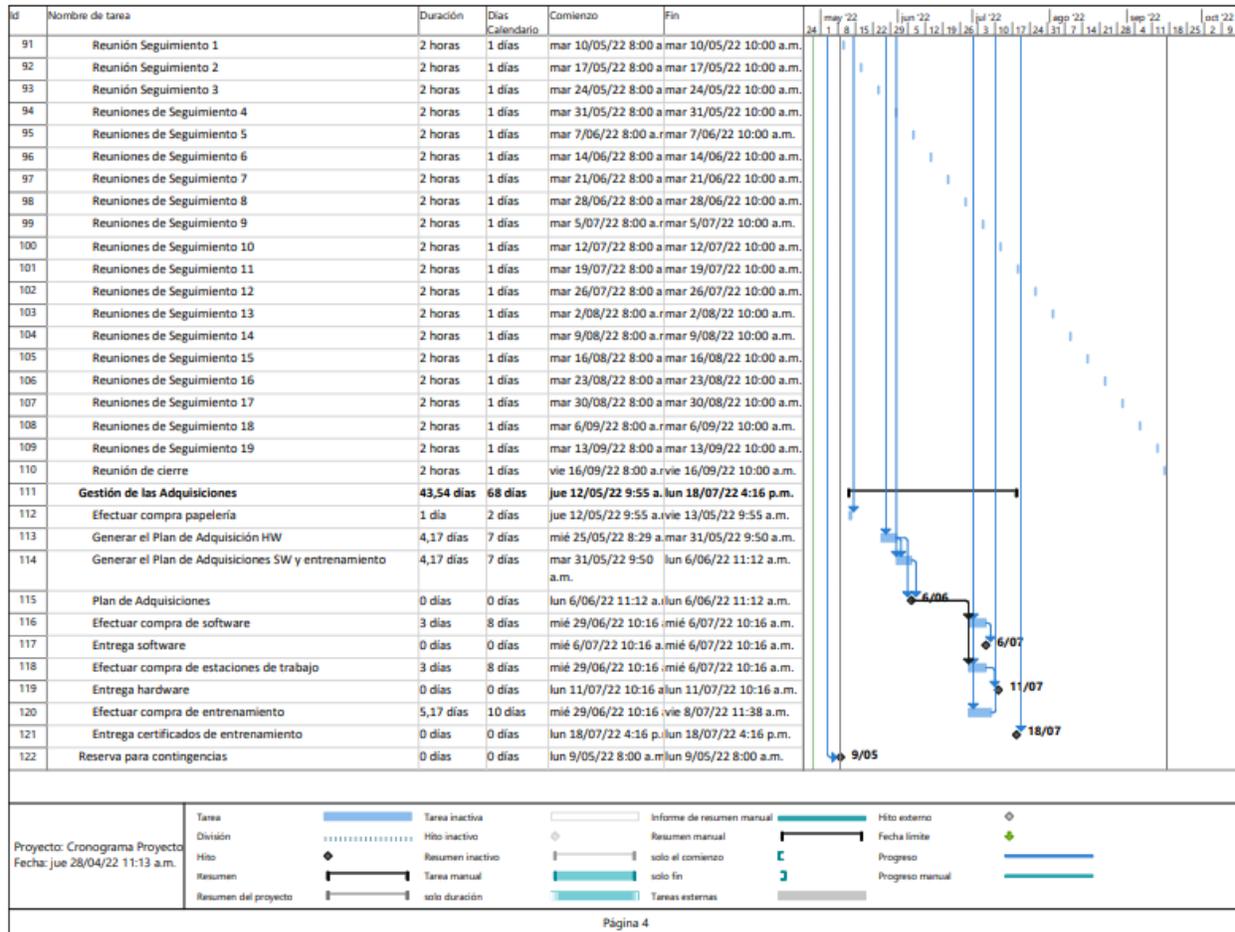


Figura 50 - Cronograma (Pág. 4 de 4)

12 Gestión de costos del proyecto

12.1 Plan de gestión de costos

En este plan se estimará, gestionará, monitoreará y se controlará con base en el cronograma y en la estructura de desglose de trabajo (EDT), el presupuesto del proyecto. El plan de gestión de costos del proyecto tendrá como entradas principales los planes de gestión del cronograma y de gestión de riesgos, y como documentación el acta de constitución del proyecto, línea base del alcance, cronograma, registro de riesgos y requisitos de recursos.

Así mismo es importante integrar factores ambientales como los indicadores de productividad del sector de la construcción y precios de software, equipos y servicios de conectividad. Además, los activos de la organización identificando la estructura de costos y procesos internos de control de ejecución presupuestal de la Constructora. Los costos se estimarán de forma ascendente revisando a fondo cada paquete de trabajo dentro de la EDT, según Guía del PMBOK® Sexta edición-2017, título: 7.2.2.4. Estimación Ascendente. Dadas las características del proyecto de carácter interno y de tiempo, se espera tener un rango de exactitud del presupuesto entre -5% y 10%.

La financiación del proyecto requiere de una inversión considerada a partir de los recursos propios, los cuales procederán a ejecutarse por medio de un plan de inversión de la constructora. En cuanto a los aspectos ambientales de la Constructora, para la adquisición de programas y equipos de cómputo se tendrá en cuenta la tasa de cambio (TRM) debido a que los productos son importados. Para el recurso humano que requiere el proyecto se validarán la disponibilidad interna de estos recursos y/o la necesidad de contratarlos de manera externa analizando aspectos como: perfiles y disponibilidad.

Los componentes del presupuesto del proyecto se determinarán a partir de las actividades de los paquetes de trabajo de la EDT y el valor para la reserva de contingencias o imprevistos de acuerdo con los riesgos identificados, corresponderá al resultado del análisis cuantitativo de dichos riesgos. La reserva de contingencia se aplicará a los paquetes de trabajo, no se aplicará al costo de las actividades por las características de baja complejidad del proyecto. La reserva de gestión se estima en un 10%.

12.2 Estimación de costos en MS Project

Para estimar los costos en Ms Project, se tiene en cuenta el calendario del proyecto⁹ que en este caso coincide con el calendario de los recursos, se ingresan los recursos en la hoja de recursos (ver Figura 51 - Hoja de recursos) y luego se realiza su asignación

⁹ El nombre del calendario para el proyecto en Ms Project es Calendario BIM.

en las tareas del proyecto. Una vez asignados los recursos a las tareas se gestiona la sobreasignación de tres recursos (ver 11.5 Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas) para finalmente tener el cronograma con su costo asociado.

En la fase Dirección de proyecto se crea el hito 1.4.3. Reserva para contingencias y se asocia el costo de la respectiva reserva para obtener un resultado coherente con el presupuesto del proyecto. Ver Figura 52 - Asignación de reserva para contingencias.

	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Use	Acumular	Calendario base
1	Andrés Arango	Trabajo		A	Planta	100%	42.750/hora	\$ 42.750/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
2	Sulim Abdala	Trabajo		S	Planta	100%	57.000/hora	\$ 57.000/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
3	Rafael Outiérrez	Trabajo		R	Planta	100%	42.750/hora	\$ 42.750/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
4	Alejandra Arenas	Trabajo		A	Consultor	100%	36.100/hora	\$ 36.100/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
5	Andrés Iriarte	Trabajo		A	Consultor	100%	36.100/hora	\$ 36.100/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
6	Jose Fernando Del Campo	Trabajo		J	Consultor	100%	36.100/hora	\$ 36.100/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
7	Jhon Cortés	Trabajo		J	Consultor	100%	36.100/hora	\$ 36.100/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
8	Fernando Barreto	Trabajo		F	Consultor	100%	42.750/hora	\$ 42.750/hora	\$ 0	Prorrateo	Calendario_BIM
9	Computador	Material		C	Equipos		\$ 1.250		\$ 0	Prorrateo	
10	Papel (Plan Ejecución)	Costo		P						Prorrateo	
11	Papel (Diagnóstico)	Costo		P						Prorrateo	
12	Papel (Plan Operacional)	Costo		P						Prorrateo	
13	Licencia Autodesk Revit	Costo		L						Prorrateo	
14	Licencia Autodesk Navisworks	Costo		L						Prorrateo	
15	Entrenamiento Revit/Navisworks	Costo		E						Prorrateo	
16	Estaciones de trabajo	Costo		E						Prorrateo	
17	Viaje Taller	Costo		V						Prorrateo	
18	Reserva para contingencias	Costo		R						Prorrateo	

Figura 51 - Hoja de recursos

EDT	Nombre de tarea	Duración	Días Calendario	Comienzo	Fin	Costo
1.3.2.11	Modelar red gas	0,85 días	2 días	jue 4/08/22	vie 5/08/22	\$ 290.700
1.3.2.12	Modelar diseño hidrosanitario	1,5 días	5 días	vie 5/8		
1.3.2.13	Modelar red contraincendios	0,75 días	1 día	mar 9		
1.3.2.14	Modelar diseño mecánico	1,88 días	3 días	mar 9		
1.3.2.15	Coordinar MEP primera iteración	2,55 días	7 días	jue 11		
1.3.2.16	Ajustar modelos	2,46 días	3 días	mié 11		
1.3.2.17	Coordinar segunda iteración MEP	2,55 días	6 días	vie 19		
1.3.2.18	Ajustar modelos	2,21 días	3 días	mié 24		
1.3.2.19	Modelo coordinado	0 días	0 días	vie 26		
1.3.2.20	Generar detalles	7,17 días	12 días	vie 26		
1.3.2.21	Detalles	0 días	0 días	mar 6		
1.3.2.22	Generar tablas de cantidades de mater	1,04 días	2 días	mar 6		
1.3.2.23	Tablas de cantidades	0 días	0 días	mié 7		
1.3.2.24	Generar salidas gráficas	1,5 días	3 días	mié 7		
1.3.2.25	Planos	0 días	0 días	vie 9		
1.3.2.26	Generar Informe de Implementación	5,33 días	8 días	vie 9		
1.3.2.27	Informe de Implementación	0 días	0 días	vie 16		
1.4	Dirección de proyecto	85,25 días	128 días	lun 9		
1.4.1	Reuniones de Seguimiento	84,25 días	127 días	mar 16		
1.4.2	Plan de Adquisiciones	26,22 días	43 días	mié 25/05/22	mié 6/07/22	\$ 22.571.092
1.4.3	Reserva para contingencias	0 días	0 días	lun 9/05/22	lun 9/05/22	\$ 8.299.254

Figura 52 - Asignación de reserva para contingencias

12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto

A continuación, se presentan la estimación ascendente de costos por paquete de trabajo y fase.

De acuerdo con la Figura 53 - Estimación ascendente de paquetes de trabajo - Fase Diagnóstico, el costo de la fase Diagnóstico es de \$7.455.689 que corresponde a la sumatoria de los paquetes de trabajo Taller BIM, Matriz de Madurez BIM e Inventarios de Procesos-Equipos-Software y RRHH. En la Figura 54 - Estimación ascendente de paquete de trabajo - Fase Planeación BIM, se puede observar que el costo de la fase Planeación BIM es de \$22.878.340 y corresponde a la sumatoria de los paquetes de trabajo Plan estratégico BIM, Alcance BIM, Plan de entrenamiento y Plan de ejecución BIM.

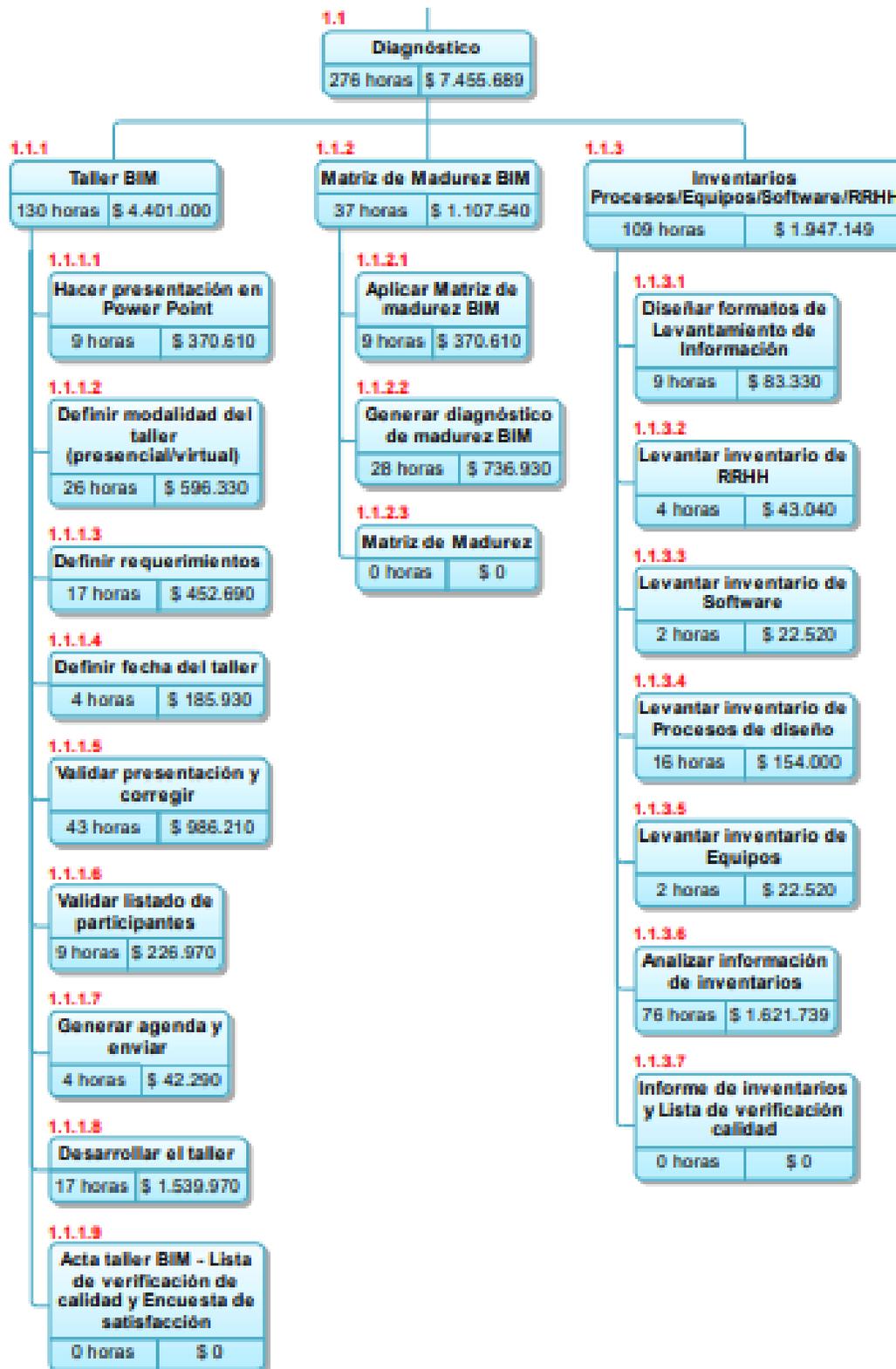


Figura 53 - Estimación ascendente de paquetes de trabajo - Fase Diagnóstico

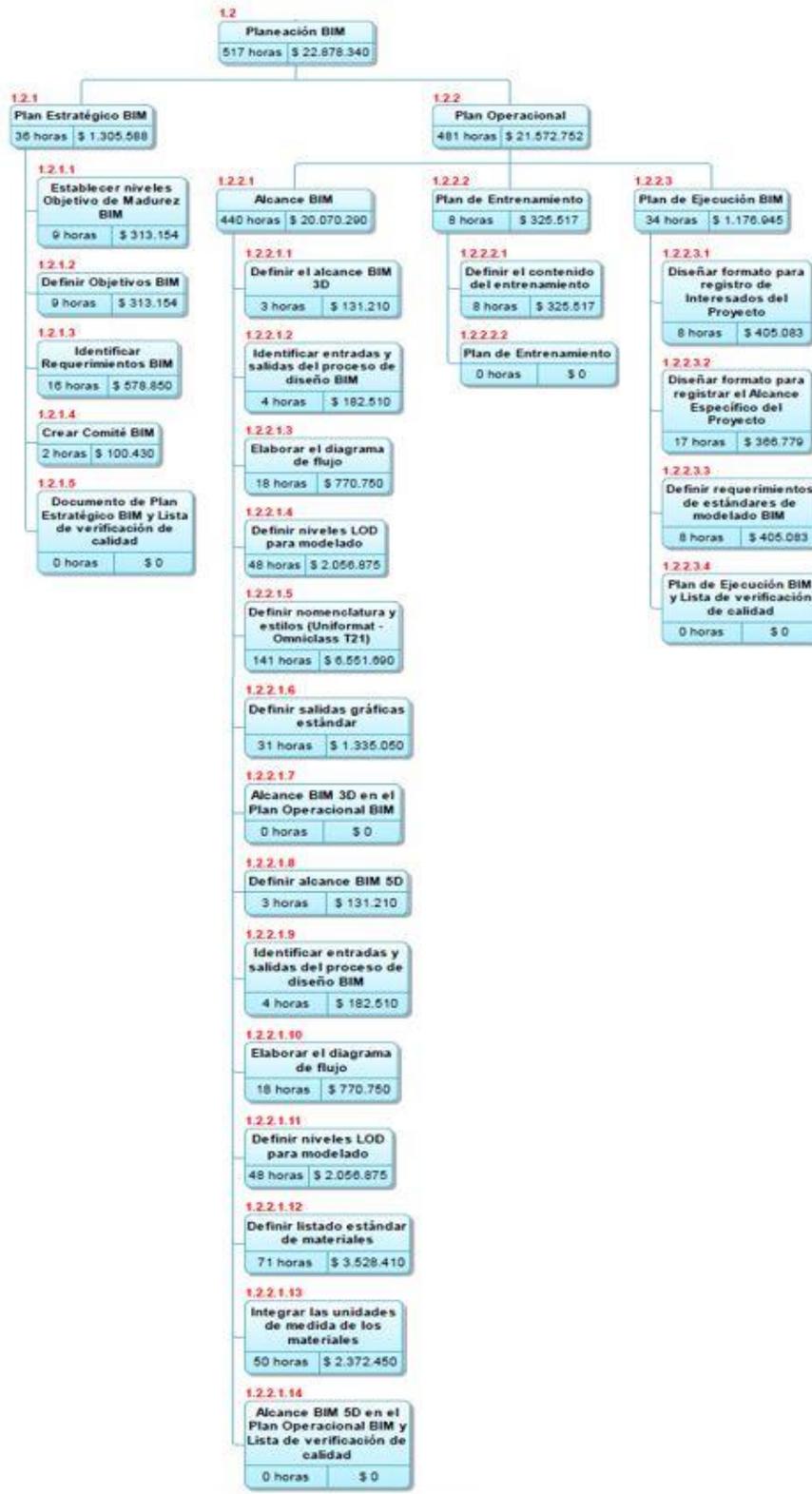


Figura 54 - Estimación ascendente de paquete de trabajo - Fase Planeación BIM

En la Figura 55 - Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Implementación proyecto Benthó, el costo de la fase es de \$29.393.070 que corresponde a la sumatoria de los paquetes de trabajo Planeación y entrenamiento y Modelo BIM. Finalmente, en la Figura 56 -Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Dirección de proyecto se presentan los costos de la fase de Dirección de proyecto, corresponde a \$ 69.835.438. En esta fase se incluyen los paquetes de trabajo de Plan de adquisiciones en donde se encuentran los programas, equipos de cómputo y papelería por un valor de \$ 64.435.438¹⁰, reuniones de seguimiento y un paquete de trabajo destinado a incluir la reserva para contingencias con un valor de \$ 5.400.000, calculado a partir del análisis cuantitativo de riesgos. Ver numeral 16 Gestión de riesgos del proyecto.

Con esta información de la estimación ascendente de costos a partir de los paquetes de trabajo, se pueden obtener las estimaciones de horas de trabajo y costos para cada una de las fases del proyecto y del total del proyecto. El costo de la fase de Diagnóstico es de \$ 7.455.689 con 276 horas de trabajo, el costo de la fase de Planeación BIM es de \$ 22.878.340 con 517 horas de trabajo, el costo de la fase Implementación proyecto Benthó es de \$ 29.393.070 con 774 horas de trabajo y el costo de la fase de Dirección de proyecto¹¹ es de \$ 69.835.438 con 108 horas de trabajo. El costo del proyecto es de \$ 129.562.537 que corresponde a la línea base de costos, con un total de 1.675 horas de trabajo. Ver Figura 57 - Resumen estimación ascendente de costos

10 Para la estimación de estos costos se trabajó con una TRM para el dólar americano proyectada de \$4.000 pesos colombianos.

11 En esta fase sólo se incluyó el paquete de trabajo de adquisiciones y los otros dos paquetes son de referencia.

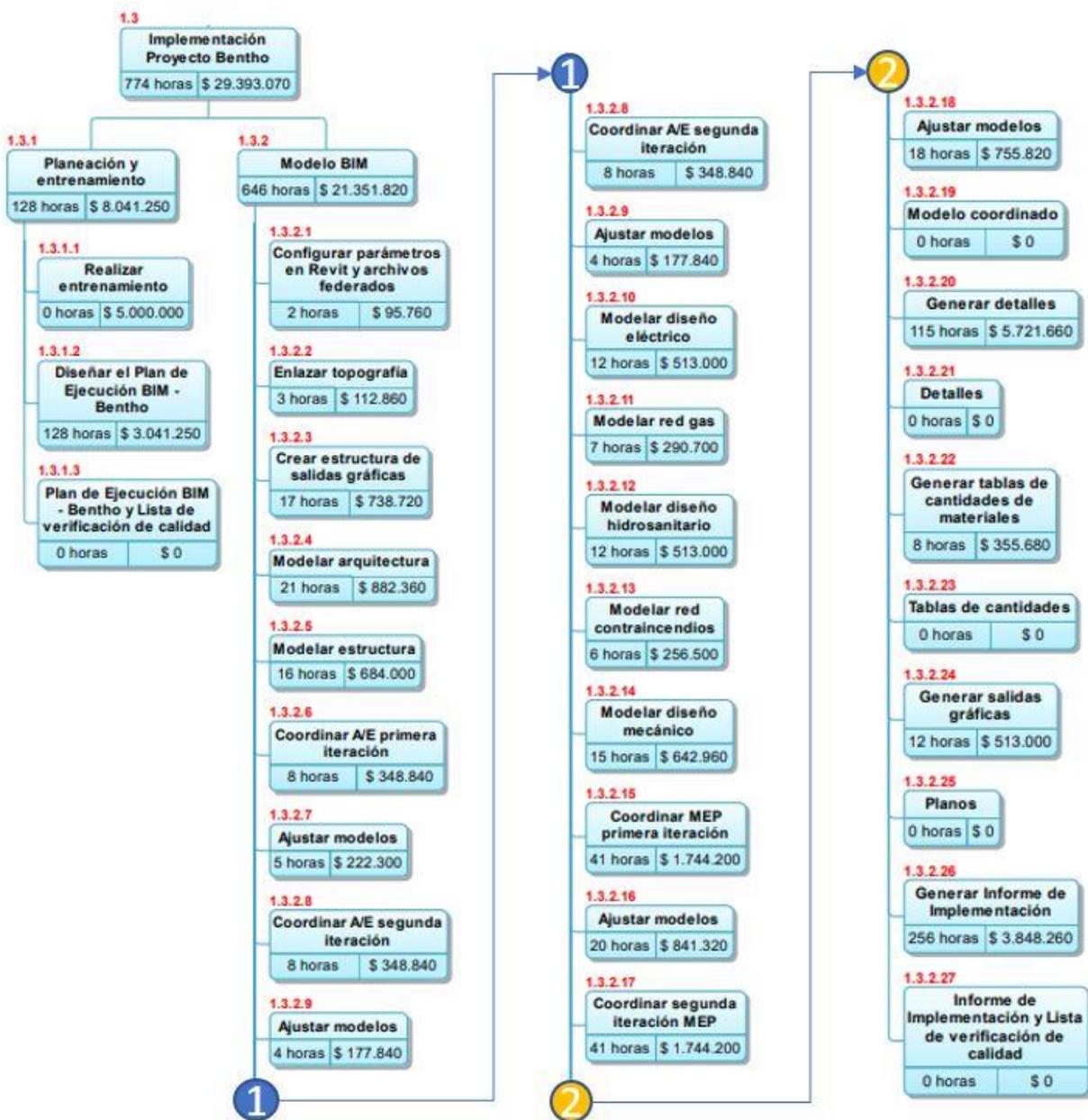


Figura 55 - Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Implementación proyecto Benthó



Figura 56 -Estimación ascendente de paquete de trabajo – Fase Dirección de proyecto



Figura 57 - Resumen estimación ascendente de costos

Una vez estimados los costos de manera ascendente a partir de las actividades de cada paquete de trabajo, se incluye la reserva para las contingencias y se obtiene la línea base de costos. Finalmente, para obtener el presupuesto se adiciona la reserva de gestión. En la Figura 58 - Configuración presupuesto y en el Anexo G – Presupuesto, se muestra en detalle el presupuesto del proyecto. En la Figura 59 - Costos del proyecto se muestra el costo del proyecto en el cronograma.

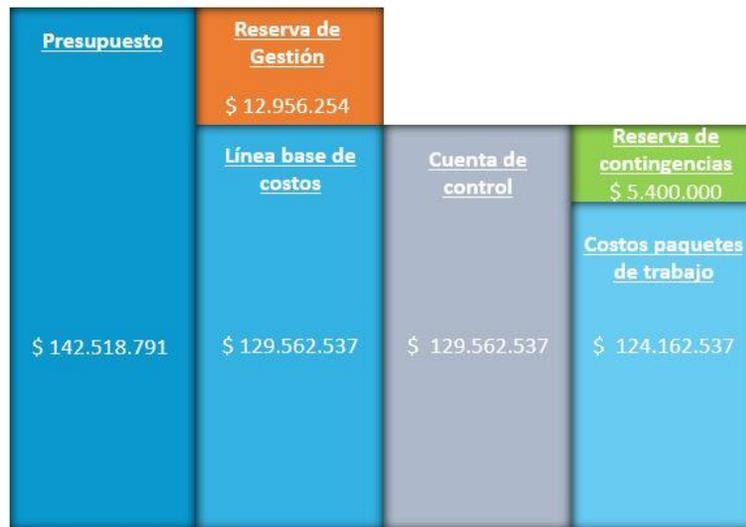


Figura 58 - Configuración presupuesto

Archivo Tarea Recurso Informe Proyecto Vista WBS Schedule Pro Ayuda Diagrama de Gantt Formato					
Diagrama de Gantt		Pegar		Calibri 11	
Ver		Portapapeles		Fuente	
		Programación		Actualizar según programación	
		Respetar vínculos		Desactivar	
		Programar manualmente			
	EDT	Nombre de tarea	Duración	Días Calendar	Costo
1	1	Mejora de proceso de diseño (Metodología BIM) para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.	88,53 días	131 días	\$ 129.562.537
2	1.1	Diagnóstico	9,6 días	12 días	\$ 7.455.689
25	1.2	Planeación BIM	29 días	45 días	\$ 22.878.340
56	1.3	Implementación Proyecto Bentho	48,08 días	71 días	\$ 29.393.070
89	1.4	Dirección de proyecto	88,25 días	131 días	\$ 69.835.438

Figura 59 - Costos del proyecto

13 Gestión de recursos del proyecto

13.1 Plan de gestión de recursos

Una vez definido el alcance, el cronograma y el presupuesto dentro del grupo de procesos de planificación del proyecto, el Plan de la Gestión de los Recursos es una parte fundamental para el éxito del proyecto pues incluye los procesos de adquisición de recursos (conformación del equipo de trabajo, equipos de cómputo, software especializado, etc.), el desarrollo del equipo de trabajo y la dirección del equipo durante la ejecución del proyecto.

Como documentos de entrada para el plan tenemos: línea base del alcance, cronograma, plan de calidad, registro de interesados, documentación de requisitos y registro de riesgos. En los documentos plan de calidad, registro de interesados, documentación de requisitos y registro de riesgos, se hará una revisión para identificar que recursos están involucrados en estos documentos para gestionarlos de manera adecuada.

Con el fin de asegurar que los paquetes de trabajo cuenten con los recursos necesarios para desarrollar las tareas y tengan un responsable, se generará la estructura de desglose de trabajo de manera simultánea a la estimación de los recursos ya que el tamaño del proyecto lo permite. Ya identificados los recursos, se establecerán las responsabilidades con la matriz de asignación de responsabilidades a través del diagrama RACI. Una vez establecidas las responsabilidades, se incorporarán los recursos al cronograma para tener el calendario de los recursos del proyecto.

En cuanto al desarrollo del equipo de proyecto, dado el corto tiempo de este, se trabajará con los perfiles idóneos ya que no hay espacio para capacitación, salvo la capacitación establecida para la fase de implementación para el personal operativo de la constructora.

13.2 Estimación de los recursos

A partir de la EDT se estimaron los recursos necesarios para la ejecución de las actividades de cada paquete de trabajo, en el Anexo H se pueden observar las estimaciones de los recursos clasificados en recurso humano, equipos y materiales para los tres paquetes de trabajo de la fase 1.1 Diagnóstico, los cuatro paquetes de trabajo de la fase 1.2 Planeación BIM, los dos paquetes de trabajo de la fase 1.3 Implementación proyecto Benthó y de los paquetes de trabajo uno y dos de la fase 1.4 Dirección de proyecto. Los detalles y/o especificaciones de los recursos estimados se presentan en la Tabla 23 - Equipo de proyecto, Tabla 24 - Equipos de cómputo y programas y Tabla 25 - Entrenamiento.

Tabla 23 - Equipo de proyecto

Cargo / Rol	Perfil	Cantidad
Gerente de proyecto	Profesional en arquitectura o ingeniería civil con experiencia de 7 años en diseño.	1
Líder de diseño y construcción	Profesional en arquitectura o ingeniería civil con experiencia de 7 años en coordinación y obra	1
Modelador BIM	Profesional en arquitectura con experiencia en modelado y herramientas CAD de 5 años.	1

Tabla 24 - Equipos de cómputo y programas

Equipos	Uso	Cant.	Especificación	Programas
Computador.	Diseño Coordinación	1	Core i7 o equivalente – 16GB Ram – D.D. 1tb – Pantalla de 20” – Tarjeta gráfica compatible con DirectX® 11 con Shader	Programa de modelado BIM. Programa de coordinación de modelos BIM.
Computador.	Coordinación	1		

Computador.	Coordinación	1	Model 5 y 4 GB de memoria de vídeo como mínimo. Versión de 64 bits de Microsoft® Windows® 10	Programa CAD. Programas de ofimática. Programa de gestión de proyectos.
Licencia Autodesk Revit	Modelado	3	Licencia Autodesk Revit 2022 para Windows.	N.A.
Licencia Autodesk Navisworks	Coordinación	3	Licencia Autodesk Navisworks 2022 para Windows	N.A.

Tabla 25 - Entrenamiento

Entrenamiento	Participantes
Taller BIM	Patrocinador / Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM / Equipo consultor.
Curso Revit	Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM.
Curso Navisworks	Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM.

13.3 Estructura de desglose de recursos (EDRe)

Una vez estimados los recursos del proyecto, se agrupan en personal, equipos y materiales para dar mayor claridad y facilitar su gestión. Ver Figura 60 - Estructura de desglose de los Recursos.

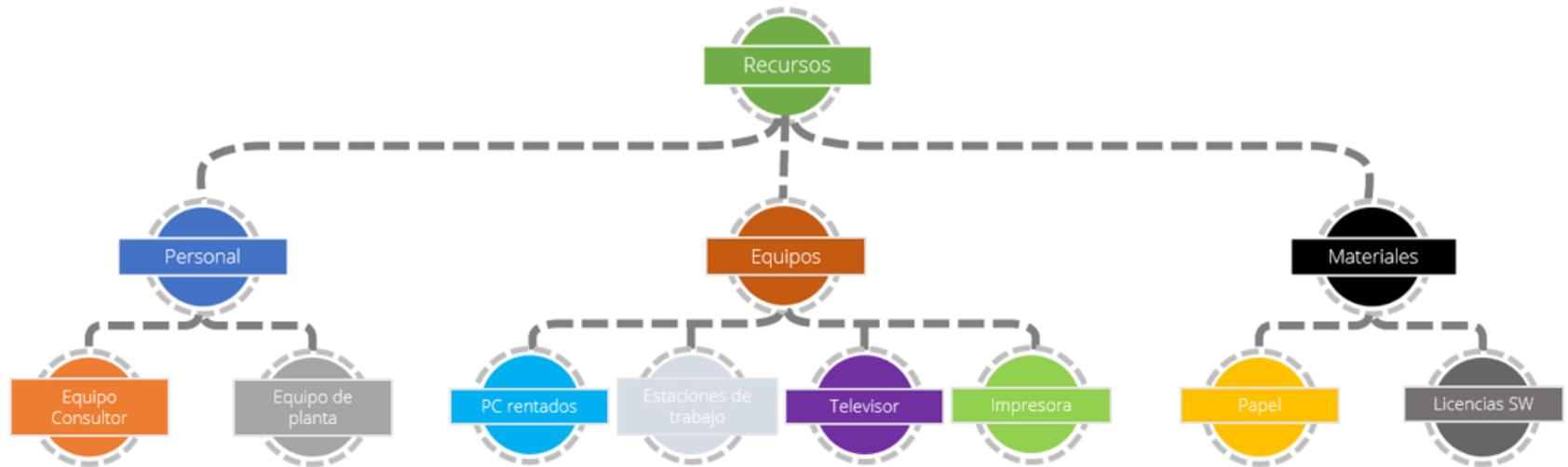


Figura 60 - Estructura de desglose de los Recursos

13.4 Asignación de recursos

En la Figura 61 - Asignación de recursos parte 1 y Figura 62 - Asignación de recursos parte 2 se muestra la asignación de los recursos a cada una de las actividades de los paquetes de trabajo.

EDT	Nombre de tarea	Nombres de los recursos
1	Mejora de proceso de diseño (Metodología BIM) para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.	
1.1	Diagnóstico	
1.1.1	Taller BIM	
1.1.1.1	Hacer presentación en Power Point	Fernando Barreto;Computador[1]
1.1.1.2	Definir modalidad del taller (presencial/virtual)	Alejandra Arenas;Andrés Arango;Andrés Iriarte;Fernando Barreto;Jose
1.1.1.3	Definir requerimientos	Andrés Arango;Fernando Barreto;Computador[1]
1.1.1.4	Definir fecha del taller	Andrés Arango;Computador[1]
1.1.1.5	Validar presentación y corregir	Fernando Barreto;Andrés Arango;Andrés Iriarte;Jose Fernando Del
1.1.1.6	Validar listado de participantes	Andrés Arango;Fernando Barreto;Computador[1]
1.1.1.7	Generar agenda y enviar	Fernando Barreto;Computador[1]
1.1.1.8	Desarrollar el taller	Fernando Barreto;Andrés Arango;Computador[1];Viaje Taller[\$
1.1.1.9	Acta taller BIM	Fernando Barreto
1.1.2	Matriz de Madurez BIM	
1.1.2.1	Aplicar Matriz de madurez BIM	Andrés Arango;Fernando Barreto;Computador[1];Impresora[1];Papel
1.1.2.2	Generar diagnóstico de madurez BIM	Alejandra Arenas;Andrés Arango;Fernando Barreto;Jose Fernando Del
1.1.2.3	Matriz de Madurez	Fernando Barreto
1.1.3	Inventarios Procesos/Equipos/Software/RRHH	
1.1.3.1	Diseñar formatos de Levantamiento de Información	Jhon Cortés;Computador[1]
1.1.3.2	Levantar inventario de RRHH	Jhon Cortés;Papel (Diagnóstico)[\$ 750];Computador[1];Impresora[1]
1.1.3.3	Levantar inventario de Software	Jhon Cortés;Papel (Diagnóstico)[\$ 750];Computador[1];Impresora[1]
1.1.3.4	Levantar inventario de Procesos de diseño	Jhon Cortés;Papel (Diagnóstico)[\$ 750];Computador[1];Impresora[1]
1.1.3.5	Levantar inventario de Equipos	Jhon Cortés;Papel (Diagnóstico)[\$ 750];Computador[1];Impresora[1]
1.1.3.6	Analizar información de inventarios	Jhon Cortés;Andrés Iriarte;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.1.3.7	Informe de inventarios	Jhon Cortés
1.2	Planeación BIM	
1.2.1	Plan Estratégico BIM	
1.2.1.1	Establecer niveles Objetivo de Madurez BIM	Alejandra Arenas;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.1.2	Definir Objetivos BIM	Alejandra Arenas;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.1.3	Identificar Requerimientos BIM	Alejandra Arenas;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.1.4	Crear Comité BIM	Andrés Arango;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.1.5	Documento de Plan Estratégico BIM	Alejandra Arenas;Conexión Internet[0]
1.2.2	Plan Operacional	
1.2.2.1	Alcance BIM	
1.2.2.1.1	Definir el alcance BIM 3D	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.2	Identificar entradas y salidas del proceso de diseño BIM	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.3	Elaborar el diagrama de flujo	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.4	Definir niveles LOD para modelado	Fernando Barreto;Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Papel (Plan
1.2.2.1.5	Definir nomenclatura y estilos	Fernando Barreto;Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Salim
1.2.2.1.6	Definir salidas gráficas estándar	Fernando Barreto;Andrés Arango;Rafael
1.2.2.1.7	Alcance BIM 3D en el Plan Operacional BIM	Fernando Barreto;Conexión Internet[0]
1.2.2.1.8	Definir alcance BIM 5D	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.9	Identificar entradas y salidas del proceso de diseño BIM	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.10	Elaborar el diagrama de flujo	Fernando Barreto;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.1.11	Definir niveles LOD para modelado	Andrés Arango;Fernando Barreto;Rafael Gutiérrez;Papel (Plan
1.2.2.1.12	Definir listado estándar de materiales	Andrés Arango;Salim Abdala;Papel (Plan
1.2.2.1.13	Integrar las unidades de medida de los materiales	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Salim Abdala;Computador[1];Conexión
1.2.2.1.14	Alcance BIM 5D en el Plan Operacional BIM	
1.2.2.2	Plan de Entrenamiento	
1.2.2.2.1	Definir el contenido del entrenamiento	Andrés Iriarte;Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Computador[1];Conexión
1.2.2.2.2	Selección de proveedor	Andrés Iriarte;Computador[1];Conexión Internet[1]
1.2.2.2.3	Plan de Entrenamiento	
1.2.2.3	Plan de Ejecución BIM	
1.2.2.3.1	Diseñar formato para registro de Interesados del Proyecto	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Salim Abdala;Papel (Plan Ejecución)[\$
1.2.2.3.2	Diseñar formato para registrar el Alcance Especifico del	Alejandra Arenas;Andrés Arango;Fernando Barreto;jhon Cortés;Jose
1.2.2.3.3	Definir requerimientos de estándares de modelado BIM	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Salim Abdala;Papel (Plan Ejecución)[\$
1.2.2.3.4	Plan de Ejecución BIM	Andrés Arango
1.3	Implementación Proyecto Benthó	
1.3.1	Planeación y entrenamiento	
1.3.1.1	Realizar entrenamiento	Entrenamiento Revit/Navisworks[\$ 5.000.000];Conexión Internet[1]

Figura 61 - Asignación de recursos parte 1

EDT	Nombre de tarea	Nombres de los recursos
1.3.1.2	Diseñar el Plan de Ejecución BIM - Benthó	Alejandra Arenas;Andrés Arango;Andrés Iriarte;Fernando Barreto;Jhon
1.3.1.3	Plan de Ejecución BIM - Benthó	
1.3.2	Modelo BIM	
1.3.2.1	Configurar parámetros en Revit y archivos federados	Rafael Gutiérrez;Conexión internet[1]
1.3.2.2	Enlazar topografía	Rafael Gutiérrez;Conexión internet[1]
1.3.2.3	Crear estructura de salidas gráficas	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez;Conexión internet[1]
1.3.2.4	Modelar arquitectura	Rafael Gutiérrez
1.3.2.5	Modelar estructura	Rafael Gutiérrez
1.3.2.6	Coordinar A/E primera iteración	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez
1.3.2.7	Ajustar modelos	Rafael Gutiérrez
1.3.2.8	Coordinar A/E segunda iteración	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez
1.3.2.9	Ajustar modelos	Rafael Gutiérrez
1.3.2.10	Modelar diseño eléctrico	Rafael Gutiérrez
1.3.2.11	Modelar red gas	Rafael Gutiérrez
1.3.2.12	Modelar diseño hidrosanitario	Rafael Gutiérrez
1.3.2.13	Modelar red contraincendios	Rafael Gutiérrez
1.3.2.14	Modelar diseño mecánico	Rafael Gutiérrez
1.3.2.15	Coordinar MEP primera iteración	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez
1.3.2.16	Ajustar modelos	Rafael Gutiérrez
1.3.2.17	Coordinar segunda iteración MEP	Andrés Arango;Rafael Gutiérrez
1.3.2.18	Ajustar modelos	Rafael Gutiérrez
1.3.2.19	Modelo coordinado	Rafael Gutiérrez
1.3.2.20	Generar detalles	Rafael Gutiérrez;Salim Abdala
1.3.2.21	Detalles	Rafael Gutiérrez
1.3.2.22	Generar tablas de cantidades de materiales	Rafael Gutiérrez
1.3.2.23	Tablas de cantidades	Rafael Gutiérrez
1.3.2.24	Generar salidas gráficas	Rafael Gutiérrez
1.3.2.25	Planos	Rafael Gutiérrez
1.3.2.26	Generar Informe de Implementación	Alejandra Arenas;Andrés Arango;Andrés Iriarte;Fernando Barreto;Jhon
1.3.2.27	Informe de Implementación	Andrés Arango
1.4	Dirección de proyecto	
1.4.1	Reuniones de Seguimiento	
1.4.2	Plan de Adquisiciones	
1.4.2.1	Generar el Plan de Adquisición HW	Andrés Iriarte;Computador[1]
1.4.2.2	Generar el Plan de Adquisiciones SW	Andrés Iriarte;Computador[1]
1.4.2.3	Plan de Adquisiciones	Andrés Iriarte
1.4.2.4	Comprar software	Licencia Autodesk Navisworks[\$ 3.880.000];Licencia Autodesk Revit[\$
1.4.2.5	Comprar estaciones de trabajo	Estaciones de trabajo[\$ 6.100.000]
1.4.3	Reserva para contingencias	Reserva para contingencias[\$ 8.299.254]

Figura 62 - Asignación de recursos parte 2

En la Tabla 26 - Matriz RACI, se presentan los recursos con las responsabilidades acordes a su rol en el proyecto.

Tabla 26 - Matriz RACI

Matriz RACI	Director proyecto	Líder de const,	Modelador	Equipo consultor				
<i>Paquetes de trabajo</i>	<i>Andrés Arango</i>	<i>Salim Abdala</i>	<i>Rafael Gutiérrez</i>	<i>Alejandra Arenas</i>	<i>Andrés Iriarte</i>	<i>Fernando Barreto</i>	<i>Jhon Cortés</i>	<i>José F. Del Campo</i>
Taller BIM	A	I	I	I	I	R-C	I	I
Matriz de madurez BIM	A	I	I	I	I	R-C	I	I
Inventarios (RRHH- Procesos-Equipos- Software)	C	C	C	C	I	I	A-R	I
Plan estratégico BIM	A	C	C	C	C	C	C	R
Alcance BIM 3D	A	C	C	I	I	R	I	I
Alcance BIM 5D	A	C	C	I	I	R	I	I
Plan de Entrenamiento	A	C	C	C	R	C	C	C
Plan de Ejecución BIM	A	C	C	R	C	C	C	C
Planeación y Entrenamiento	A	R	I-C	C	C	C	C	C
Modelo BIM	C	A	R	C	C	C	C	C

R = responsable de ejecutar **A** = responsable del paquete de trabajo **C** = consultado **I** = informado

13.5 Calendario de recursos

En la Figura 63 - Calendario de recursos se puede observar el calendario de los recursos del proyecto.

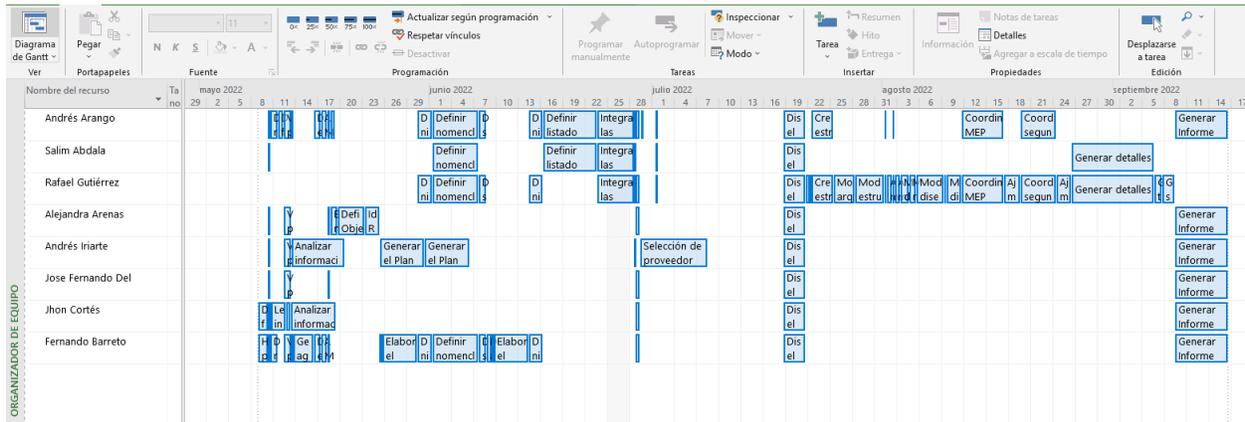


Figura 63 - Calendario de recursos

13.6 Plan de capacitación y desarrollo del equipo

Durante el proceso de implementación del proyecto se desarrollarán dos tipos de capacitaciones, una para el equipo del proyecto e interesados y otra focalizada al equipo del proyecto. Este plan de capacitación busca en primera instancia motivar al equipo del proyecto e interesados para mitigar una posible resistencia al cambio y en una segunda instancia pretende mejorar las competencias de los integrantes del equipo de proyecto en el uso de herramientas de diseño y coordinación BIM.

La primera capacitación corresponde al desarrollo del paquete de trabajo 1.1.1. Taller BIM de la fase de diagnóstico. El objetivo de este taller es unificar conceptos de la metodología BIM para conocer su alcance y beneficios. La segunda capacitación está orientada al uso de herramientas BIM y se encuentra en las actividades del paquete de trabajo 1.3.1. Planeación y entrenamiento de la fase de Implementación proyecto Benthó. El objetivo es preparar al equipo del proyecto en el uso de Autodesk Revit como

herramienta de diseño BIM y Autodesk Navisworks como herramienta de coordinación BIM. Ver Tabla 27 - Capacitaciones equipo de proyecto

Tabla 27 - Capacitaciones equipo de proyecto

Capacitaciones	Participantes	Fechas
Taller BIM	Patrocinador / Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM / Equipo consultor.	16-05-2022
Curso Revit	Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM.	08-07-2022
Curso Navisworks	Gerente de proyecto / Líder de diseño y construcción / Modelador BIM.	14-07-2022

El desarrollo del equipo de proyecto se llevará a cabo teniendo en cuenta las etapas de desarrollo definidas por B. W. Tuckman. Estas etapas guiarán las acciones a llevar a cabo para desarrollar el equipo de proyecto durante el tiempo de ejecución estimado de 4 meses, enmarcado en el estilo de dirección que debe adoptar el director de proyecto. Ver Figura 64 - Etapas de desarrollo de un equipo .

La primera acción para llevar a cabo antes de iniciar el proyecto corresponde a la reunión de integración del equipo. En esta reunión se desarrollará el 5 de mayo con la siguiente agenda:

1. Bienvenida y presentación.
2. Descripción proyecto.
3. Presentación de la estructura organizacional del proyecto.
4. Roles y responsabilidades del equipo de proyecto.
5. Expectativas del director de proyecto e integrantes del equipo.
6. Aclaración de dudas y cierre.



Figura 64 - Etapas de desarrollo de un equipo

Fuente: (B. W. Tuckman)

Durante la ejecución del proyecto, se realizarán charlas al final de cada reunión quincenal de seguimiento, iniciando con temas relacionados con las etapas de desarrollo del equipo programadas tal como se muestra en la Tabla 28 - Charlas desarrollo equipo. Luego, se tratarán temas de interés profesional enfocados a la aplicación de la metodología BIM y se reforzarán aspectos para desarrollar un ambiente de trabajo en equipo, fortaleciendo las interacciones entre los integrantes, estas charlas tendrán una duración de máximo 20 minutos.

El director del proyecto estará ubicado físicamente en las mismas instalaciones con el líder de diseño y construcción y el Modelador BIM para facilitando su interacción con los miembros del equipo que pertenecen a la constructora y que serán los responsables de la expansión de la metodología BIM una vez finalizado el proyecto. En cuanto a la interacción con el equipo consultor, esta se realizará en mayor proporción mediante reuniones virtuales.

Tabla 28 - Charlas desarrollo equipo

Tema charla	Fecha
Ética en el trabajo y responsabilidad social.	10-05-2022
Resolución de conflictos.	24-05-2022
Proceso de compras.	07-06-2022
Comunicación asertiva.	21-06-2022
BIM en Latinoamérica.	05-07-2022
Inteligencia emocional.	19-07-2022
Trabajo en equipo.	02-08-2022
BIM Fórum Colombia.	16-08-2022
Realidad virtual.	30-08-2022

La evaluación de desempeño del equipo se realizará con una periodicidad mensual y será una evaluación de 360 grados, lo cual permite una visión integral del ambiente de trabajo y facilita la toma de decisiones para fortalecer la cohesión del equipo de proyecto. Para la resolución de conflictos en primera instancia, el director de proyecto promoviendo un ambiente de comunicación abierta, gestionará los conflictos que se puedan presentar al interior del equipo, en segunda instancia cuando el conflicto se considere grave, se utilizarán los procedimientos establecidos por la Constructora para su resolución.

14 Gestión de comunicaciones del proyecto

14.1 Plan de gestión de las comunicaciones

El plan de gestión de las comunicaciones contempla los procesos de planificar la gestión de las comunicaciones, gestionar las comunicaciones y monitorear las comunicaciones. El plan, permite identificar diferentes aspectos relevantes sobre la comunicación efectiva, que genere un puente entre los interesados del proyecto teniendo

en cuenta las dimensiones de comunicación que se formen de acuerdo con el avance del proyecto, de igual manera permite establecer el objetivo en atención a las necesidades de estos, basados en las características del proyecto.

Planificar la gestión de las comunicaciones: Se determinarán las necesidades de comunicación e información existente y qué se debe transmitir entre los interesados, teniendo en cuenta el plan para la dirección del proyecto, el registro de interesados, el análisis de los factores ambientales y los activos de la organización para generar el plan de gestión de comunicaciones incluyendo la matriz de comunicaciones del proyecto conformada por los instrumentos que establece la gestión: emisor/receptor, información, tecnología aplicada, la frecuencia de la emisión/recepción, el canal de comunicación utilizado y el tiempo de respuesta.

Gestionar las comunicaciones: Se gestionarán a través de la distribución de la información necesaria para las personas y organizaciones involucradas, por medio de actividades determinadas para los casos necesarios, un taller de capacitación, una reunión, un email, etc., como medio que permite la comunicación final para las estrategias de involucramiento.

Monitorear las comunicaciones: Realizar el seguimiento del plan de comunicaciones para el control del cumplimiento de las necesidades de información del proyecto y sus interesados, revisando los informes de desempeño del trabajo comparando las comunicaciones implementadas respecto a las comunicaciones planeadas del plan de comunicaciones.

El primer paso para la planificación de las comunicaciones será definir la estrategia de comunicaciones para cada uno de los interesados (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Para tal fin se trabajará con la tabla de análisis de requerimientos en donde se consignan las necesidades de información de cada interesado. Del análisis de las necesidades de información de cada interesado, se plantean las estrategias de comunicación a seguir.

Una vez establecida la estrategia se procederá a realizar el cálculo de los canales potenciales de comunicación aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{n(n-1)}{2} = (x) \text{Canales de Comunicación}$$

En donde “n” corresponde al número de partes que intervienen en las comunicaciones del proyecto y “x” corresponde al número de canales de comunicación potenciales. Para dar mayor claridad se graficarán los canales y se le asignará un código para identificar el tipo de información (interna, externa y privada). A partir del ejercicio anterior y teniendo en cuenta la gobernabilidad requerida para la gestión de los canales de comunicación, se depuran los canales que en la implementación del proyecto no son necesarios, estableciendo los canales de comunicación regulados para configurar cada uno de ellos en cuanto a método, tecnología, frecuencia y tiempo de respuesta cuando sea necesario.

Configurados los canales de información se procederá a determinar los protocolos de comunicación y generar los flujos o protocolos de comunicación. Por último, se presenta la matriz de comunicaciones como resultado del análisis de los canales de comunicación regulados y los protocolos de comunicación.

14.1.1 Canales de comunicación

14.1.1.1 Cálculo de los canales potenciales de comunicación

Para este proyecto se cuenta con 9 interesados, por lo cual el número de canales potenciales de comunicación es el calculado a continuación:

$$\frac{n(n-1)}{2} = (x) \text{Canales de Comunicación}$$

$$\frac{9(9-1)}{2} = (36) \text{Canales de Comunicación}$$

Los Códigos de los canales de comunicación se distribuyen entre internos (los integrantes de la compañía y el equipo consultor), externos (los proveedores con todos

los demás involucrados, excepto el gerente de la constructora) y privados (entre proveedores y el gerente de la constructora), en la Figura 65 Canales potenciales de comunicación que se muestra a continuación:

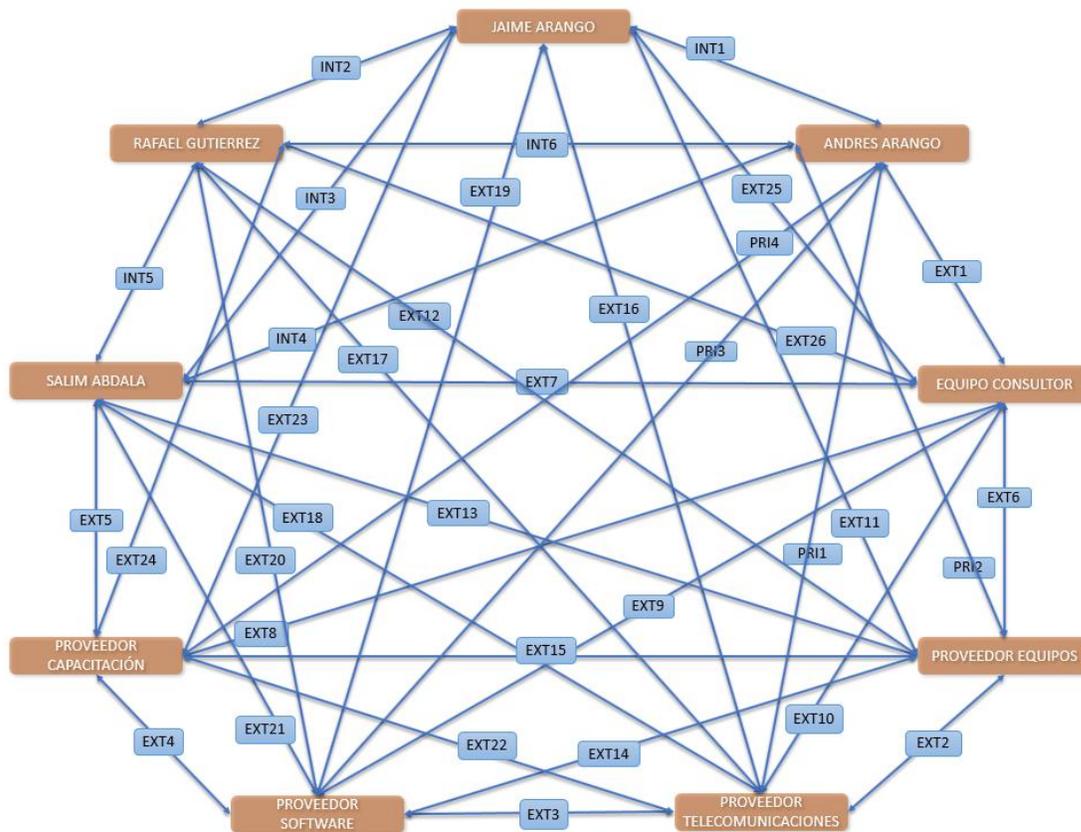


Figura 65 Canales potenciales de comunicación

14.1.1.2 *Canales de comunicación regulados*

De acuerdo con el número de canales de comunicación potenciales identificados, se depuran los que en la implementación del proyecto no son necesarios. Según el conducto regular de la Constructora, no es necesaria la comunicación entre todos los interesados, por tanto, quedan los canales de comunicación privados entre el gerente del proyecto y los proveedores, también es necesaria la comunicación del gerente del proyecto y el equipo consultor con el proveedor de software y el proveedor de capacitación.

Los canales de comunicación internos de la constructora se mantienen ya que debe haber un flujo constante, por otro lado, el equipo consultor solo necesita tener una comunicación directa con el gerente del proyecto y el patrocinador, puesto que ellos son el filtro hacia las observaciones realizadas por el equipo consultor. Lo anterior se expone en la Figura 66 Canales de comunicación regulados:

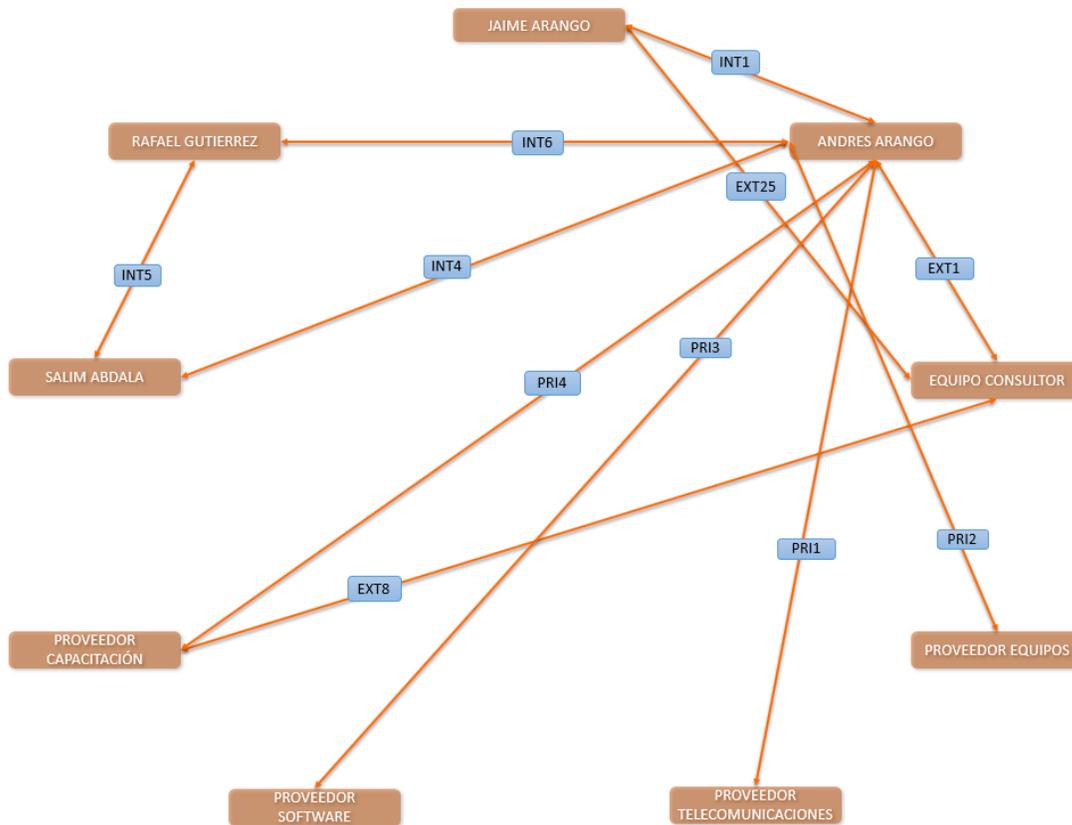


Figura 66 Canales de comunicación regulados

14.1.1.3 Configuración de los canales de comunicación

Basados en el modelo complejo de comunicación entre los interesados del proyecto, en donde se comparte información de manera recíproca, se deben tratar los canales de comunicación entre los interesados externos, internos y canales denominados como privados para el patrocinador y los proveedores, teniendo en cuenta las necesidades de cada interesado, los métodos de comunicación, los estados emocionales de las personas

y los enfoques necesarios para que la información sea recibida y entendida de manera óptima.

De acuerdo con lo anterior se encuentra que para el patrocinador las necesidades son la información técnica de Metodología BIM, estar informado de los avances del proyecto y la información de cambios en el proyecto, por tanto utilizando el método interactivo se comunicará con el equipo consultor (EXT21) para realizar reuniones virtuales de manera formal con una frecuencia semanal, en las cuales de manera ágil se concreten las ideas y se explique los procesos a seguir con los demás interesados externos, garantizando una respuesta rápida en no más de dos días.

La comunicación del gerente del proyecto con los proveedores de equipos (PRI0, PRI02, PRI03 y PRI04), para temas referentes a los requerimientos técnicos de software, equipos, conectividad, fechas y lugar de entrega, requerimientos de alcance BIM y perfil de participantes en las capacitaciones, utilizará los métodos interactivo y push, distribuyendo la información solicitada de manera informal por correos electrónicos y llamadas telefónicas para verificar si fue recibida la información en el mismo día que se requiera, garantizando una respuesta inmediata.

La comunicación para el caso del canal INT01 entre el patrocinador y el gerente del proyecto, quien necesita las aprobaciones de solicitudes de cambio, utilizará el método interactivo con un enfoque interpersonal por medio de reuniones presenciales y virtuales dado el caso, con una frecuencia semanal de manera oficial, los tiempos de respuesta serán definidos de acuerdo con la fase del proyecto en el que se encuentre, sin superar dos días hábiles.

La comunicación entre el gerente de proyecto por medio de los canales INT04 con y INT06 se realiza en una dimensión vertical, por medio del método interactivo de tipo oficial, utilizando un enfoque interpersonal con reuniones presenciales semanales e informal con correos electrónicos, en una frecuencia de tiempo determinada por la fase del proyecto en la que se encuentre sin superar dos días hábiles. Finalmente, el gerente del proyecto deberá hacer seguimiento puntual al inicio y fin de las fases del proyecto y

mantener a los interesados informados sobre los avances del proyecto para satisfacer sus necesidades de información.

14.1.2 Sistema de información de las comunicaciones

Para el proyecto se utilizará los mismos sistemas de información de las comunicaciones que maneja la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S., como son los siguientes:

1. Anydesk (para ayudas remotas de parte del área de sistemas)
2. Outlook (Correo corporativo + Comunicación por áreas)
3. WhatsApp (App, para envío de mensajes inmediatos (informal y más directo)
4. Servidor General (donde se comparten archivos y documentación general de la constructora)
5. Google Drive (Soporte y back up de información)
6. Dropbox (Soporte y back up de información)

Con esto se puede tener un flujo de información en donde de manera adecuada y sin interferir en los procesos que la constructora ya posee, se puede transmitir la información de manera eficaz, veraz y rápida.

14.1.3 Diagramas de flujo

Una vez configurados los canales de comunicación, se presentan los respectivos flujos o protocolos de comunicación para cada uno de los canales, de la Figura 67 - Flujo canal INT1 hasta la Figura 77 - Flujo canal EXT25.

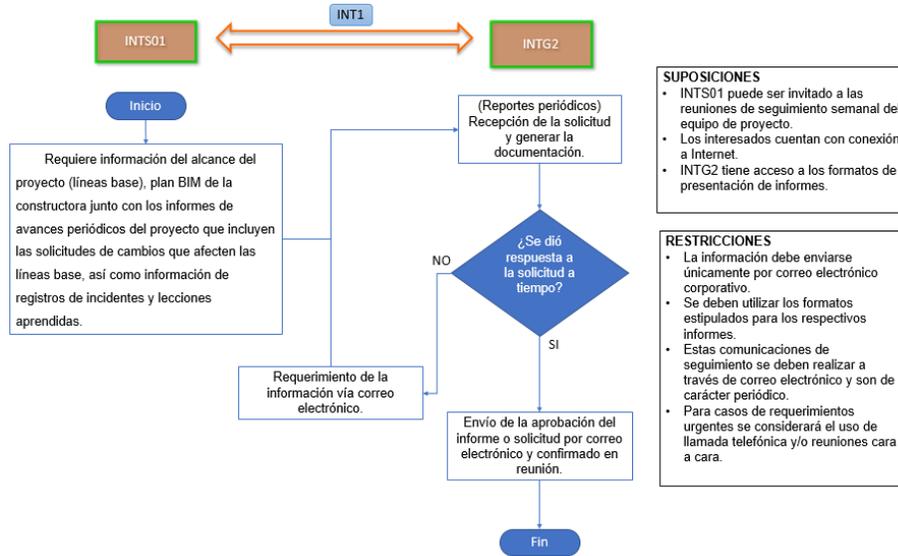


Figura 67 - Flujo canal INT1

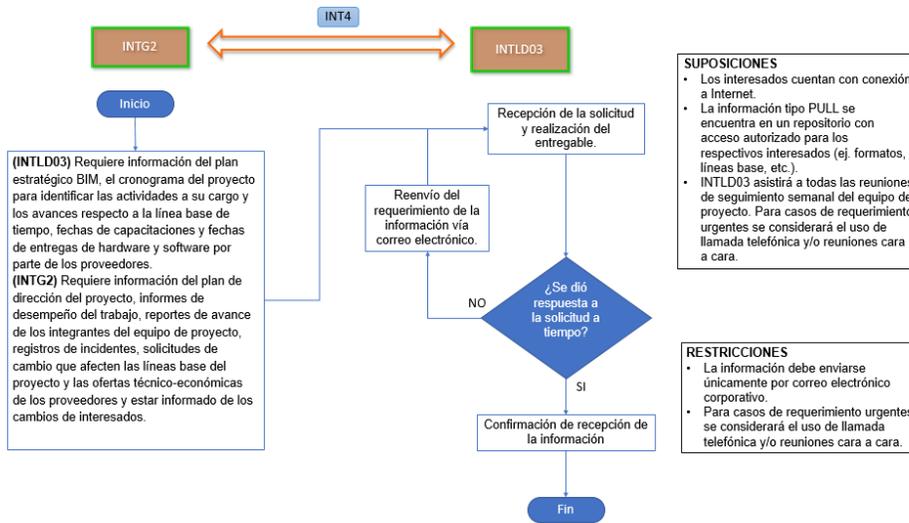


Figura 68 - Flujo canal INT4

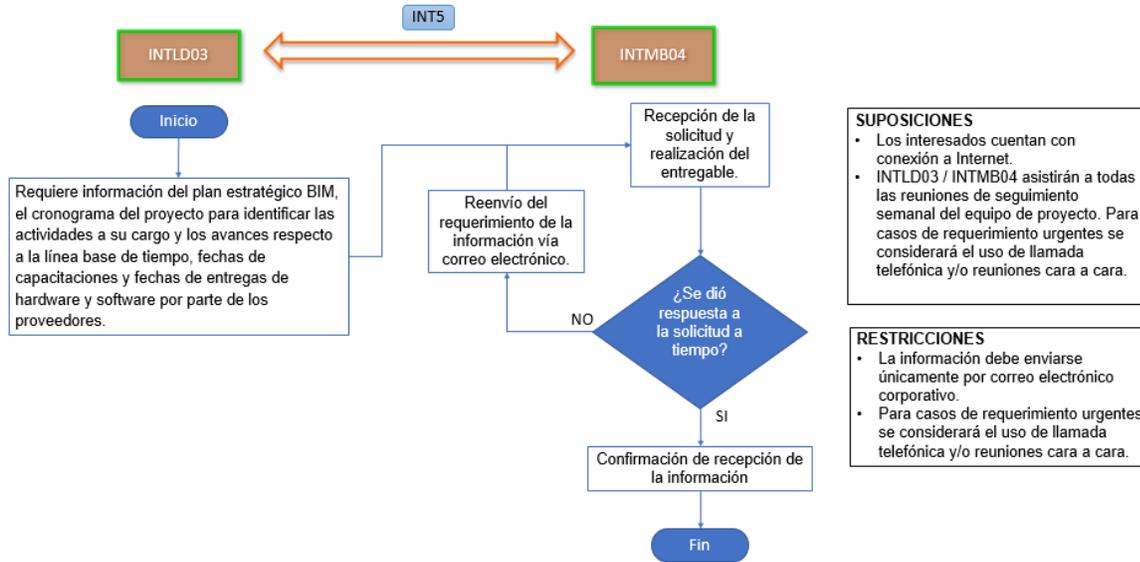


Figura 69 - Flujo canal INT5

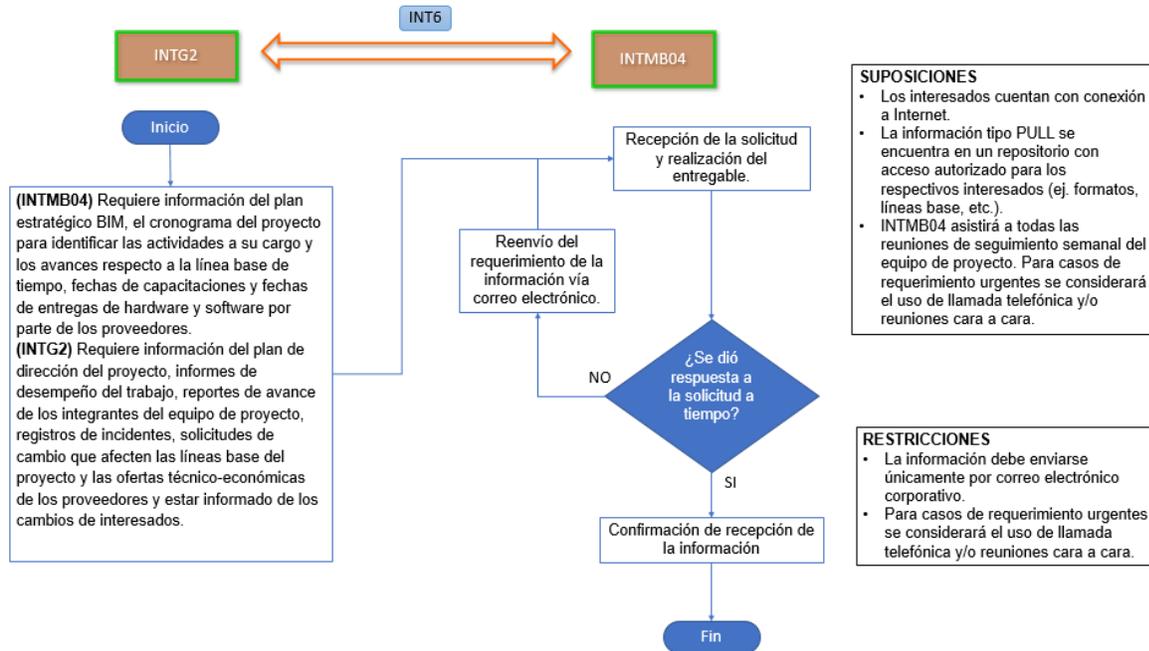


Figura 70 - Flujo canal INT6

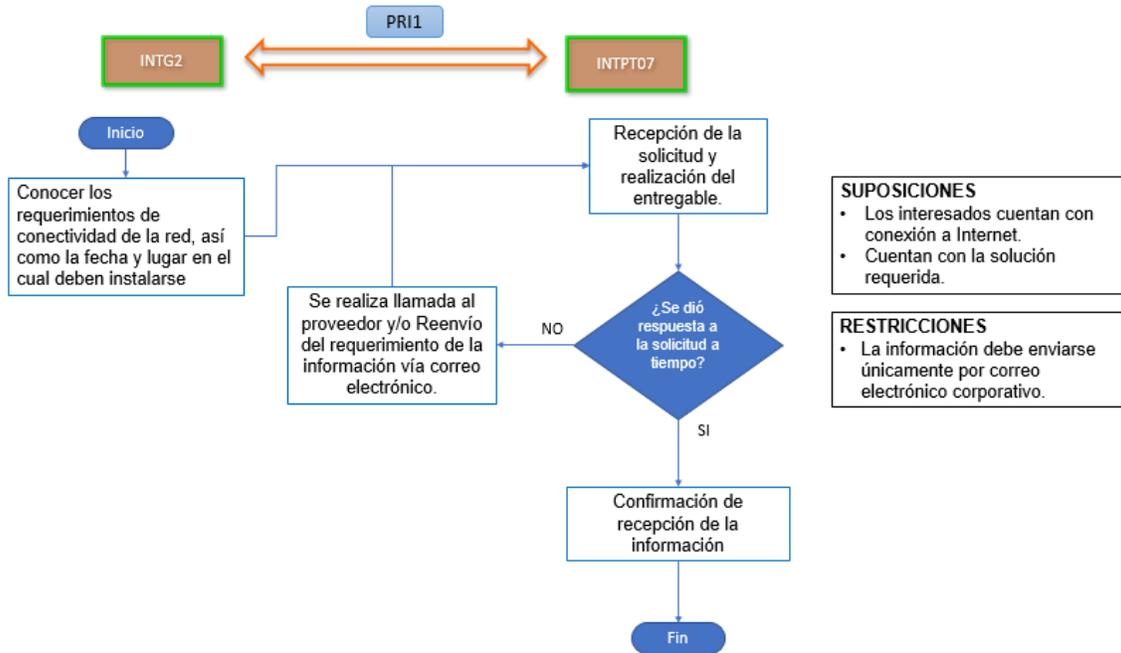


Figura 71 - Flujo canal PR1

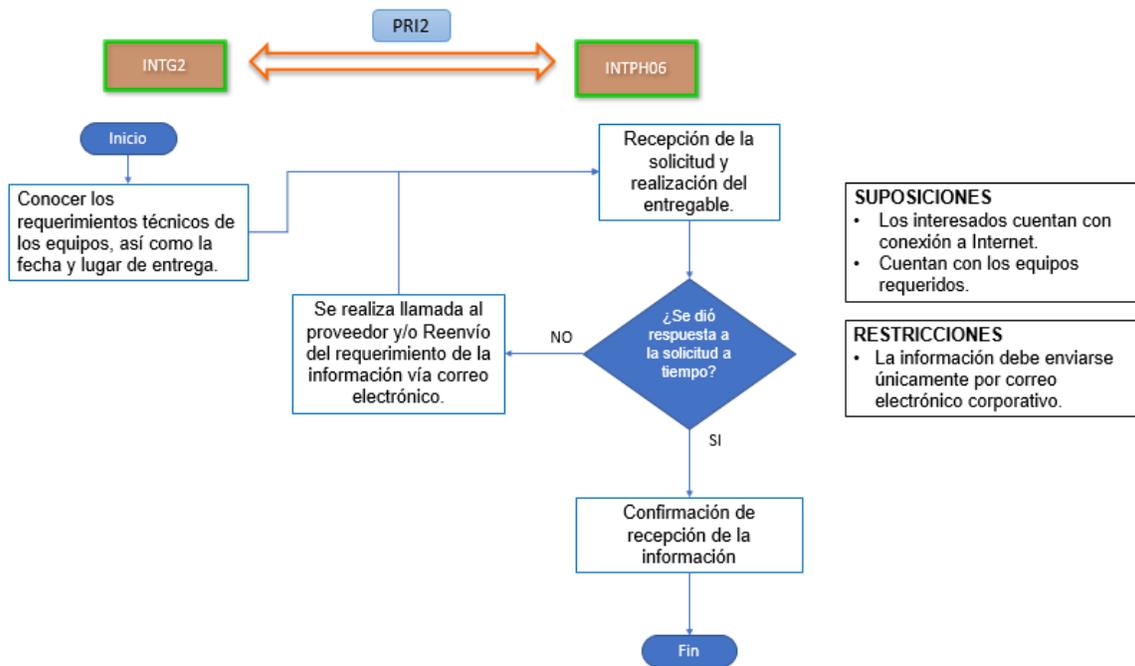


Figura 72 - Flujo canal PRI2

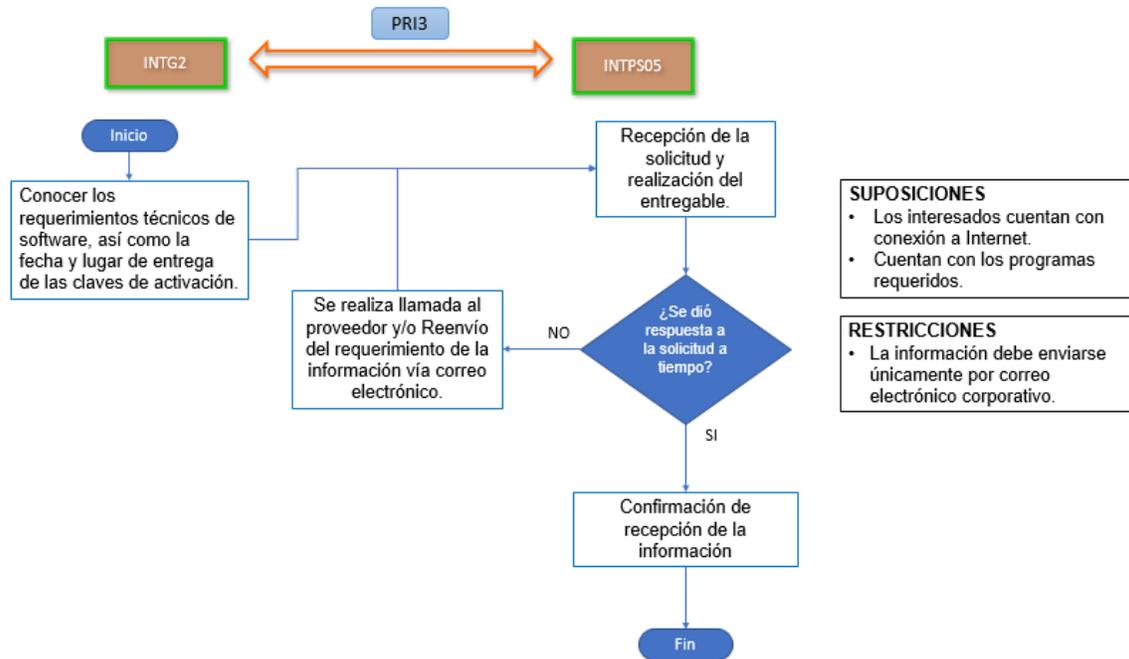


Figura 73 - Flujo canal PRI3

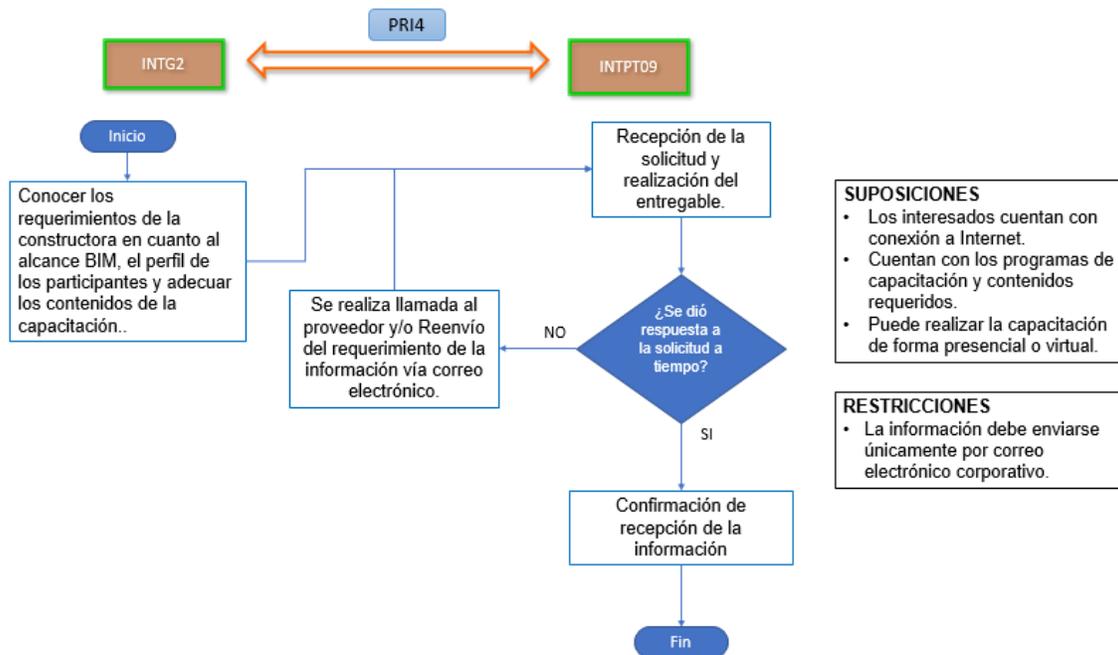


Figura 74 - Flujo canal PRI4

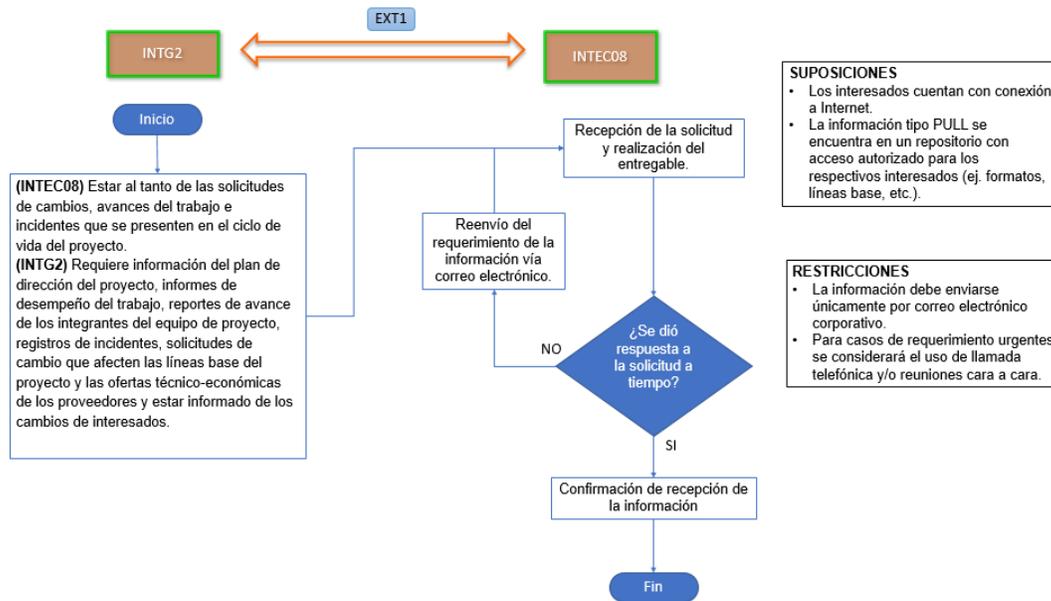


Figura 75 - Flujo canal EXT1

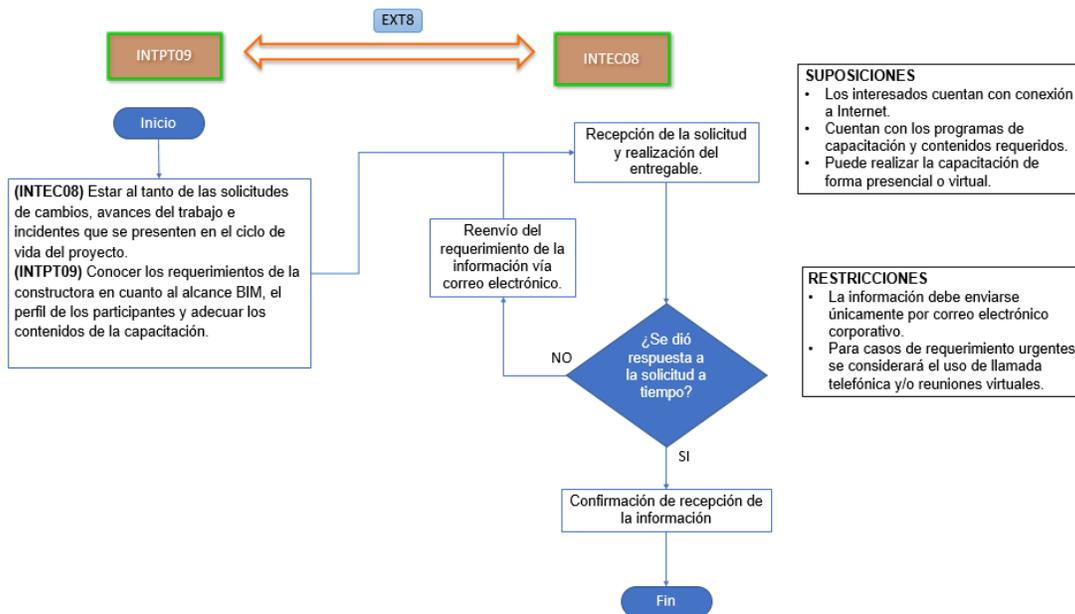


Figura 76 - Flujo canal EXT8

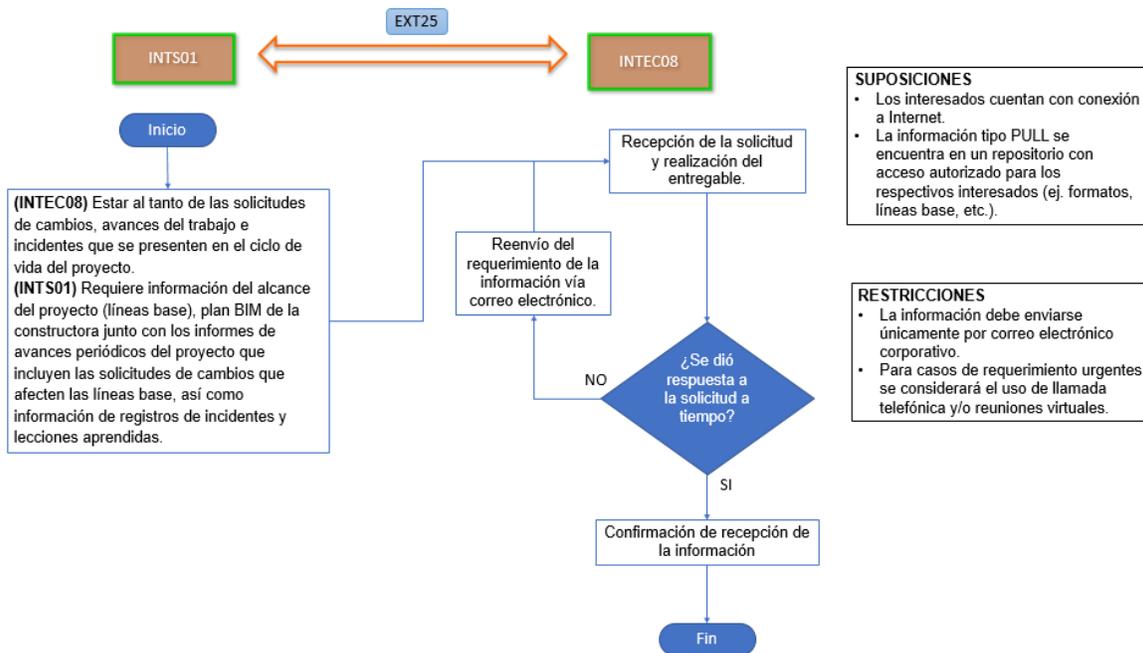


Figura 77 - Flujo canal EXT25

14.1.4 Matriz de comunicaciones

A continuación se presenta, como documento de salida del plan de gestión de comunicaciones, la matriz de comunicaciones en la cual se consigna la información que requieren los interesados de acuerdo a los canales de comunicación regulados, teniendo en cuenta el método que se utilizará, las tecnologías aplicadas, la frecuencia establecida por protocolo, en la que se realizaran las comunicaciones formales y el tiempo de respuesta que se espera tener para satisfacer las necesidades de información entre los participantes, manteniendo su apoyo en los resultados esperados, en los momentos adecuados para el buen desarrollo del proyecto. Ver Anexo I.

14.1.5 Estrategia de comunicaciones

Para obtener un resultado eficiente de las estrategias de comunicación, se realiza un análisis de las necesidades y requisitos de cada uno de los interesados del proyecto, lo cual se muestra en la Tabla 29 Análisis de Requerimientos.

Tabla 29 Análisis de Requerimientos

Código	Rol	Necesidades/ Requisitos
INTS01	Patrocinador.	Requiere información del alcance del proyecto (líneas base), plan BIM junto con los informes de avances periódicos del proyecto que incluyen las solicitudes de cambios que afecten las líneas base, así como información de registros de incidentes y lecciones aprendidas.
INTG2	Director del Proyecto	Requiere información del plan de dirección del proyecto, informes de desempeño del trabajo, reportes de avance de los integrantes del equipo de proyecto, registros de incidentes, solicitudes de cambio que afecten las líneas base del proyecto, ofertas técnico-económicas de los proveedores y estar informado de los cambios de interesados.
INTLD03	Líder de diseño y construcción	Requiere información del plan estratégico BIM, el cronograma del proyecto para identificar las actividades a su cargo y los avances respecto a la línea base de tiempo, fechas de capacitaciones y fechas de entregas de hardware y software por parte de los proveedores.
INTMB04	Modelador BIM	Requiere información del plan estratégico BIM, el cronograma del proyecto para identificar las actividades a su cargo y los avances respecto a la línea base de tiempo, fechas de capacitaciones y fechas de entregas de hardware y software por parte de los proveedores.
INTPS05	Proveedor Software	Conocer los requerimientos técnicos de software, así como la fecha y lugar de entrega de las claves de activación.
INTPH06	Proveedor Equipos	Conocer los requerimientos técnicos de los equipos, así como la fecha y lugar de entrega.
INTPT07	Proveedor Telecom.	Conocer los requerimientos de conectividad de la red, así como la fecha y lugar en el cual deben instalarse.

INTEC08	Equipo consultor	Estar al tanto de las solicitudes de cambios, avances del trabajo e incidentes que se presenten en el ciclo de vida del proyecto.
INTPT09	Proveedor Capacitación	Conocer los requerimientos de la constructora en cuanto al alcance BIM, el perfil de los participantes y adecuar los contenidos de la capacitación.

Según la Figura 78 Estrategias de Comunicación, una vez identificados los interesados y teniendo en cuenta todas sus necesidades y expectativas, es posible gestionar las comunicaciones para abordar los incidentes o posibles conflictos que se presenten en pro de fomentar una buena participación de todos los interesados, con el fin de cumplir los objetivos del proyecto.



Figura 78 Estrategias de Comunicación

14.1.5.1 Gestionar las Comunicaciones

Para la gestión de las comunicaciones se realizará una recopilación de los canales de distribución de la información que hay entre los interesados del proyecto, el almacenamiento de esta información facilita que a futuro sean entendibles los procesos y flujos entre los interesados.

Las principales herramientas de comunicación que se utilizaran en el proyecto son los medios digitales como: correo electrónico corporativo, videollamadas y llamadas telefónicas. Se debe garantizar que las tecnologías siempre estén disponibles entre los

interesados para una comunicación de calidad; aunque los integrantes del proyecto se encuentran en la Constructora, los proveedores y el equipo asesor se encuentran en otros lugares, por lo cual, los medios electrónicos son la solución más efectiva.

Las reuniones de seguimiento se realizarán dando cumplimiento a la programación del cronograma (actividad 1.4.1. Reuniones de seguimiento), haciendo uso de herramientas para reuniones presenciales y virtuales; las reuniones realizadas deben ser consignadas en actas de reunión. Como resultado se obtendrán los informes de desempeño de los integrantes del proyecto y se formularán las políticas y protocolos de la comunicación de la Constructora. Como métodos de afianzamiento entre los integrantes del equipo se deben realizar actividades que promuevan un ámbito de desarrollo profesional mejorando el relacionamiento en el equipo de trabajo del proyecto.

14.1.5.2 Monitorear las Comunicaciones

Se verificará el nivel de integración de los interesados con el proyecto y si sus necesidades y requerimientos de información han sido respondidos por el canal adecuado y en los tiempos adecuados, se debe verificar que la información este fluyendo realmente de acuerdo con el plan de comunicaciones durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Se diligenciarán formatos para dar una muestra de las dinámicas de comunicación entre los interesados, en cumplimiento con los acercamientos a los requerimientos del gerente del proyecto y lograr tener una comunicación estable entre las partes con las técnicas y herramientas estructuradas en los planes del proyecto, como la matriz de comunicaciones y las estrategias de involucramiento.

15 Gestión de la calidad del proyecto

15.1 Plan de gestión de la calidad

El plan de gestión de la calidad incluye: la política de la calidad del proyecto, objetivos, especificaciones técnicas, roles y responsabilidades y herramientas. Los

planes de entrada de este plan son: plan de gestión de los requisitos, plan de gestión de los riesgos, plan de involucramiento de los interesados y línea base del alcance.

15.1.1 Política de calidad del proyecto

A continuación, se presenta la política de calidad del proyecto la cual se encuentra alineada con la política de calidad de la Constructora:

El proyecto MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S., se desarrollará bajo los lineamientos de la calidad total enfocado al mejoramiento continuo cumpliendo con los requisitos legales propios de la Constructora y otros requisitos relacionados con el medio ambiente, el producto o servicio complementando el sistema integrado de gestión de la calidad de la Constructora para la fase de diseño; así mismo cumple con los requerimiento de los interesados del plan de gestión del alcance y los requisitos de calidad del proyecto bajo los lineamientos de dirección de proyectos del PMI.

15.1.2 Objetivos de calidad del proyecto

- a) Dar cumplimiento a los requerimientos de los clientes y alcance del proyecto cumpliendo con las especificaciones establecidas para su aceptación.
- b) Establecer un plan de gestión de la calidad que defina los procesos de gestión y control de la calidad para el proyecto.
- c) Asegurar la calidad del proyecto mediante un proceso de gestión de la calidad que integre las métricas adecuadas para la gestión y control de los entregables y del proyecto.
- d) Controlar la calidad del proyecto y sus entregables mediante la inspección de actividades y entregables durante todo el ciclo de vida de proyecto bajo el enfoque del mejoramiento continuo.
- e) Integrar a los integrantes del equipo de proyecto e interesados clave en la gestión de la calidad del proyecto.

15.1.3 Especificaciones técnicas del proyecto y los entregables (estándares de calidad)

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del proyecto y de los entregables. En la Tabla 30 - Normatividad y reglamentación aplicable al proyecto, se detalla la normatividad y reglamentación aplicable al proyecto y a sus entregables.

Tabla 30 - Normatividad y reglamentación aplicable al proyecto

Normatividad y reglamentación	Aplicación	Requisito
Legislación laboral colombiana	Aplica a todo el proyecto para garantizar las condiciones de trabajo de las personas que forman parte del equipo de proyecto.	Dar cumplimiento a la reglamentación que indica la legislación laboral.
Norma de sismo resistencia NSR - 10	Se debe tener en cuenta para establecer los requisitos a cumplir en los procesos BIM de diseño.	Dar cumplimiento a la reglamentación nacional para garantizar la calidad de las edificaciones.
Decreto 0212 de 2014 – POT, por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla 2012-2032.	Se debe tener en cuenta para establecer los requisitos a cumplir en los procesos BIM de diseño que hacen parte de los entregables.	Dar cumplimiento a la reglamentación nacional para garantizar la calidad de las edificaciones.
RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas)	Se debe tener en cuenta para establecer los requisitos a cumplir en los procesos BIM de diseño que hacen parte de los entregables.	Dar cumplimiento a la reglamentación nacional para garantizar la calidad de las edificaciones.
RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público)	Se debe tener en cuenta para establecer los requisitos a cumplir en los procesos BIM de diseño que hacen parte de los entregables.	Dar cumplimiento a la reglamentación nacional para garantizar la calidad de las edificaciones.
Normas ISO-19650 / ISO-16739	Se debe tener en cuenta para establecer los requisitos a cumplir en los procesos BIM de diseño que hacen parte de los entregables.	Dar cumplimientos a los lineamientos de la metodología BIM.

<p>Lineamientos para la gestión del proyecto: Código de ética y conducta profesional del PMI / Guía para la dirección de proyectos PMBOK. / National BIM Standard - United States Versión 3. / Norma ISO-9000 2015</p>	<p>Aplica a todo el proyecto tanto a los procesos como a los entregables.</p>	<p>Dar cumplimiento a los requisitos de los interesados y a las buenas prácticas de la gestión de proyectos.</p>
--	---	--

Los requisitos de calidad de cada entregable de acuerdo con la EDT se definen en el Anexo J, en términos de especificaciones. A partir de la tabla del Anexo J se genera la tabla del Anexo K – Entregables del proyecto y requisitos, en donde se presentan los entregables del proyecto con sus respectivos requisitos de calidad y las herramientas a utilizar para su verificación y control, asociados a la normatividad que los rigen.

15.1.4 Roles y responsabilidades de calidad

En la Tabla 31 - Roles y responsabilidades, se encuentran los roles y responsabilidades de cada interesado del proyecto.

Tabla 31 - Roles y responsabilidades

ROLES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD	
PATROCINADOR	Objetivos del rol: aprobar entregables
	Funciones del rol: aprobación de entregables emitidos por el gerente del proyecto
	Niveles de autoridad: alto
	Supervisa a: Gerente del proyecto
	Requisitos de habilidades: Tener una comunicación asertiva - Organización y Planificación – Liderazgo - Poder de convencimiento.
GERENTE DE PROYECTOS	Requisitos de experiencia: Experiencia en gerencia
	Objetivos del rol: verificación y/o revisión de calidad de los productos del proyecto.
	Funciones del rol: revisar y avalar los productos para alcanzar la conformidad del producto - generar informes de calidad - generar solicitudes de cambio asignados por revisiones de calidad.
	Niveles de autoridad: alto
	Reporta a: patrocinador
	Supervisa a: Equipo del proyecto
EQUIPO DE PROYECTO	Requisitos de habilidades: Tener una comunicación asertiva - Liderazgo - Organización y planificación - Poder de convencimiento - Resolución de conflictos - Habilidad de negociación.
	Requisitos de experiencia: Ingeniería Civil/Arquitectura o afines, Especialista en Gerencia de Proyectos - Conocimiento de la Metodología BIM.
	Objetivo del rol: Verificación y/o revisión de calidad de los productos del proyecto.
	Funciones del rol: Verificación y/o revisión de productos del proyecto
	Niveles de autoridad: medio/bajo
	Reporta a: gerente del proyecto
EQUIPO DE PROYECTO	Supervisa a: N/A
	Requisitos de habilidades: Conocimiento en costos y presupuestos - Organización y Planificación - Conocimiento metodología BIM
	Requisitos de experiencia: Ingeniería Civil/Arquitectura o afines.

15.1.5 Herramientas y técnicas de planificación

La gestión de la calidad en el proyecto se realizará apoyada en las siguientes herramientas para la gestión de calidad: tormenta de ideas, diagrama matricial, análisis de procesos y análisis de documento, en caso de encontrar inconvenientes en la calidad

se aplicará el análisis de Causa-Raíz. Para el control de calidad de los entregables se utilizarán las listas de verificación de los cumplimientos de los requisitos y se generarán los respectivos informes de calidad.

Los costos asociados a la calidad se integrarán al presupuesto en los hitos de los entregables y en las actividades de ejecución de proyecto que se enmarcarán en los lineamientos de la norma ISO 19650 y la National BIM Standard - United States Versión 3; asegurando la calidad en su proceso de implementación.

15.2 Métricas de calidad

En el Anexo L, se presentan las métricas de calidad del proyecto y producto, indicando: nombre de la métrica, objetivo, factor de calidad, método de medición, frecuencia de medición, meta y responsable.

15.3 Documentos de prueba y evaluación

En la Figura 79 - Informe prueba y Evaluación, se encuentra el formato de Prueba y Evaluación que se utilizará para el control de los entregables del proyecto. Los resultados de este informe reflejan la ejecución de las actividades de gestión y control de la calidad que se pueden ver en la matriz del Anexo M. El procedimiento para las auditorías y producto no conforme se puede consultar en el Anexo N. En la Figura 80 – Plan de acción, se encuentra el formato del plan de acción para las acciones correctivas, preventivas y de mejora de acuerdo con las no conformidades reportadas por el equipo de proyecto

AEC - BIM	INFORME DE PRUEBA Y EVALUACION	CÓDIGO:		
		VERSIÓN: 01		
COMPañIA:	ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S	FECHA DE ENTREGA:		
PROYECTO:	UBICACIÓN:			
ENTREGABLE:				
INFORME DE PRUEBA Y EVALUACION - GESTION DE LA CALIDAD EN EL PROYECTO				
ITEM	DESCRIPCION	¿PRESENTO?		OBSERVACIONES
		SI	NO	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
NOTAS:				
DILIGENCIADO POR:		VALIDADO POR:		APROBADO POR:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:		
CARGO:	CARGO:	CARGO:		
FECHA:	FECHA:	FECHA:		

Figura 79 - Informe prueba y Evaluación

AEC - BIM		ENTREGABLES VERIFICABLES		CÓDIGO:
				VERSION: 01
COMPANIA:	ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S		FECHA DE ENTREGA:	
ENTREGABLE:				
2.1 DIAGNOSTICO			OBSERVACIONES	
2.1.1 TALLER BIM			Incompleto	
2.1.2 MATRIZ DE MADUREZ			Completo	
2.1.3 INVENTARIOS PROCESOS Y EQUIPOS RRHH			Incompleto	
2.2 PLAN ESTRATEGICO BIM				
2.2.1 PLAN ESTRATEGICO BIM			Completo	
2.3 PLAN OPERACIONAL				
2.3.1 ALCANCE BIM			Completo	
2.3.2 PLAN DE ENTRENAMIENTO			Incompleto	
2.3.3 PLAN DE EJECUCION BIM			Incompleto	
2.4 IMPLEMENTACION PROYECTO BENTHO				
2.4.1 PLANEACION Y ENTRENAMIENTO			Completo	
2.4.2 MODELO BIM			Completo	
NOTAS:				
DILIGENCIADO POR:		VALIDADO POR:		APROBADO POR:
NOMBRE:	NOMBRE:	NOMBRE:		
CARGO:	CARGO:	CARGO:		
FECHA:	FECHA:	FECHA:		

Figura 81 - Entregables verificados

16 Gestión de riesgos del proyecto

16.1 Plan de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos incluye los siete procesos de la gestión del riesgo: la identificación de los riesgos, su análisis cualitativo y cuantitativo, la generación de la matriz de riesgos, las estrategias de riesgos y su monitoreo.

16.2 Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual)

Para aplicar las matrices de probabilidad e impacto con el fin de calificar los riesgos, éstos se identificaron de manera previa en el Anexo O, donde se presenta la matriz de identificación de riesgos del proyecto. En las Figura 82 - Matriz de probabilidad e impacto (Amenazas) y Figura 83 - Matriz de probabilidad e impacto (Oportunidades) se presentan las matrices de probabilidad e impacto para las amenazas y oportunidades

respectivamente. Esta matriz indica las acciones requeridas para gestionar los riesgos del proyecto.

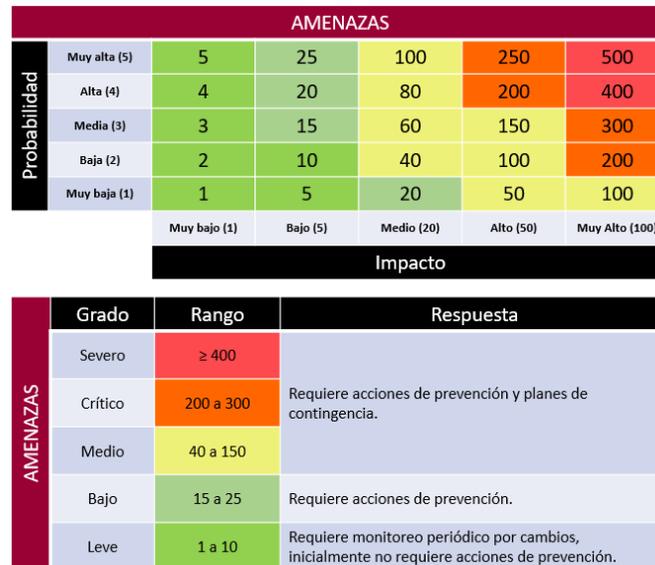


Figura 82 - Matriz de probabilidad e impacto (Amenazas)



Figura 83 - Matriz de probabilidad e impacto (Oportunidades)

16.3 Matriz de riesgos

En el Anexo externo X se presenta la matriz de riesgos del proyecto. La matriz está dividida en 5 secciones, la primera corresponde a la identificación de los riesgos, la segunda al análisis de los riesgos (cuantitativo – cualitativo), la tercera corresponde al plan de respuesta, la cuarta corresponde al análisis posterior al plan de respuesta y la quinta parte al monitoreo de los riesgos. Ver Figura 84 - Secciones matriz de riesgos.

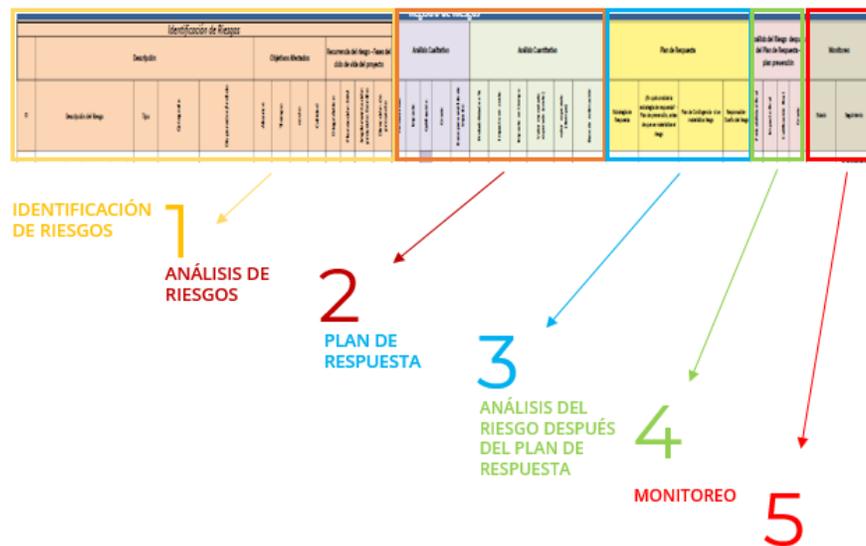


Figura 84 - Secciones matriz de riesgos

17 Gestión de las adquisiciones del proyecto

17.1 Plan de gestión de las adquisiciones

A continuación, se presenta el plan de gestión de las adquisiciones del proyecto, este plan contempla los procesos de planificación de la gestión de las adquisiciones del proyecto, efectuar las adquisiciones y controlar las adquisiciones. Se define para cada uno de los requerimientos de adquisiciones identificados, si es pertinente hacerlos al interior del proyecto o comprarlos, se plantean entre otros los enfoques para: identificar los proveedores potenciales, seleccionar tipos de contratos, calificar a proveedores, adjudicación a proveedores, monitorear las adquisiciones, efectuar cambios y cerrar contratos.

Los documentos de entrada son: acta de constitución, registro de interesados, matriz de gestión de los interesados, estructura de desglose de trabajo (EDT), cronograma (Gantt), análisis PERT, presupuesto y asignación de recursos.

17.2 Matriz de las adquisiciones

En la Tabla 32 - Matriz de adquisiciones, se muestra los detalles de las adquisiciones: producto, especificaciones, tipo de contrato, procedimiento de contratación, origen proveedor y responsable.

Tabla 32 - Matriz de adquisiciones

Cod. EDT	Producto o Servicio	Especificaciones / Enunciados del trabajo	Tipo de contrato	Procedimientos de contratación	Origen de proveedores	Responsable	Proveedor seleccionado
1.4.2.7	Equipo de cómputo	Core i7 o equivalente – 16GB Ram – D.D. 1tb – Pantalla de 20” – Tarjeta gráfica compatible con DirectX® 11 con Shader Model 5 y 4 GB de memoria de vídeo como mínimo. Versión de 64 bits de Microsoft® Windows® 10	P.F.	Solicitud de cotización – Evaluación de propuestas – Selección de proveedor – Coordinación de fechas entrega – Firma de contrato – Recepción de producto – Pago final.	Base de datos dpto. de compras	Andrés Iriarte	Por definir
1.4.2.5	Licencia software de diseño	Licencia Autodesk Revit 2022 para Windows.					Por definir
1.4.2.5	Licencia software de coord.	Licencia Autodesk Navisworks 2022 para Windows.					Por definir
1.4.2.9	Entrenamiento	Revit / Navisworks					Por definir
1.4.2.1	Papelería	Resmas 75 grs.					Por definir

17.3 Cronograma de compras

En la Figura 85 - Cronograma de compras, se presenta la línea de tiempo que representa el cronograma de las compras del proyecto.

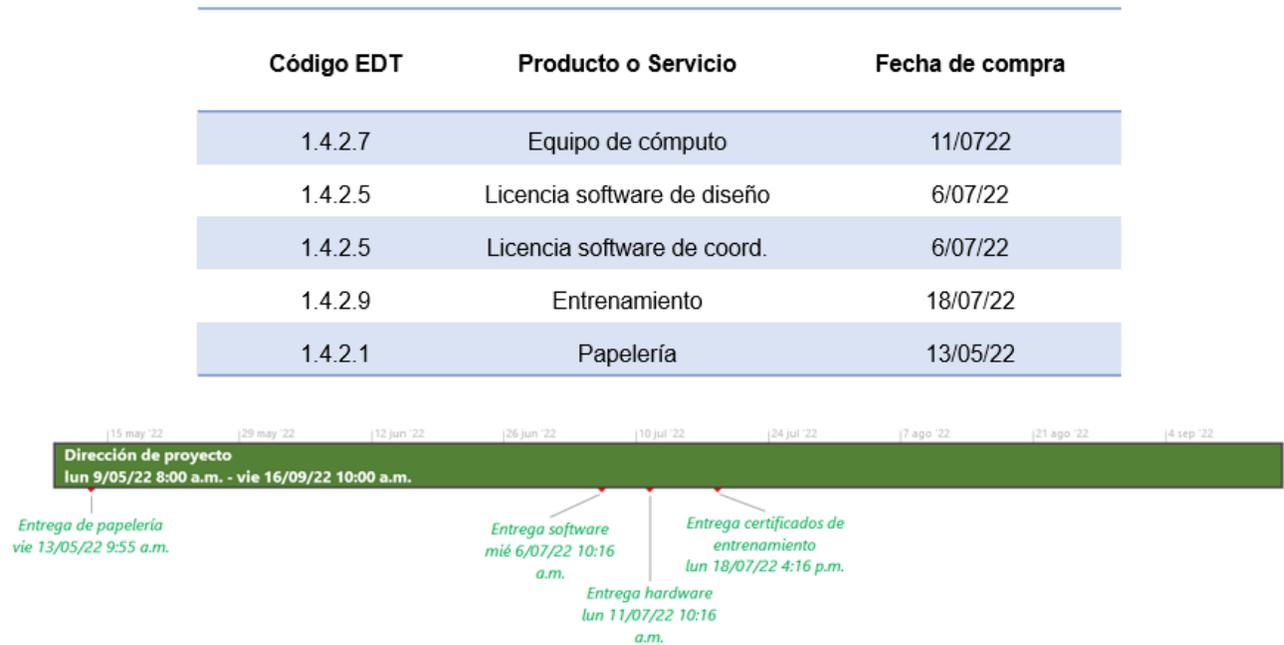


Figura 85 - Cronograma de compras

18 Gestión del valor ganado

18.1 Indicadores de medición del desempeño

Tabla 33 - Indicadores de desempeño cronograma / costo

ID	Indicador	Definición	Fórmula	Tendencia deseada	Periodo de captura	Frecuencia de medida
MDe01	Variación del cronograma	Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega.	$SV = EV - PV$	Positivo $SV \geq 0$	Puntual	Quincenal
MDe02	Variación del costo	Déficit o superávit presupuestario	$CV = EV - AC$	Positivo $CV \geq 0$	Puntual	Quincenal
MDe03	Índice de desempeño del trabajo por completar	Desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión	$TCPI = \frac{BAC - EV}{BAC - AC}$ Eficiencia para cumplir línea base de costos $TCPI = \frac{BAC - EV}{EAC - AC}$ Eficiencia para cumplir costos estimados a la conclusión del proyecto.	Negativo $TCPI \leq 1$	Puntual	Quincenal

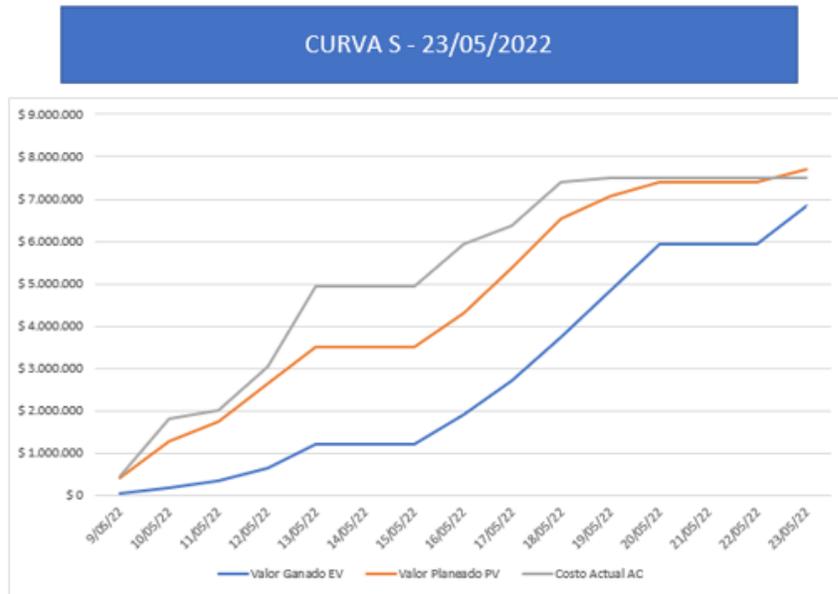
Tabla 34 - Indicadores de eficiencia cronograma / costo

ID	Indicador	Definición	Fórmula	Tendencia deseada	Periodo de captura	Frecuencia de medida
MEf01	Desempeño del cronograma	Medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está utilizando su tiempo.	$SPI = EV/PV$	Positivo $SPI \geq 1$	Puntual	Quincenal
MEf02	Desempeño del costo	Mide la eficiencia del costo para el trabajo completado.	$CPI = EV/AC$	Positivo $CPI \geq 1$	Puntual	Quincenal

Tabla 35 - Indicadores complementarios

ID	Indicador	Definición	Fórmula	Tendencia deseada	Periodo de captura	Frecuencia de medida
MC 01	Entregables producidos	Mide la cantidad de entreg. producidos a la fecha.	$\frac{\# \text{ de entregables producidos}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	Puntual	Quincenal
MC 02	Oportunidad de entregas	Mide las entregas a tiempo de productos del proyecto.	$\frac{\# \text{ de entregas a tiempo}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	Puntual	Quincenal
MC 03	Asistencia reuniones de seguimiento	Mide nivel la asistencia a reuniones.	$\frac{\# \text{ de asistentes}}{\# \text{ de personal requerido}}$	Positivo Meta = 1	Puntual	Semanal

Nombre	Comienzo	Fin	% físico completado	Costo de línea base	Costo Estimado al Finalizar EAC
Cronograma Proyecto_VG_23_05_2022	lun 9/05/22 8:00 a.m.	vie 16/09/22 2:16 p.m.	6%	\$ 124.162.537	\$ 122.075.448



Índice de desempeño para alcanzar el BAC (TCPI)	Índice de desempeño para alcanzar el EAC (TCPI)	Índice de desempeño del costo (CPI)	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	%VP	%VC
0,99	1,01	1,01	0,98	1%	-2%

Figura 87 - Curva S (23-05-2022)

En la Tabla 36 - Resultado indicadores complementarios (23-05-2022) se encuentran los resultados de los indicadores complementarios MC01, MC02 y MC03 (Ver Tabla 35 - Indicadores complementarios) a la fecha de corte.

Tabla 36 - Resultado indicadores complementarios (23-05-2022)

ID	Indicador	Fórmula	Tendencia deseada	Resultado 23-05-2022
MC01	Entregables producidos	$\frac{\# \text{ de entregables producidos}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{2 \text{ (entregables producidos)}}{3 \text{ (total entregables)}} = 0,66$
MC02	Oportunidad de entregas	$\frac{\# \text{ de entregas a tiempo}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{1 \text{ (entrega a tiempo)}}{3 \text{ (total entregables)}} = 0,33$
MC03	Asistencia reuniones de seguimiento	$\frac{\# \text{ de asistentes}}{\# \text{ de personal requerido}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{11 \text{ (asistentes)}}{11 \text{ (personal requerido)}} = 1$

De acuerdo con el resultado de los indicadores de costo del valor ganado se evidencia un menor costo ejecutado respecto al planeado ($CV = \$77.388$ y $CPI = 1,01$), además el EAC es menor que el costo de la línea base y hay menor probabilidad de cumplir el EAC ($TCPI = 1,01$) que de cumplir con el BAC ($TCPI = 0,99$) con la tendencia a la fecha de corte.

En cuanto al desempeño del cronograma, el $SPI=0,98$ indica un atraso en el cronograma el cual también se refleja en el indicador complementario MC01 (Entregables producidos) con un valor inferior a 1 de 0,66. Analizando las variaciones a nivel puntual de cada una de las tareas, se evidencian pequeñas desviaciones que en conjunto suman la desviación total del proyecto en costos, lo que implica aumentar la rigurosidad en el control de la ejecución de las actividades para evitar sobrecostos y romper la tendencia para estabilizar la ejecución del presupuesto.

Con el fin de ajustar el desempeño del cronograma, se propone agilizar la ejecución del paquete de trabajo 1.2.2.1 Alcance BIM cuyas actividades forman parte de ruta crítica, y teniendo en cuenta los cortes quincenales de revisión, se incluirán las actividades de este paquete hasta la 1.2.2.1.5 Definir nomenclatura y estilos (Uniformat - Omniclass T21). Para tal efecto, durante el desarrollo se proponen apoyos adicionales del equipo de proyecto que esté desarrollando actividades que no forman parte de la ruta crítica (Alejandra Arenas, Jhon Cortés, Andrés Iriarte y José Fernando del Campo).

18.2.2 Seguimiento a 6 de junio de 2022

A continuación, se presentan las variables de valor ganado obtenidas en el archivo MsProject del proyecto. Ver Figura 88 - Variables valor ganado (6-06-2022). Allí se incluyen los indicadores de cronograma y costo: MDe01-SV, MDe02-CV, MDe03-TCPI (Ver Tabla 33 - Indicadores de desempeño cronograma / costo), MEf01-SPI, MEf02-CPI (Ver Tabla 34 - Indicadores de eficiencia cronograma / costo).

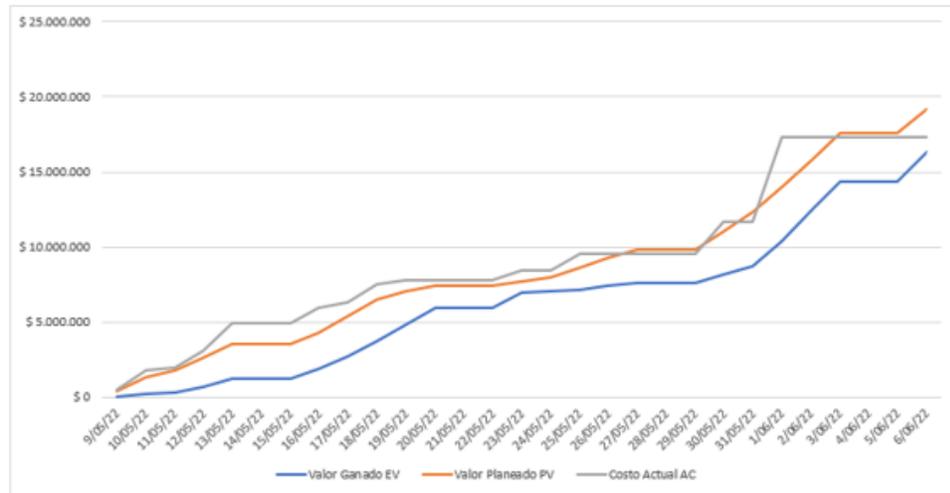
ID	Nombre de tarea	Valor planeado: PV (CPTP)	% físico completado	Valor acumulado: EV (CPTR)	Costo real	AC (CRTR)	SV (VP)	CV (VC)	EAC (CEF)	BAC (CPF)	ETC (VAF)	SPI (IRP)	CPI (IRC)	%VC	%VP
1	Mejora de proceso de diseño (Metodología BIM) para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.	\$ 19.160.118	14%	\$ 17.193.974	\$ 17.303.743	\$ 17.303.743	-\$ 2.772.769	-\$ 109.769	\$ 124.955.210	\$ 124.162.537	-\$ 792.674	0,9	0,99	-1%	-10%
2	Diagnóstico	\$ 6.652.689	100%	\$ 7.455.689	\$ 7.037.839	\$ 7.037.839	\$ 0	\$ 417.850	\$ 7.037.839	\$ 7.455.689	\$ 417.850	1,12	1,06	6%	12%
3	Taller BIM	\$ 3.601.000	100%	\$ 4.401.000	\$ 3.908.340	\$ 3.908.340	\$ 0	\$ 492.660	\$ 3.908.340	\$ 4.401.000	\$ 492.660	1,22	1,13	11%	22%
4	Hacer presentación en Power Point	\$ 370.610	100%	\$ 370.610	\$ 370.610	\$ 370.610	\$ 0	\$ 0	\$ 370.610	\$ 370.610	\$ 0	1	1	0%	0%
5	Definir modalidad del taller (presencial/virtual)	\$ 596.330	100%	\$ 596.330	\$ 596.330	\$ 596.330	\$ 0	\$ 0	\$ 596.330	\$ 596.330	\$ 0	1	1	0%	0%
6	Definir requerimientos	\$ 452.690	100%	\$ 452.690	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 0	-\$ 47.310	\$ 500.000	\$ 452.690	-\$ 47.310	1	0,91	-10%	0%
7	Definir fecha del taller	\$ 185.930	100%	\$ 185.930	\$ 185.930	\$ 185.930	\$ 0	\$ 0	\$ 185.930	\$ 185.930	\$ 0	1	1	0%	0%
8	Validar presentación y corregir	\$ 986.210	100%	\$ 986.210	\$ 986.210	\$ 986.210	\$ 0	\$ 0	\$ 986.210	\$ 986.210	\$ 0	1	1	0%	0%
9	Validar listado de participantes	\$ 226.970	100%	\$ 226.970	\$ 226.970	\$ 226.970	\$ 0	\$ 0	\$ 226.970	\$ 226.970	\$ 0	1	1	0%	0%
10	Generar agenda y enviar	\$ 42.290	100%	\$ 42.290	\$ 42.290	\$ 42.290	\$ 0	\$ 0	\$ 42.290	\$ 42.290	\$ 0	1	1	0%	0%
11	Desarrollar el taller	\$ 739.970	100%	\$ 1.539.970	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 0	\$ 539.970	\$ 1.000.000	\$ 1.539.970	\$ 539.970	2,08	1,54	35%	108%
12	Acta taller BIM - Lista de verificación de calidad y Encuesta de satisfacción	\$ 0	100%	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	0	0	0%	0%
13	Matriz de Madurez BIM	\$ 1.107.540	100%	\$ 1.107.540	\$ 1.136.930	\$ 1.136.930	\$ 0	-\$ 29.390	\$ 1.136.930	\$ 1.107.540	-\$ 29.390	1	0,97	-3%	0%
14	Aplicar Matriz de madurez BIM	\$ 370.610	100%	\$ 370.610	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 0	-\$ 29.390	\$ 400.000	\$ 370.610	-\$ 29.390	1	0,93	-8%	0%
15	Generar diagnóstico de madurez BIM	\$ 736.930	100%	\$ 736.930	\$ 736.930	\$ 736.930	\$ 0	\$ 0	\$ 736.930	\$ 736.930	\$ 0	1	1	0%	0%
16	Matriz de Madurez	\$ 0	100%	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	0	0	0%	0%
17	Inventarios Procesos/Equipos/Software/RF	\$ 1.944.149	100%	\$ 1.947.149	\$ 1.992.569	\$ 1.992.569	\$ 0	-\$ 45.420	\$ 1.992.569	\$ 1.947.149	-\$ 45.420	1	0,98	-2%	0%

Figura 88 - Variables valor ganado (6-06-2022)

En la Figura 89 - Curva S (6-06-2022) se presenta la curva S de seguimiento con fecha de corte 23 de mayo de 2022 junto con los indicadores de valor ganado para su análisis.

Nombre	Comienzo	Fin	% físico completado	Costo de línea base	Costo Estimado al Finalizar EAC
Cronograma Proyecto_VG_06_06_2022	lun 9/05/22 8:00 a.m.	vie 16/09/22 2:16 p.m.	14%	\$ 124.162.537	\$ 124.594.146

CURVA S - 23/05/2022



Índice de desempeño para alcanzar el BAC (TCPI)	Índice de desempeño para alcanzar el EAC (TCPI)	Índice de desempeño del costo (CPI)	Índice de desempeño del cronograma (SPI)	%VP	%VC
1,00	0,99	0,99	0,90	-1%	-10%

Figura 89 - Curva S (6-06-2022)

En la Tabla 37 - Resultado indicadores complementarios (6-06-2022) se encuentran los resultados de los indicadores complementarios MC01, MC02 y MC03 (Ver Tabla 35 - Indicadores complementarios) a la fecha de corte.

Tabla 37 - Resultado indicadores complementarios (6-06-2022)

ID	Indicador	Fórmula	Tendencia deseada	Resultado 6-06-2022
MC01	Entregables producidos	$\frac{\# \text{ de entregables producidos}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{4 \text{ (entregables producidos)}}{5 \text{ (total entregables)}} = 0,8$
MC02	Oportunidad de entregas	$\frac{\# \text{ de entregas a tiempo}}{\# \text{ de entregables totales}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{4 \text{ (entrega a tiempo)}}{5 \text{ (total entregables)}} = 0,8$
MC03	Asistencia reuniones de seguimiento	$\frac{\# \text{ de asistentes}}{\# \text{ de personal requerido}}$	Positivo Meta = 1	$\frac{11 \text{ (asistentes)}}{11 \text{ (personal requerido)}} = 1$

De acuerdo con el resultado de los indicadores de costo del valor ganado, se evidencia un incremento en costos ($CV = -\$109.769$ y $CPI = 0,99$) que hace más crítica la tendencia del corte anterior, además el EAC es mayor al costo de la línea base por un pequeño margen y hay probabilidad media de cumplir el BAC ($TCPI = 1,00$), para cumplir con el EAC ($TCPI = 0,99$) hay mayor probabilidad.

En cuanto al desempeño del cronograma, el $SPI=0,90$ indica un atraso en el cronograma que se incrementa desde el corte anterior, el cual también se refleja en el indicador complementario MC01 (Entregables producidos) con un valor inferior a 1 de 0,8. En cuanto a las acciones a seguir, se mantendrá la rigurosidad en el control de los costos lo cual ha permitido mejorar la tendencia de su desempeño.

Para tratar de recuperar el atraso del cronograma o por lo menos no aumentarlo, se fortalecerán los acuerdos con el patrocinador del proyecto para garantizar que las dedicaciones de personal requeridas por parte de proyecto se cumplan. Además, se programarán un par de jornadas de trabajo especial que no generen costos adicionales para agilizar la finalización de los entregables 1.2.2.1.7 Alcance BIM 3D en el Plan Operacional BIM y 1.2.2.1.14 Alcance BIM 5D en el Plan Operacional BIM y Lista de verificación de calidad.

19 Informe de avance de proyecto

El objetivo del presente informe corresponde a la presentación del avance del proyecto de acuerdo con los resultados de los seguimientos en las fechas del 23 de mayo y 6 de junio de 2022. En cuanto al grado de avance (línea base de tiempo), el indicador SPI (0,98) para el día 23 de mayo, indica un atraso en el cronograma del 2% (ver Figura 87 - Curva S (23-05-2022)) y para el día 6 de junio el indicador SPI (0,90), indica un atraso del 10% (ver Figura 89 - Curva S (6-06-2022)), incrementando en un 8% el atraso al primer corte.

Respecto a los indicadores de alcance (entregables producidos), el indicador complementario MC01 para el 23 de mayo con un valor de 0,66 indica un atraso en la producción de los entregables y para el 6 de junio con un valor de 0,8, indica una recuperación respecto al corte anterior, con un atraso menor. Al corte del 23 de mayo, el indicador CPI (1,01) indica un ahorro en costos de \$77.388 y para el 6 de junio, el indicador CPI (0,99) indica un leve sobrecosto que corresponde a una variación negativa de \$109.769.

Finalmente, de acuerdo con el análisis del valor ganado, existe una buena probabilidad de terminar el proyecto cumpliendo con el EAC teniendo en cuenta el TCPI resultante de 0,99 al 6 de junio de 2022. Por lo anterior se puede concluir, que existe un atraso en el cronograma que incide en un leve sobrecosto del proyecto y que con este atraso aún es posible cumplir con el EAC mejorando la eficiencia de las tareas por completar.

19.1 Lecciones aprendidas

A continuación, se presentan las lecciones aprendidas con corte a la primera semana de junio de 2022 en la Figura 90 - Lección aprendida 01 y Figura 91 - Lección aprendida 02.

LECCION APRENDIDA No. 01

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S.	AEC-BIM
FASE	ENTREGABLE
1.1 Diagnóstico	1.1.1 Taller BIM
DESCRIPCIÓN DEL ENTREGABLE:	
El taller BIM se realiza para alinear los conocimientos acerca de la metodología BIM de los interesados del proyecto. Se desarrolla de manera presencial.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	
Algunos de los asistentes no entendieron los alcances de la metodología BIM con la claridad suficiente para apoyar la siguiente actividad que corresponde a la matriz de evaluación BIM.	
DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS:	
1. Algunos de los asistentes llegaron tarde al taller y perdieron información importante para entender los alcances de la metodología BIM.	
2. La mayoría de los asistentes no tenían conocimientos previos de la metodología BIM.	
ACCIONES CORRECTIVAS TOMADAS:	
Se generó un documento de apoyo tipo cartilla, con los conceptos básicos de la metodología BIM y se entregó a todos los interesados.	
LECCIÓN APRENDIDA:	
Para futuros proyectos en donde se requiera efectuar un taller BIM, se debería entregar con suficiente anterioridad a los participantes un documento con los aspectos básicos de la metodología BIM, con el fin de que lleguen con una orientación preliminar de los temas a tratar en el taller.	

Figura 90 - Lección aprendida 01

LECCION APRENDIDA No. 02

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES S.A.S.	AEC-BIM
FASE	ENTREGABLE
1.2 Planeación BIM	1.2.2.1 Alcance BIM
DESCRIPCIÓN DEL ENTREGABLE:	
El alcance BIM está dentro de la fase de planeación BIM, que tiene como objetivo la alineación de los objetivos BIM con los objetivos estratégicos de la constructora, y específicamente delimitar los alcances 3D y 5D cumpliendo con los estándares de la metodología.	
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:	
El modelador BIM tuvo problemas de rendimiento en el desarrollo de la actividad 1.2.2.1.4 Definir niveles LOD para modelado.	
DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS:	
No contaba con el conocimiento suficientes de los niveles LOD y su aplicabilidad. Esto implicó un atraso en el desarrollo de la actividad.	
ACCIONES CORRECTIVAS TOMADAS:	
Se requirió un apoyo adicional del equipo consultor para mitigar el retraso de la actividad.	
LECCIÓN APRENDIDA:	
El entrenamiento se debe realizar antes de iniciar la fase de planeación BIM.	

Figura 91 - Lección aprendida 02

Recomendaciones

1. Para el desarrollo de proyectos, se recomienda la consulta y aplicación de las buenas prácticas para su gestión difundidas por el Project Management Institute, las cuales aportan conceptos, procesos y herramientas que facilitan la estructuración de los planes de gestión de los proyectos.
2. Para el desarrollo de nuevos proyectos que involucren la implementación de la metodología BIM, se recomienda la consulta de las lecciones aprendidas, como parte fundamental de la gestión del conocimiento y así evitar problemáticas ya conocidas, en los proyectos futuros.
3. Para el control y seguimiento de un proyecto se recomienda el uso de la técnica de valor ganado, siendo una herramienta que permite evaluar y

controlar la evolución del proyecto, a través de sus diferentes indicadores de desempeño en términos de costo y tiempo.

Conclusiones

1. Al ejecutar el proyecto, se formuló el plan estratégico BIM para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S., identificando la situación actual respecto a la metodología BIM, y se estableció la situación futura deseada mediante el uso de la matriz de madurez. Esto permitió delimitar el alcance del proyecto bajo los lineamientos de la metodología BIM y alinear los objetivos BIM con los objetivos estratégicos y dejó abierta la posibilidad de ampliar el alcance BIM de la Constructora a futuro.
2. Con la implementación del plan operacional BIM, se generaron los nuevos procesos de diseño con alcances 3D y 5D, permitiendo el uso de los modelos en las actividades de mercadeo de la Constructora, incorporando recorridos virtuales en modelos 3D realistas y mejorando el cálculo de cantidades de materiales de los proyectos desde la fase de diseño.
3. Mediante la formalización del Plan de Ejecución BIM para el proyecto Benthó, se estandarizó la plantilla de plan de ejecución para proyectos futuros, que se ajusta con los lineamientos de la planeación estratégica BIM de la Constructora, lo que ayuda a expandir la aplicación de la metodología BIM en todos los proyectos bajo un mismo estándar.

Bibliografía

- Aguirre, H. M. V. (2012). *Matemáticas Financieras* (Cengage, Ed.)
- Alemany Briz, C. (2013). *La comunicación humana: una ventana abierta*. Editorial Desclee de Brouwer.
- Camargo, L. C. A. (2010). La gestión de calidad como innovación organizacional para la productividad en la empresa. *Revista EAN, No. 69*.
- Carmona, J. G. (2012). *Matemáticas financieras con fórmulas, calculadora financiera y excel* (E. Ediciones, Ed.)
- Clements, G. (2012). *Administración exitosa de proyectos* (Quinta ed.). Cengage Learning®.
- Cook, M. J. (1999). *Coaching Efectivo* (Mcgraw-Hill, Ed. 1a ed.).
- Cristina González Gaya, R. D. N. y Miguel Ángel Sebastián Pérez. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad* (U. N. d. E. a. D. Madrid, Ed.).
- Deloitte, N. U.-. (2010). *Modelo de gestión del pacto mundial de las naciones unidas - Marco para su Implementación*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*.
- Dynamic <https://www.dynamicgc.es/cadena-de-valor-porter/#:~:text=La%20Cadena%20de%20Valor%20de%20Porter%20busca%20incrementar%20la%20rentabilidad,actividades%20de%20bajo%20valor%20a%C3%B1adido>
- FERMA. (2002). Estándares de gerencia de riesgos.
- Financieros, S. d. S.-D. d. A. E. y. C. G. d. E. E. y. (2019). *Desempeño Financiero del Sector Construcción Año 2018*.
- Gámez, F. C., Severino, M. S. y Márquez, R. J. G. (2014). Introducción a la metodología BIM. Spanish Journal of Building Information Modelling.
- García, Germán. A. Muñoz. (2020). Interoperabilidad en el entorno BIM: Mejoramiento de los procesos de diseño y comunicación a partir de la implementación del concepto OpenBIM Universidad Nacional de Colombia.
- ICONTEC. (2011). Gestión del riesgo. Principios y directrices.
- Maria João Ribeirinho, J. M., Gernot Strube,, Erik Sjödin, J. L. B., Rob Palter, Jonas, & Biörck, D. R., and Timmy Andersson. (2020). The next normal in construction.
- Mariño, H. (1993). *Planeación Estratégica de la Calidad Total* (T. m. editores, Ed.).

- M., J. T. (2013). *FUNDAMENTOS DE ESTRATEGIA EMPRESARIAL* (EDICIONES UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE ed.).
- Moya, R. D. d. (2002). El Proyecto Factible: una modalidad de investigación. Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, vol. 3, núm. 2, diciembre, 2002 - Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- Pablo, L. (2017). *Administración de proyectos: El ABC para un Director de proyectos exitoso* (6ta ed.).
- Project Management Institute, I., editor. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute* (Vol. Sexta edición). Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute, I., editor. (2019). *Benefits Realization Management: A Practice Guide*.
- Rivero, D. S. B. (2008). *Metodología de la investigación* (E. Shalom, Ed.).
- Rose, K. (2014). *Project Quality Management* (2a ed.). J. Ross Publishing.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed. 6ta ed.).
- The Pennsylvania State University, U. P., PA, USA. (2013). *BIM Planning Guide for Facility Owners* (Vol. 2.0).
- Tovar, R. A. (2012). *Habilidades gerenciales: desarrollo de destrezas, competencias y actitud*.
- Villalobos, J. L. (2012). *Matemáticas Financieras* (P. Educación, Ed.)
- Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (M.-H. COMPANIES, Ed. Tercera edición ed.).

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo A – Clasificación de las acciones

CLASIFICACION DE LAS ACCIONES									
	Definir una estrategia de comunicación acorde con el trabajo colaborativo del área de diseño	Definir lineamientos de control de diseño para unificar criterios en los proyectos.	Crear plantillas para cada proyecto	Orientar el proceso de diseño al cumplimiento de estándares del sector.	Identificar y definir las plataformas adecuadas para apoyar el proceso de diseño en un entorno de trabajo colaborativo.	Crear documentos de requerimientos que debe cumplir un proveedor o contratista	Adquirir programas actualizados que permitan el modelado de información de construcción.	Crear plan de capacitación en uso de modelos visuales (tecnología 3D)	Establecer una metodología de trabajo colaborativo apoyada en tecnologías para control documental de diseño
Definir una estrategia de comunicación acorde con el trabajo colaborativo del área de diseño	N/A	C	C	C	C	C	X	C	C
Definir lineamientos de control de diseño para unificar criterios en los proyectos.	C	N/A	C	C	C	C	C	C	C
Crear plantillas para cada proyecto	C	C	N/A	C	C	X	C	X	C
Orientar el proceso de diseño al cumplimiento de estándares del sector.	C	C	C	N/A	C	C	C	C	X
Identificar y definir las plataformas adecuadas para apoyar el proceso de diseño en un entorno de trabajo colaborativo.	C	C	C	C	N/A	X	C	C	C
Crear documentos de requerimientos que debe cumplir un proveedor o contratista	C	C	X	C	X	N/A	C	X	X
Adquirir programas actualizados que permitan el modelado de información de construcción.	X	C	C	C	C	C	N/A	C	C
Crear plan de capacitación en uso de modelos visuales (tecnología 3D)	C	C	X	C	C	X	C	N/A	X
Establecer una metodología de trabajo colaborativo apoyada en tecnologías para control documental de diseño	C	C	C	X	C	X	C	X	N/A

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo B – Tablas de amortización del crédito solicitado.

AV Villas a 24 meses Entidad bancaria

		MONTO PRESTAMO	\$142.518.791		
		DTF (ACTUAL)	6,52%	(VARÍA SEMANALMENTE)	
		PUNTOS FIJOS	12,56%		
		TASA DE INTERES	19%	E.A.	
		INTERES MENSUAL	0,0146	N.M	
		PERIDOS MENSUALES	24		
		CUOTA FIJA MENSUAL	\$ 7.082.112,92		
24 CUOTAS					
N° DE PERIODOS	SALDO INICIAL	CUOTA FIJA	INTERESES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 142.518.791
1	\$ 142.518.791	\$ 7.082.112,92	\$ 2.080.774	\$ 5.001.338,57	\$ 137.517.452,43
2	\$ 137.517.452	\$ 7.082.112,92	\$ 2.007.755	\$ 5.074.358,11	\$ 132.443.094,32
3	\$ 132.443.094	\$ 7.082.112,92	\$.933.669	\$ 5.148.443,74	\$ 127.294.650,59
4	\$ 127.294.651	\$ 7.082.112,92	\$ 1.858.502	\$ 5.223.611,02	\$ 122.071.039,57
5	\$ 122.071.040	\$ 7.082.112,92	\$ 1.782.237	\$ 5.299.875,74	\$ 116.771.163,83
6	\$ 116.771.164	\$ 7.082.112,92	\$ 1.704.859	\$ 5.377.253,92	\$ 111.393.909,91
7	\$ 111.393.910	\$ 7.082.112,92	\$ 1.626.351	\$ 5.455.761,83	\$ 105.938.148,08
8	\$ 105.938.148	\$ 7.082.112,92	\$ 1.546.697	\$ 5.535.415,95	\$ 100.402.732,12
9	\$ 100.402.732	\$ 7.082.112,92	\$ 1.465.880	\$ 5.616.233,03	\$ 94.786.499,10
10	\$ 94.786.499	\$ 7.082.112,92	\$ 1.383.883	\$ 5.698.230,03	\$ 89.088.269,07
11	\$ 89.088.269	\$ 7.082.112,92	\$ 1.300.689	\$ 5.781.424,19	\$ 83.306.844,88

IMPLEMENTACIÓN BIM

12	\$ 83.306.845	\$ 7.082.112,92	\$ 1.216.280	\$ 5.865.832,98	\$ 77.441.011,90
13	\$ 77.441.012	\$ 7.082.112,92	\$ 1.130.639	\$ 5.951.474,14	\$ 71.489.537,76
14	\$ 71.489.538	\$ 7.082.112,92	\$ 1.043.747	\$ 6.038.365,66	\$ 65.451.172,10
15	\$ 65.451.172	\$ 7.082.112,92	\$ 955.587	\$ 6.126.525,80	\$ 59.324.646,30
16	\$ 59.324.646	\$ 7.082.112,92	\$ 866.140	\$ 6.215.973,08	\$ 53.108.673,22
17	\$ 53.108.673	\$ 7.082.112,92	\$ 775.387	\$ 6.306.726,29	\$ 46.801.946,93
18	\$ 46.801.947	\$ 7.082.112,92	\$ 683.308	\$ 6.398.804,49	\$ 40.403.142,44
19	\$ 40.403.142	\$ 7.082.112,92	\$ 589.886	\$ 6.492.227,04	\$ 33.910.915,41
20	\$ 33.910.915	\$ 7.082.112,92	\$ 495.099	\$ 6.587.013,55	\$ 27.323.901,86
21	\$ 27.323.902	\$ 7.082.112,92	\$ 398.929	\$ 6.683.183,95	\$ 20.640.717,91
22	\$ 20.640.718	\$ 7.082.112,92	\$ 301.354	\$ 6.780.758,43	\$ 13.859.959,47
23	\$ 13.859.959	\$ 7.082.112,92	\$ 202.355	\$ 6.879.757,51	\$ 6.980.201,97
24	\$ 6.980.202	\$ 7.082.112,92	\$ 101.911	\$ 6.980.201,97	-\$0,00
			\$ 27.451.919	\$ 142.518.791,00	

Entidad bancaria AV Villas a 36 meses

MONTO PRESTAMO		\$142.518.791			
	DTF (ACTUAL)	6,52%	(VARIA SEMANALMENTE)		
	PUNTOS FIJOS	15,34%			
	TASA DE INTERES	22%	E.A.		
	INTERES MENSUAL	0,0167	N.M		
	PERIODOS MENSUALES	36			
	CUOTA FIJA MENSUAL	\$ 5.299.414,10			
36 CUOTAS					
N° DE PERIODOS	SALDO INICIAL	CUOTA FIJA	INTERESES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 142.518.791

IMPLEMENTACIÓN BIM

1	\$142.518.791	\$ 5.299.414,10	\$2.380.064	\$ 2.919.350,29	\$139.599.440,71
2	\$139.599.441	\$ 5.299.414,10	\$2.331.311	\$ 2.968.103,44	\$136.631.337,27
3	\$136.631.337	\$ 5.299.414,10	\$2.281.743	\$ 3.017.670,77	\$133.613.666,50
4	\$133.613.666	\$ 5.299.414,10	\$2.231.348	\$ 3.068.065,87	\$130.545.600,62
5	\$130.545.601	\$ 5.299.414,10	\$2.180.112	\$ 3.119.302,57	\$127.426.298,05
6	\$127.426.298	\$ 5.299.414,10	\$ 2.128.019	\$ 3.171.394,92	\$124.254.903,13
7	\$124.254.903	\$ 5.299.414,10	\$ 2.075.057	\$ 3.224.357,22	\$121.030.545,91
8	\$121.030.546	\$ 5.299.414,10	\$ 2.021.210	\$ 3.278.203,99	\$117.752.341,92
9	\$117.752.342	\$ 5.299.414,10	\$ 1.966.464	\$ 3.332.949,99	\$114.419.391,93
10	\$114.419.392	\$ 5.299.414,10	\$ 1.910.804	\$ 3.388.610,26	\$111.030.781,67
11	\$111.030.782	\$ 5.299.414,10	\$ 1.854.214	\$ 3.445.200,05	\$107.585.581,63
12	\$107.585.582	\$ 5.299.414,10	\$ 1.796.679	\$ 3.502.734,89	\$104.082.846,74
13	\$104.082.847	\$ 5.299.414,10	\$ 1.738.184	\$ 3.561.230,56	\$100.521.616,18
14	\$100.521.616	\$ 5.299.414,10	\$ 1.678.711	\$ 3.620.703,11	\$96.900.913,06
15	\$ 96.900.913	\$ 5.299.414,10	\$ 1.618.245	\$ 3.681.168,85	\$ 93.219.744,21
16	\$ 93.219.744	\$ 5.299.414,10	\$ 1.556.770	\$ 3.742.644,37	\$ 89.477.099,84
17	\$ 89.477.100	\$ 5.299.414,10	\$ 1.494.268	\$ 3.805.146,53	\$ 85.671.953,30
18	\$ 85.671.953	\$ 5.299.414,10	\$ 1.430.722	\$ 3.868.692,48	\$ 81.803.260,82
19	\$ 81.803.261	\$ 5.299.414,10	\$ 1.366.114	\$ 3.933.299,65	\$ 77.869.961,17
20	\$ 77.869.961	\$ 5.299.414,10	\$ 1.300.428	\$ 3.998.985,75	\$73.870.975,42
21	\$ 73.870.975	\$ 5.299.414,10	\$ 1.233.645	\$ 4.065.768,81	\$ 69.805.206,61
22	\$ 69.805.207	\$ 5.299.414,10	\$ 1.165.747	\$ 4.133.667,15	\$ 65.671.539,46
23	\$ 65.671.539	\$ 5.299.414,10	\$ 1.096.715	\$ 4.202.699,39	\$ 61.468.840,07
24	\$ 61.468.840	\$ 5.299.414,10	\$ 1.026.530	\$ 4.272.884,47	\$ 57.195.955,59
25	\$ 57.195.956	\$ 5.299.414,10	\$ 955.172	\$ 4.344.241,64	\$ 52.851.713,95
26	\$ 52.851.714	\$ 5.299.414,10	\$ 882.624	\$ 4.416.790,48	\$ 48.434.923,47
27	\$ 48.434.923	\$ 5.299.414,10	\$ 808.863	\$ 4.490.550,88	\$ 43.944.372,59
28	\$ 43.944.373	\$ 5.299.414,10	\$ 733.871	\$ 4.565.543,08	\$ 39.378.829,51

IMPLEMENTACIÓN BIM

29	\$ 39.378.830	\$ 5.299.414,10	\$ 657.626	\$ 4.641.787,65	\$ 34.737.041,86
30	\$ 34.737.042	\$ 5.299.414,10	\$ 580.109	\$ 4.719.305,50	\$ 30.017.736,36
31	\$ 30.017.736	\$ 5.299.414,10	\$ 501.296	\$ 4.798.117,90	\$ 25.219.618,45
32	\$ 25.219.618	\$ 5.299.414,10	\$ 421.168	\$ 4.878.246,47	\$ 20.341.371,98
33	\$ 20.341.372	\$ 5.299.414,10	\$ 339.701	\$ 4.959.713,19	\$ 15.381.658,79
34	\$ 15.381.659	\$ 5.299.414,10	\$ 256.874	\$ 5.042.540,40	\$ 10.339.118,39
35	\$ 10.339.118	\$ 5.299.414,10	\$ 172.663	\$ 5.126.750,82	\$ 5.212.367,56
36	\$ 5.212.368	\$ 5.299.414,10	\$ 87.047	\$ 5.212.367,56	-\$ 0,00
			\$.260.117	\$ 142.518.791,00	

Entidad bancaria BBVA a 12 meses

MONTO PRESTAMO	\$142.518.791	
DTF (ACTUAL)	6,52%	(VARÍA SEMANALMENTE)
PUNTOS FIJOS	11,07%	
TASA DE INTERES	18%	E.A.
INTERES MENSUAL	0,0139	N.M
PERIODOS MENSUALES	12	
CUOTA FIJA MENSUAL	\$ 12.976.757,68	

12 CUOTAS

N° DE PERIODOS	SALDO INICIAL	CUOTA FIJA	INTERESES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 142.518.791
1	\$142.518.791	\$ 12.976.757,68	\$981.011	\$ 10.995.746,48	\$131.523.044,52
2	\$131.523.045	\$ 12.976.757,68	\$ 1.828.170	\$ 11.148.587,36	\$120.374.457,16
3	\$120.374.457	\$ 12.976.757,68	\$ 1.673.205	\$ 11.303.552,72	\$109.070.904,43

IMPLEMENTACIÓN BIM

4	\$109.070.904	\$ 12.976.757,68	\$1.516.086	\$ 11.460.672,11	\$97.610.232,32
5	\$97.610.232	\$ 12.976.757,68	\$1.356.782	\$ 11.619.975,45	\$85.990.256,88
6	\$85.990.257	\$ 12.976.757,68	\$1.195.265	\$ 11.781.493,11	\$74.208.763,77
7	\$74.208.764	\$ 12.976.757,68	\$1.031.502	\$ 11.945.255,86	\$62.263.507,90
8	\$62.263.508	\$ 12.976.757,68	\$865.463	\$ 12.111.294,92	\$50.152.212,99
9	\$50.152.213	\$ 12.976.757,68	\$697.116	\$ 12.279.641,92	\$37.872.571,07
10	\$37.872.571	\$ 12.976.757,68	\$526.429	\$ 12.450.328,94	\$25.422.242,13
11	\$25.422.242	\$ 12.976.757,68	\$353.369	\$ 12.623.388,51	\$12.798.853,61
12	\$12.798.854	\$ 12.976.757,68	\$177.904	\$ 12.798.853,61	- 0,00
			\$13.202.301	\$ 142.518.791,00	

Entidad bancaria Davivienda a 24 meses

MONTO PRESTAMO	\$142.518.791	
DTF (ACTUAL)	6,52%	(VARÍA SEMANALMENTE)
PUNTOS FIJOS	14,57%	
TASA DE INTERES	21%	E.A.
INTERES MENSUAL	0,0160	N.M
PERIODOS MENSUALES	24	
CUOTA FIJA MENSUAL	\$ 7.198.031,38	

24 CUOTAS					
N° DE PERIODOS	SALDO INICIAL	CUOTA FIJA	INTERESES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 142.518.791

IMPLEMENTACIÓN BIM

1	\$142.518.791	\$ 7.198.031,38	\$ 2.280.301	\$ 4.917.730,73	\$ 137.601.060,27
2	\$137.601.060	\$ 7.198.031,38	\$ 2.201.617	\$ 4.996.414,42	\$ 132.604.645,85
3	\$132.604.646	\$ 7.198.031,38	\$ 2.121.674	\$ 5.076.357,05	\$ 127.528.288,80
4	\$127.528.289	\$ 7.198.031,38	\$ 2.040.453	\$ 5.157.578,76	\$ 122.370.710,04
5	\$122.370.710	\$ 7.198.031,38	\$ 57.931	\$ 5.240.100,02	\$ 117.130.610,01
6	\$117.130.610	\$ 7.198.031,38	\$ 1.874.090	\$ 5.323.941,62	\$ 111.806.668,39
7	\$111.806.668	\$ 7.198.031,38	\$ 1.788.907	\$ 5.409.124,69	\$ 106.397.543,70
8	\$106.397.544	\$ 7.198.031,38	\$ 1.702.361	\$ 5.495.670,69	\$ 100.901.873,01
9	\$100.901.873	\$ 7.198.031,38	\$ 1.614.430	\$ 5.583.601,42	\$ 95.318.271,60
10	\$95.318.272	\$ 7.198.031,38	\$ 1.525.092	\$ 5.672.939,04	\$ 89.645.332,56
11	\$89.645.333	\$ 7.198.031,38	\$ 1.434.325	\$ 5.763.706,06	\$ 83.881.626,49
12	\$83.881.626	\$ 7.198.031,38	\$ 1.342.106	\$ 5.855.925,36	\$ 78.025.701,13
13	\$78.025.701	\$ 7.198.031,38	\$ 1.248.411	\$ 5.949.620,17	\$ 72.076.080,97
14	\$72.076.081	\$ 7.198.031,38	\$ 1.153.217	\$ 6.044.814,09	\$ 66.031.266,88
15	\$66.031.267	\$ 7.198.031,38	\$ 1.056.500	\$ 6.141.531,11	\$ 59.889.735,76
16	\$59.889.736	\$ 7.198.031,38	\$ 958.236	\$ 6.239.795,61	\$ 53.649.940,15
17	\$53.649.940	\$ 7.198.031,38	\$ 858.399	\$ 6.339.632,34	\$ 47.310.307,81
18	\$47.310.308	\$ 7.198.031,38	\$ 756.965	\$ 6.441.066,46	\$ 40.869.241,35
19	\$40.869.241	\$ 7.198.031,38	\$ 653.908	\$ 6.544.123,52	\$ 34.325.117,82
20	\$34.325.118	\$ 7.198.031,38	\$ 549.202	\$ 6.648.829,50	\$ 27.676.288,32
21	\$27.676.288	\$ 7.198.031,38	\$ 442.821	\$ 6.755.210,77	\$ 20.921.077,55
22	\$20.921.078	\$ 7.198.031,38	\$ 334.737	\$ 6.863.294,14	\$ 14.057.783,41
23	\$14.057.783	\$ 7.198.031,38	\$ 224.925	\$ 6.973.106,85	\$ 7.084.676,56
24	\$7.084.677	\$ 7.198.031,38	\$ 113.355	\$ 7.084.676,56	-\$ 0,00
			\$ 30.233.962	\$ 142.518.791,00	

IMPLEMENTACIÓN BIM

Entidad bancaria Davivienda a 36 meses

MONTO PRESTAMO	\$ 142.518.791	
DTF (ACTUAL)	6,52%	(VARÍA SEMANALMENTE)
PUNTOS FIJOS	17,31%	
TASA DE INTERES	24%	E.A.
INTERES MENSUAL	0,0181	N.M
PERIODOS MENSUALES	36	
CUOTA FIJA MENSUAL	\$ 5.422.234,71	

36 CUOTAS					
N° DE PERIODOS	SALDO INICIAL	CUOTA FIJA	INTERESES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
0					\$ 142.518.791
1	\$ 142.518.791	\$ 5.422.234,71	\$ 2.579.590	\$ 2.842.644,59	\$ 139.676.146,41
2	\$ 139.676.146	\$ 5.422.234,71	\$ 2.528.138	\$ 2.894.096,46	\$ 136.782.049,94
3	\$ 136.782.050	\$ 5.422.234,71	\$ 2.475.755	\$ 2.946.479,61	\$ 133.835.570,34
4	\$ 133.835.570	\$ 5.422.234,71	\$ 422.424	\$ 2.999.810,89	\$ 130.835.759,45
5	\$ 130.835.759	\$ 5.422.234,71	\$ 2.368.127	\$ 3.054.107,47	\$ 127.781.651,98
6	\$ 127.781.652	\$ 5.422.234,71	\$ 2.312.848	\$ 3.109.386,81	\$ 124.672.265,17
7	\$ 124.672.265	\$ 5.422.234,71	\$ 2.256.568	\$ 3.165.666,71	\$ 121.506.598,46
8	\$ 121.506.598	\$ 5.422.234,71	\$ 2.199.269	\$ 3.222.965,28	\$ 118.283.633,18
9	\$ 118.283.633	\$ 5.422.234,71	\$ 2.140.934	\$ 3.281.300,95	\$ 115.002.332,23
10	\$ 115.002.332	\$ 5.422.234,71	\$ 2.081.542	\$ 3.340.692,50	\$ 111.661.639,73
11	\$ 111.661.640	\$ 5.422.234,71	\$ 2.021.076	\$ 3.401.159,03	\$ 108.260.480,69
12	\$ 108.260.481	\$ 5.422.234,71	\$ 1.959.515	\$ 3.462.720,01	\$ 104.797.760,68
13	\$ 104.797.761	\$ 5.422.234,71	\$ 1.896.839	\$ 3.525.395,24	\$ 101.272.365,44
14	\$ 101.272.365	\$ 5.422.234,71	\$ 1.833.030	\$ 3.589.204,90	\$ 97.683.160,54

IMPLEMENTACIÓN BIM

15	\$ 97.683.161	\$ 5.422.234,71	\$ 1.768.065	\$ 3.654.169,51	\$ 94.028.991,04
16	\$ 94.028.991	\$ 5.422.234,71	\$ 1.701.925	\$ 3.720.309,97	\$ 90.308.681,06
17	\$ 90.308.681	\$ 5.422.234,71	\$ 1.634.587	\$ 3.787.647,58	\$ 86.521.033,48
18	\$ 86.521.033	\$ 5.422.234,71	\$ 1.566.031	\$ 3.856.204,01	\$ 82.664.829,47
19	\$ 82.664.829	\$ 5.422.234,71	\$ 1.496.233	\$ 3.926.001,30	\$ 78.738.828,17
20	\$ 78.738.828	\$ 5.422.234,71	\$ 1.425.173	\$ 3.997.061,92	\$ 74.741.766,25
21	\$ 74.741.766	\$ 5.422.234,71	\$ 1.352.826	\$ 4.069.408,74	\$ 70.672.357,51
22	\$ 70.672.358	\$ 5.422.234,71	\$ 1.279.170	\$ 4.143.065,04	\$ 66.529.292,47
23	\$ 66.529.292	\$ 5.422.234,71	\$ 1.204.180	\$ 4.218.054,52	\$ 62.311.237,95
24	\$ 62.311.238	\$ 5.422.234,71	\$ 1.127.833	\$ 4.294.401,30	\$ 58.016.836,64
25	\$ 58.016.837	\$ 5.422.234,71	\$ 1.050.105	\$ 4.372.129,97	\$ 53.644.706,68
26	\$ 53.644.707	\$ 5.422.234,71	\$ 970.969	\$ 4.451.265,52	\$ 49.193.441,15
27	\$ 49.193.441	\$ 5.422.234,71	\$ 890.401	\$ 4.531.833,43	\$ 44.661.607,73
28	\$ 44.661.608	\$ 5.422.234,71	\$ 808.375	\$ 4.613.859,61	\$ 40.047.748,12
29	\$ 40.047.748	\$ 5.422.234,71	\$ 724.864	\$ 4.697.370,47	\$ 35.350.377,64
30	\$ 35.350.378	\$ 5.422.234,71	\$ 639.842	\$ 4.782.392,88	\$ 30.567.984,77
31	\$ 30.567.985	\$ 5.422.234,71	\$ 553.281	\$ 4.868.954,19	\$ 25.699.030,58
32	\$ 25.699.031	\$ 5.422.234,71	\$ 465.152	\$ 4.957.082,26	\$ 20.741.948,32
33	\$ 20.741.948	\$ 5.422.234,71	\$ 375.429	\$ 5.046.805,45	\$ 15.695.142,88
34	\$ 15.695.143	\$ 5.422.234,71	\$ 284.082	\$ 5.138.152,63	\$ 10.556.990,25
35	\$ 10.556.990	\$ 5.422.234,71	\$ 191.082	\$ 5.231.153,19	\$ 5.325.837,06
36	\$ 5.325.837	\$ 5.422.234,71	\$ 96.398	\$ 5.325.837,06	-\$ 0,00
			\$ 2.681.659	\$ 142.518.791,00	

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo C – Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO
MEJORA DEL PROCESO DE DISEÑO (METODOLOGÍA BIM) PARA LA CONSTRUCTORA ARANGO ARQUITECTOS CONSTRUCTORES SAS		AEC - BIM
FINALIDAD DEL PROYECTO:		
Mejora del proceso de diseño para la Constructora Arango Arquitectos Constructores SAS, bajo la metodología BIM para reducir costos, revisar diseño sobre un modelo 3D, mejorar la comunicación del diseño con las partes interesadas y estimar cantidades de materiales.		
OBJETIVOS DEL PROYECTO:		
CONCEPTO	OBJETIVOS	CRITERIO DE ÉXITO
1. ALCANCE	Implementar la metodología BIM con alcance 3D y 5D.	Contar con el Plan estratégico BIM, Plan operacional BIM y Plan de ejecución para la Constructora. Generación de los procesos requeridos en la fase de diseño bajo los lineamientos de la metodología BIM.
2. CRONOGRAMA	4 meses	Cumplimiento del cronograma
3. COSTO	Cumplimiento total del proyecto con el presupuestado aprobado de \$142.518.791 pesos.	Cumplimiento del presupuesto
DEFINICIÓN DE REQUISITOS DEL PROYECTO:		
Agilizar el proceso de revisión del diseño, mayor precisión en la revisión de colisiones, facilitar la comunicación del diseño a través de renderizados del modelo, extraer cantidades de materiales de forma automática.		
ENUNCIADO DEL ALCANCE		
Implementación de la metodología BIM mejorando el proceso de diseño de edificaciones de la Constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S. para optimizar: la revisión de diseño (recorridos virtuales y colisiones), la estimación de cantidades de materiales y la comunicación del diseño con las partes interesadas, dando un alcance BIM 3D y 5D, durante 4 meses iniciando en mayo de 2022 y finalizando el tercer trimestre de 2022 cumpliendo con las fases de diagnóstico, planeación BIM, implementación proyecto Benthos y dirección de proyecto.		
RIESGOS GENERALES DEL PROYECTO:		
La curva de aprendizaje puede afectar el impacto positivo en los resultados esperados por el esfuerzo inicial requerido. Resistencia al cambio de metodología y tecnología.		

IMPLEMENTACIÓN BIM

CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO:		
HITOS	FECHAS PROGRAMADAS	
Inicio de proyecto	09-05-2022	
Cierre taller BIM	17-05-2022	
Socialización final Matriz de Madurez	18-05-2022	
Cierre de inventarios	20-05-2022	
Cierre plan estratégico BIM	25-05-2022	
Cierre plan operacional BIM	28-06-2022	
Cierre plan de ejecución BIM	01-07-2022	
Cierre implementación BIM	16-09-2022	
Fin de proyecto	16-09-2022	
RECURSOS FINANCIEROS DEL PROYECTO:		
CONCEPTO	MONTO	
Fase de diagnóstico	\$ 7.455.689	
Fase planeación BIM	\$ 24.372.686	
Fase implementación proyecto Benthó	\$ 29.393.070	
Adquisiciones	\$ 64.435.438	
Reserva de contingencias	\$ 5.400.000	
Reserva de gestión	\$ 12.956.254	
Presupuesto total	\$142.518.791	
LISTA DE INTERESADOS CLAVE:		
<u>Patrocinador:</u> Jaime Arango – <u>Gerente del Proyecto:</u> Andrés Arango – <u>Líder de Diseño y Construcción:</u> Salim Abdala – <u>Modelador BIM:</u> Rafael Gutiérrez		
REQUISITOS DE APROBACIÓN DEL PROYECTO:		
El éxito del proyecto consiste en el cumplimiento del alcance descrito en el acta de constitución del proyecto en el tiempo propuesto con el presupuesto asignado. Quien decide y aprueba es el Gerente de la Constructora.		
CRITERIOS DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO:		
Imposibilidad de cumplir con el objetivo		
El proyecto ya no es necesario		
Alguna de las partes no quiere continuar con el proyecto		
DESIGNACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO:		
NOMBRE	Andrés Arango	NIVEL DE AUTORIDAD
REPORTA A	Patrocinador	Nivel directivo con autoridad para planificar, ejecutar y controlar el proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

SUPERVISA A	Equipo de proyecto		
PATROCINADOR QUE AUTORIZA EL PROYECTO:			
NOMBRE	EMPRESA	CARGO	FECHA
Jaime Arango	Arango Arquitectos Constructores S.A.S.	Gerente General de la Constructora	12-12-2021

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo D - Actividades de gestión de cambios

Actividad	Descripción	R o I	Responsabilidad	En qué momento	Herramientas
Identificación y registro	Identificar situación que genere un cambio (mayor, menor y/o de documentación) y requiera de aprobación para su implementación	S	(1.) Diligenciar el formato de solicitud de cambios. (2.) Enviar el formato diligenciado al gerente del proyecto vía correo electrónico.	En cualquier momento una vez aprobadas las líneas base del proyecto.	(1.) Formato de solicitud de cambio. (2.) Correo electrónico.
Evaluación preliminar	El Gerente del proyecto debe analizar la solicitud de cambio en términos de pertinencia e impacto.	E	(1.) Realizar un análisis preliminar de todas las solicitudes presentadas, evaluando su pertinencia. (2.) Solicitar los ajustes, aclaraciones o correcciones requeridas. (3.) Rechazar aquellas solicitudes no procedentes comunicando al solicitante la decisión y los motivos.	2 días hábiles después de haber recibido la solicitud de cambio.	(1.) Formato de solicitud de cambio diligenciada. (2.) Criterios de análisis de cambios de la metodología de gestión de proyectos. (3.) Correo electrónico.
Presentación de la solicitud al aprobador	Realizar presentación al patrocinador, adjuntando toda aquella información relevante y las proyecciones del impacto a las líneas base.	E	(1.) Preparar las solicitudes a presentar. (2.) Determinar el impacto sobre las líneas base actuales.	Cuando se presente una solicitud de cambio se informará al patrocinador para agendar la presentación 2 días hábiles.	(1.) Solicitudes de cambio. (2.) Cálculo del impacto del cambio.
Toma de decisión acerca de la solicitud de cambio	El aprobador, usa la información presentada por el evaluador para tomar una decisión respecto del cambio	A	Aprobar con modificaciones, aprobar sin modificaciones, posponer aprobación solicitando ampliación de información o rechazar el cambio	Cada vez que sea presentado un cambio. 1 día hábil.	(1.) Formato solicitud de cambios. (2.) Acta de cambios.
Implementación de la solicitud de cambio	Aprobado el cambio, se debe realizar su implementación a través del equipo de proyecto.	E	(1.) Comunicar el cambio al equipo y los involucrados. (2.) Generación del plan de implementación. (3.) Seguimiento y control a la implementación	Cada vez que sea aprobado un cambio.	(1.) Solicitudes de cambios. (2.) Acta de cambios.

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo E – Diccionario de la EDT

Diccionario de la EDT

Fase 1.1 Diagnóstico – Paquete 1

ID	EDT		
3	1.1.1		
Nombre			
Taller BIM			
Duración		Horas de trabajo	Costo
6d		130h	\$ 4.401.000
Fecha de inicio		Fecha de finalización	
9/05/2022		17/05/2022	
Recursos			

Fase 1.1 Diagnóstico – Paquete 2

ID	EDT		
13	1.1.2		
Nombre			
Matriz de Madurez BIM			
Duración		Horas de trabajo	Costo
1d		37h	\$ 1.107.540
Fecha de inicio		Fecha de finalización	
17/05/2022		18/05/2022	
Recursos			

IMPLEMENTACIÓN BIM

Fase 1.1 Diagnóstico – Paquete 3

ID	EDT	
17	1.1.3	
Nombre		
Inventarios Procesos/Equipos/Software/RRHH		
Duración	Horas de trabajo	Costo
10d	109h	\$ 1.947.149
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
9/05/2022	20/05/2022	
Recursos		

Fase 1.2 Planeación BIM– Paquete 1

ID	EDT	
26	1.2.1	
Nombre		
Plan Estratégico BIM		
Duración	Horas de trabajo	Costo
4d	36h	\$ 1.305.588
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
18/05/2022	25/05/2022	
Recursos		

IMPLEMENTACIÓN BIM

Fase 1.2 Planeación BIM – Paquete 2

ID	EDT	
33	1.2.2.1	
Nombre		
Alcance BIM		
Duración	Horas de trabajo	Costo
23d	440h	\$ 20.070.290
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
25/05/2022	28/06/2022	
Recursos		

Fase 1.2 Planeación BIM– Paquete 3

ID	EDT	
48	1.2.2.2	
Nombre		
Plan de Entrenamiento		
Duración	Horas de trabajo	Costo
2d	8h	\$ 325.517
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
28/06/2022	29/06/2022	
Recursos		

Fase 1.2 Planeación BIM – Paquete 4

IMPLEMENTACIÓN BIM

ID	EDT		
52	1.2.2.3		
Nombre			
Plan de Ejecución BIM			
Duración	Horas de trabajo	Costo	
2d	33h	\$ 1.176.945	
Fecha de inicio	Fecha de finalización		
28/06/2022	1/07/2022		
Recursos			

Fase 1.3 Implementación proyecto Benthos – Paquete 1

ID	EDT		
58	1.3.1		
Nombre			
Planeación y entrenamiento			
Duración	Horas de trabajo	Costo	
8d	128h	\$ 8.041.250	
Fecha de inicio	Fecha de finalización		
8/07/2022	21/07/2022		
Recursos			

IMPLEMENTACIÓN BIM

Fase 1.3 Implementación proyecto Benthos – Paquete 2

ID	EDT	
62	1.3.2	
Nombre		
Modelo BIM		
Duración	Horas de trabajo	Costo
40d	646h	\$ 21.351.820
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
21/07/2022	16/09/2022	
Recursos		

Fase 1.4 Dirección de proyecto – Paquete 1

ID	EDT	
91	1.4.1	
Nombre		
Reuniones de Seguimiento		
Duración	Horas de trabajo	Costo
87d	0h	\$ 0
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
10/05/2022	16/09/2022	
Recursos		

IMPLEMENTACIÓN BIM

Fase 1.4 Dirección de proyecto – Paquete 2

ID	EDT	
111	1.4.2	
Nombre		
Plan de Adquisiciones		
Duración	Horas de trabajo	Costo
43d	108h	\$ 64.435.438
Fecha de inicio	Fecha de finalización	
12/05/2022	18/07/2022	
Recursos		

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo F – Análisis PERT

ANALISIS PERT

EDT	Nombre de tarea	Predecesoras EDT	Duración Optimista	Duración Probable	Duración Pesimista	Duración Estimada	Varianza (Ruta Crítica)
1	Mejora de proceso de diseño (Metodología BIM) para la constructora Arango Arquitectos Constructores S.A.S.						
1.1	Diagnóstico						
1.1.1	Inicio de proyecto						
1.1.2	Taller BIM						
1.1.2.1	Hacer presentación en Power Point		0,5	1	2	1,08	0,06
1.1.2.2	Definir modalidad del taller (presencial/virtual)	1.1.1.1	0,25	0,5	1	0,54	0,02
1.1.2.3	Definir requerimientos	1.1.1.2	0,5	1	2	1,08	0,06
1.1.2.4	Definir fecha del taller	1.1.1.3	0,25	0,5	1	0,54	0,02
1.1.2.5	Validar presentación y corregir	1.1.1.4	0,5	1	2	1,08	0,06
1.1.2.6	Validar listado de participantes	1.1.1.5	0,25	0,5	1	0,54	0,02
1.1.2.7	Generar agenda y enviar	1.1.1.6	0,25	0,5	1	0,54	0,02
1.1.2.8	Desarrollar el taller	1.1.1.7	0,5	1	2	1,08	0,06
1.1.2.9	Acta taller BIM	1.1.1.8					
1.1.2	Matriz de Madurez BIM						
1.1.2.1	Aplicar Matriz de madurez BIM	1.1.1.8	0,25	0,5	1	0,54	0,02
1.1.2.2	Generar diagnóstico de madurez BIM	1.1.2.1	0,25	0,5	3	0,88	0,21
1.1.2.3	Matriz de Madurez	1.1.2.2					
1.1.3	Inventarios Procesos/Equipos/Software/RRHH						
1.1.3.1	Diseñar formatos de Levantamiento de Información	1.1.1.1[CC]	1	1,08	1,15	1,08	
1.1.3.2	Levantar inventario de RRHH	1.1.3.1	0,4	0,5	0,85	0,54	
1.1.3.3	Levantar inventario de Software	1.1.3.2	0,05	0,3	0,35	0,27	
1.1.3.4	Levantar inventario de Procesos de diseño	1.1.3.3	0,5	2	3,5	2,00	
1.1.3.5	Levantar inventario de Equipos	1.1.3.4	0,1	0,25	0,5	0,27	
1.1.3.6	Analizar información de inventarios	1.1.3.5	4,1	5,32	7,25	5,44	
1.1.3.7	Informe de inventarios	1.1.3.6					
1.2	Planeación BIM						
1.2.1	Plan Estratégico BIM						
1.2.1.1	Establecer niveles Objetivo de Madurez BIM	1.1.2.2	0,5	1	2	1,08	0,06
1.2.1.2	Definir Objetivos BIM	1.2.1.1	0,5	1	2	1,08	0,06
1.2.1.3	Identificar Requerimientos BIM	1.2.1.2;1.1.3.7	1	2	3	2,00	0,11
1.2.1.4	Crear Comité BIM	1.1.2.2	0,125	0,25	0,625	0,29	

IMPLEMENTACIÓN BIM

1.2.1.5	Documento de Plan Estratégico BIM	1.2.1.3;1.2.1.4					
1.2.2	Plan Operacional						
1.2.2.1	Alcance BIM						
1.2.2.1.1	Definir el alcance BIM 3D	1.2.1.3	0,25	0,375	0,5	0,38	0,00
1.2.2.1.2	Identificar entradas y salidas del proceso de diseño BIM	1.2.2.1.1	0,4375	0,5	0,75	0,53	0,00
1.2.2.1.3	Elaborar el diagrama de flujo	1.2.2.1.2	5	0,375	7	2,25	0,11
1.2.2.1.4	Definir niveles LOD para modelado	1.2.2.1.3	1,5	2	2,5	2,00	0,03
1.2.2.1.5	Definir nomenclatura y estilos	1.2.2.1.4	3,5	4	7	4,42	0,34
1.2.2.1.6	Definir salidas gráficas estándar	1.2.2.1.5	0,8	1	3	1,30	0,13
1.2.2.1.7	Alcance BIM 3D en el Plan Operacional BIM	1.2.2.1.6					
1.2.2.1.8	Definir alcance BIM 5D	1.2.2.1.6	0,25	0,375	0,5	0,38	0,00
1.2.2.1.9	Identificar entradas y salidas del proceso de diseño BIM	1.2.2.1.8	0,4375	0,5	0,75	0,53	0,00
1.2.2.1.10	Elaborar el diagrama de flujo	1.2.2.1.9	5	0,375	7	2,25	0,11
1.2.2.1.11	Definir niveles LOD para modelado	1.2.2.1.10	1,5	2	2,5	2,00	0,03
1.2.2.1.12	Definir listado estándar de materiales	1.2.2.1.11	3,5	4	7	4,42	0,34
1.2.2.1.13	Integrar las unidades de medida de los materiales	1.2.2.1.12	1,5	2	3	2,08	0,06
1.2.2.1.14	Alcance BIM 5D en el Plan Operacional BIM	1.2.2.1.13					
1.2.2.2	Plan de Entrenamiento						
1.2.2.2.1	Definir el contenido del entrenamiento	1.2.2.1.13	0,5	0,65	0,9	0,67	0,00
1.2.2.2.2	Plan de Entrenamiento	1.2.2.2.1;1.2.2.2.2					
1.2.2.3	Plan de Ejecución BIM						
1.2.2.3.1	Diseñar formato para registro de Interesados del Proyecto	1.2.2.1.13	0,3	0,35	0,4	0,35	
1.2.2.3.2	Diseñar formato para registrar el Alcance Específico del Proyecto	1.2.2.3.1	0,6	0,85	1,02	0,84	
1.2.2.3.3	Definir requerimientos de estándares de modelado BIM	1.2.2.3.2	0,3	0,35	0,4	0,35	
1.2.2.3.4	Plan de Ejecución BIM	1.2.2.3.3					
1.3	Implementación Proyecto Benthó						
1.3.1	Planeación y entrenamiento						
1.3.1.1	Realizar entrenamiento	1.2.2.2.2	6	6	8	6,33	0,11
1.3.1.2	Diseñar el Plan de Ejecución BIM - Benthó	1.2.2.3.4;1.3.1.1	1	2	3	2,00	0,11
1.3.1.3	Plan de Ejecución BIM - Benthó	1.3.1.2					
1.3.2	Modelo BIM						
1.3.2.1	Configurar parámetros en Revit y archivos federados	1.3.1.3	0,1875	0,25	0,5	0,28	0,00
1.3.2.2	Enlazar topografía	1.3.2.1	0,25	0,3125	0,5	0,33	0,00
1.3.2.3	Crear estructura de salidas gráficas	1.3.2.2	0,5	1	2	1,08	0,06

IMPLEMENTACIÓN BIM

1.3.2.4	Modelar arquitectura	1.3.2.3	2	2,5	3,5	2,58	0,06
1.3.2.5	Modelar estructura	1.3.2.4	1	2	3	2,00	0,11
1.3.2.6	Coordinar A/E primera iteración	1.3.2.5	0,3125	0,5	0,75	0,51	0,01
1.3.2.7	Ajustar modelos	1.3.2.6	0,375	0,625	1	0,65	0,01
1.3.2.8	Coordinar A/E segunda iteración	1.3.2.7	0,3125	0,5	0,75	0,51	0,01
1.3.2.9	Ajustar modelos	1.3.2.8	0,25	0,5	0,875	0,52	0,01
1.3.2.10	Modelar diseño eléctrico	1.3.2.9	1	1,5	2	1,50	0,03
1.3.2.11	Modelar red gas	1.3.2.10	0,625	0,75	1,5	0,85	0,02
1.3.2.12	Modelar diseño hidrosanitario	1.3.2.11	1	1,5	2	1,50	0,03
1.3.2.13	Modelar red contraincendios	1.3.2.12	0,5	0,75	1	0,75	0,01
1.3.2.14	Modelar diseño mecánico	1.3.2.13	1,375	1,875	2,375	1,88	0,03
1.3.2.15	Coordinar MEP primera iteración	1.3.2.14	1,5625	2,5	3,75	2,55	0,13
1.3.2.16	Ajustar modelos	1.3.2.15	1,25	2,5	3,5	2,46	0,14
1.3.2.17	Coordinar segunda iteración MEP	1.3.2.16	1,5625	2,5	3,75	2,55	0,13
1.3.2.18	Ajustar modelos	1.3.2.17	1	2,25	3,25	2,21	0,14
1.3.2.19	Modelo coordinado	1.3.2.18					
1.3.2.20	Generar detalles	1.3.2.19	5	7	10	7,17	0,69
1.3.2.21	Detalles	1.3.2.20					
1.3.2.22	Generar tablas de cantidades de materiales	1.3.2.21	0,75	1	1,5	1,04	0,02
1.3.2.23	Tablas de cantidades	1.3.2.22					
1.3.2.24	Generar salidas gráficas	1.3.2.23	1	1,5	2	1,50	0,03
1.3.2.25	Planos	1.3.2.24					
1.3.2.26	Generar informe de Implementación	1.3.2.25	4	5	8	5,33	0,44
1.3.2.27	Informe de Implementación	1.3.2.26					
1.4	Dirección de proyecto						
1.4.1	Reuniones de Seguimiento						
1.4.1.1	Reunión Seguimiento 1						
1.4.1.2	Reunión Seguimiento 2						
1.4.1.3	Reunión Seguimiento 3						
1.4.1.4	Reuniones de Seguimiento 4						
1.4.1.5	Reuniones de Seguimiento 5						
1.4.1.6	Reuniones de Seguimiento 6						
1.4.1.7	Reuniones de Seguimiento 7						
1.4.1.8	Reuniones de Seguimiento 8						

IMPLEMENTACIÓN BIM

1.4.1.9	Reuniones de Seguimiento 9					
1.4.1.10	Reuniones de Seguimiento 10					
1.4.1.11	Reuniones de Seguimiento 11					
1.4.1.12	Reuniones de Seguimiento 12					
1.4.1.13	Reuniones de Seguimiento 13					
1.4.1.14	Reuniones de Seguimiento 14					
1.4.1.15	Reuniones de Seguimiento 15					
1.4.1.16	Reuniones de Seguimiento 16					
1.4.1.17	Reuniones de Seguimiento 17					
1.4.1.18	Reuniones de Seguimiento 18					
1.4.1.19	Reuniones de Seguimiento 19					
1.4.1.20	Reunion de cierre					
1.4.2	Plan de Adquisiciones					
1.4.2.1	Efectuar compra papelería	1.1.1.4				
1.4.2.2	Generar el Plan de Adquisición HW	1.2.1.3	3,7	4	5,3	4,17
1.4.2.3	Generar el Plan de Adquisiciones SW	1.2.1.3;1.4.2.2	3,7	4	5,3	4,17
1.4.2.4	Plan de Adquisiciones	1.4.2.2; 1.4.2.3				
1.4.2.5	Efectuar compra de software	1.4.2.4; 1.2.2.2.1	2	3	4	3,00
1.4.2.6	Entrega software	1.4.2.5				
1.4.2.7	Efectuar compra de estaciones de trabajo	1.4.2.4; 1.2.2.2.1	2	3	4	3,00
1.4.2.8	Entrega hardware	1.4.2.7				
1.4.2.9	Efectuar compra de entrenamiento	1.2.2.2.1	4,5	5	6,5	5,17
1.4.2.10	Entrega de certificados de entrenamiento	1.3.1.1				
1.4.3	Reserva para contingencias	1.1.1.1				
1.4.4	Fin de proyecto					

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum V} \quad 2,07$$

$$z = \frac{\chi - \mu}{\delta} \quad \sigma = 2,07$$

$$\chi = (z * \sigma) + \mu \quad \mu = 88,53$$

$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad z = 0,99$$

Valor de Z para 84%= 0,99

$\sum_N^1 V$ 4,28

X= 90,58

Por lo tanto, se concluye que la duración de la ruta crítica con una probabilidad del 84% es de máximo 90,58 días

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo G - Presupuesto

Presupuesto

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control	
1.1 Diagnóstico	1.1.1	Inicio de proyecto	\$0	\$0		
	1.1.2	Taller BIM	1.1.2.1	\$ 370.610	\$ 4.401.000	\$ 7.455.689
			1.1.2.2	\$ 596.330		
			1.1.2.3	\$ 452.690		
			1.1.2.4	\$ 185.930		
			1.1.2.5	\$ 986.210		
			1.1.2.6	\$ 226.970		
			1.1.2.7	\$ 42.290		
			1.1.2.8	\$ 1.539.970		
			1.1.2.9	\$ 0		
	1.1.3	Matriz de Madurez BIM	1.1.3.1	\$ 370.610	\$ 1.107.540	
			1.1.3.2	\$ 736.930		
			1.1.3.3	\$ 0		
	1.1.4	Inventarios Procesos / Equipos / Software / RRHH	1.1.4.1	\$ 83.330	\$ 1.947.149	
1.1.4.2			\$ 43.040			
1.1.4.3			\$ 22.520			
1.1.4.4			\$ 154.000			

IMPLEMENTACIÓN BIM

	1.1.4.5	\$ 22.520	
	1.1.4.6	\$ 1.621.739	
	1.1.4.7	\$ 0	
	1.2.1.1	\$ 313.154	
	1.2.1.2	\$ 313.154	
1.2.1 Plan Estratégico BIM	1.2.1.3	\$ 578.850	\$ 1.305.588
	1.2.1.4	\$ 100.430	
	1.2.1.5	\$ 0	
	1.2.2.1.1	\$ 131.210	
	1.2.2.1.2	\$ 182.510	
	1.2.2.1.3	\$ 770.750	
	1.2.2.1.4	\$ 2.056.875	
	1.2.2.1.5	\$ 6.551.690	
1.2 Planeación BIM	1.2.2.1.6	\$ 1.335.050	\$ 24.372.686
	1.2.2.1.7	\$ 0	
	1.2.2.1.8	\$ 131.210	
	1.2.2.1.9	\$ 182.510	
1.2.2 Plan Operacional	1.2.2.1.10	\$ 770.750	\$ 23.067.098
	1.2.2.1.11	\$ 2.056.875	
	1.2.2.1.12	\$ 3.528.410	
	1.2.2.1.13	\$ 2.372.450	
	1.2.2.1.14	\$ 0	
	1.2.2.2.1	\$ 325.517	
	1.2.2.2.2	\$ 1.494.346	
	1.2.2.2.3	\$ 0	
	1.2.2.3.1	\$ 405.083	
	1.2.2.3.2	\$ 366.779	

IMPLEMENTACIÓN BIM

		1.2.2.3.3	\$ 405.083	
		1.2.2.3.4	\$ 0	
	1.3.1 Planeación y entrenamiento	1.3.1.1	\$ 5.000.000	
		1.3.1.2	\$ 3.041.250	\$ 8.041.250
		1.3.1.3	\$ 0	
		1.3.2.1	\$ 95.760	
		1.3.2.2	\$ 112.860	
		1.3.2.3	\$ 738.720	
		1.3.2.4	\$ 882.360	
		1.3.2.5	\$ 684.000	
		1.3.2.6	\$ 348.840	
		1.3.2.7	\$ 222.300	
		1.3.2.8	\$ 348.840	
		1.3.2.9	\$ 177.840	\$ 29.393.070
1.3 Implementación Proyecto Benthó	1.3.2 Modelo BIM	1.3.2.10	\$ 513.000	
		1.3.2.11	\$ 290.700	\$ 21.351.820
		1.3.2.12	\$ 513.000	
		1.3.2.13	\$ 256.500	
		1.3.2.14	\$ 642.960	
		1.3.2.15	\$ 1.744.200	
		1.3.2.16	\$ 841.320	
		1.3.2.17	\$ 1.744.200	
		1.3.2.18	\$ 755.820	
		1.3.2.19	\$ 0	
		1.3.2.20	\$ 5.721.660	
		1.3.2.21	\$ 0	

IMPLEMENTACIÓN BIM

		1.3.2.22	\$ 355.680		
		1.3.2.23	\$ 0		
		1.3.2.24	\$ 513.000		
		1.3.2.25	\$ 0		
		1.3.2.26	\$ 3.848.260		
		1.3.2.27	\$ 0		
		1.4.1.1	\$ 0		
		1.4.1.2	\$ 0		
		1.4.1.3	\$ 0		
		1.4.1.4	\$ 0		
		1.4.1.5	\$ 0		
		1.4.1.6	\$ 0		
		1.4.1.7	\$ 0		
		1.4.1.8	\$ 0		
		1.4.1.9	\$ 0		
	1.4.1 Reuniones de Seguimiento	1.4.1.10	\$ 0	\$ 0	
1.4 Dirección de proyecto		1.4.1.11	\$ 0		\$ 64.435.438
		1.4.1.12	\$ 0		
		1.4.1.13	\$ 0		
		1.4.1.14	\$ 0		
		1.4.1.15	\$ 0		
		1.4.1.16	\$ 0		
		1.4.1.17	\$ 0		
		1.4.1.18	\$ 0		
		1.4.1.19	\$ 0		
		1.4.2.1	\$ 50.000		

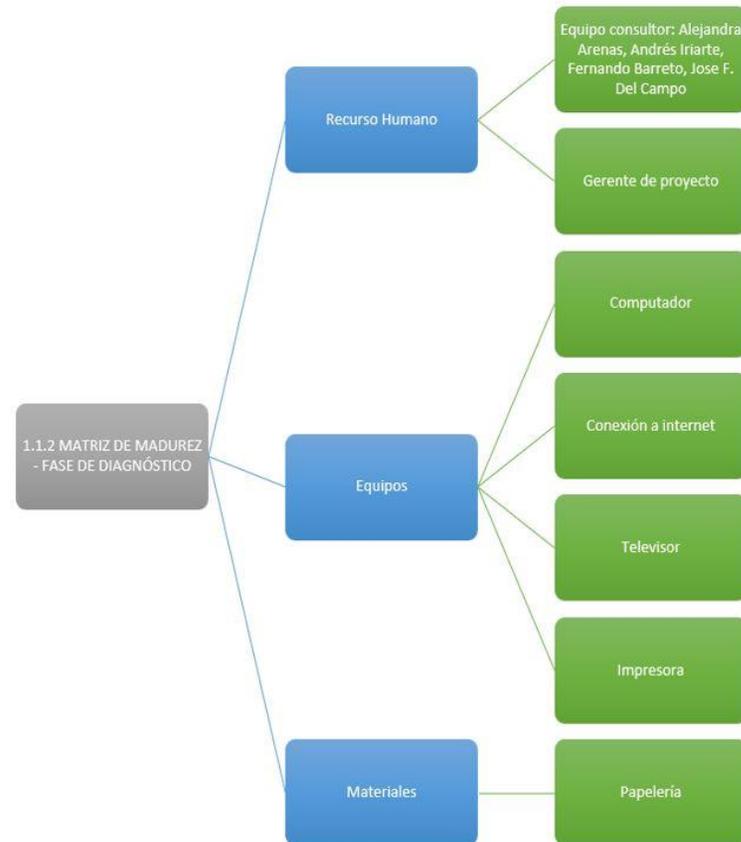
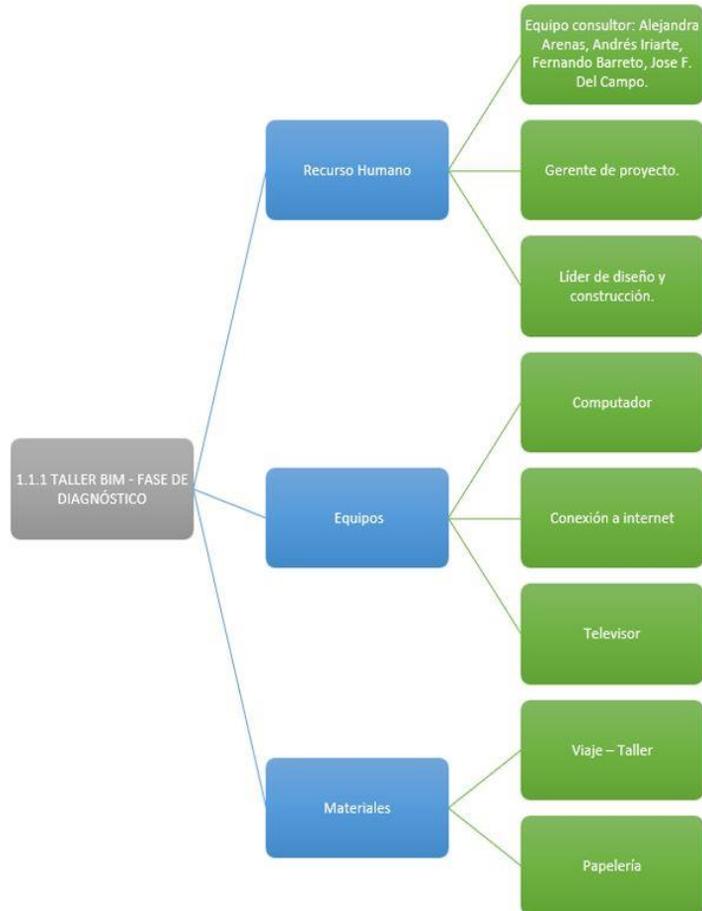
IMPLEMENTACIÓN BIM

	1.4.2.2	\$ 1.205.546	
	1.4.2.3	\$ 1.205.546	
	1.4.2.4	\$ 0	
	1.4.2.5	\$ 42.180.000	
1.4.2 Plan de Adquisiciones	1.4.2.6	\$ 0	\$ 64.435.438
	1.4.2.7	\$ 18.300.000	
	1.4.2.8	\$ 0	
	1.4.2.9	\$ 1.494.346	
	1.4.2.10	\$ 0	
Sumatoria paquetes de trabajo		\$	124.162.537
Reserva de contingencia		\$	5.400.000
Línea base de costos / Σ cuentas de control		\$	129.562.537
Reserva de gestión (10%)		\$	12.956.254
PRESUPUESTO		\$	142.518.791

IMPLEMENTACIÓN BIM

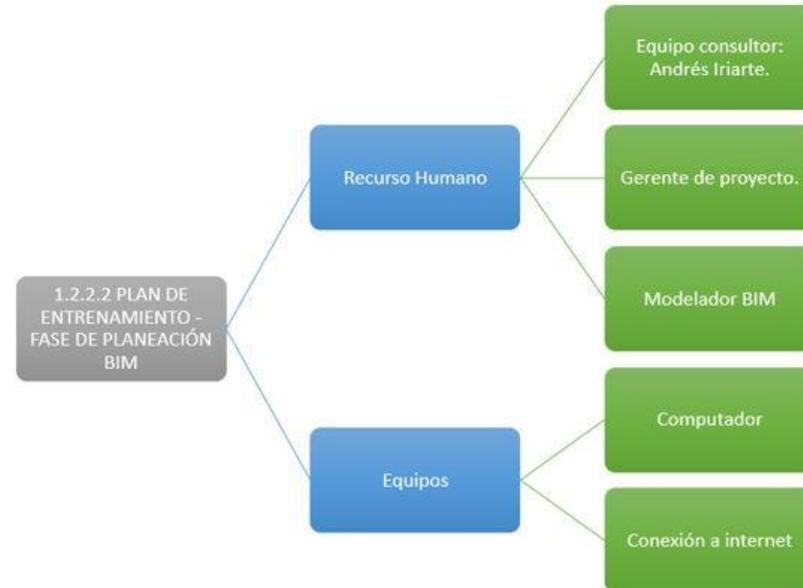
Anexo H – Estimación de recursos RBS

Estimación de recursos Paquetes de trabajo 1.1.1 – 1.1.2.



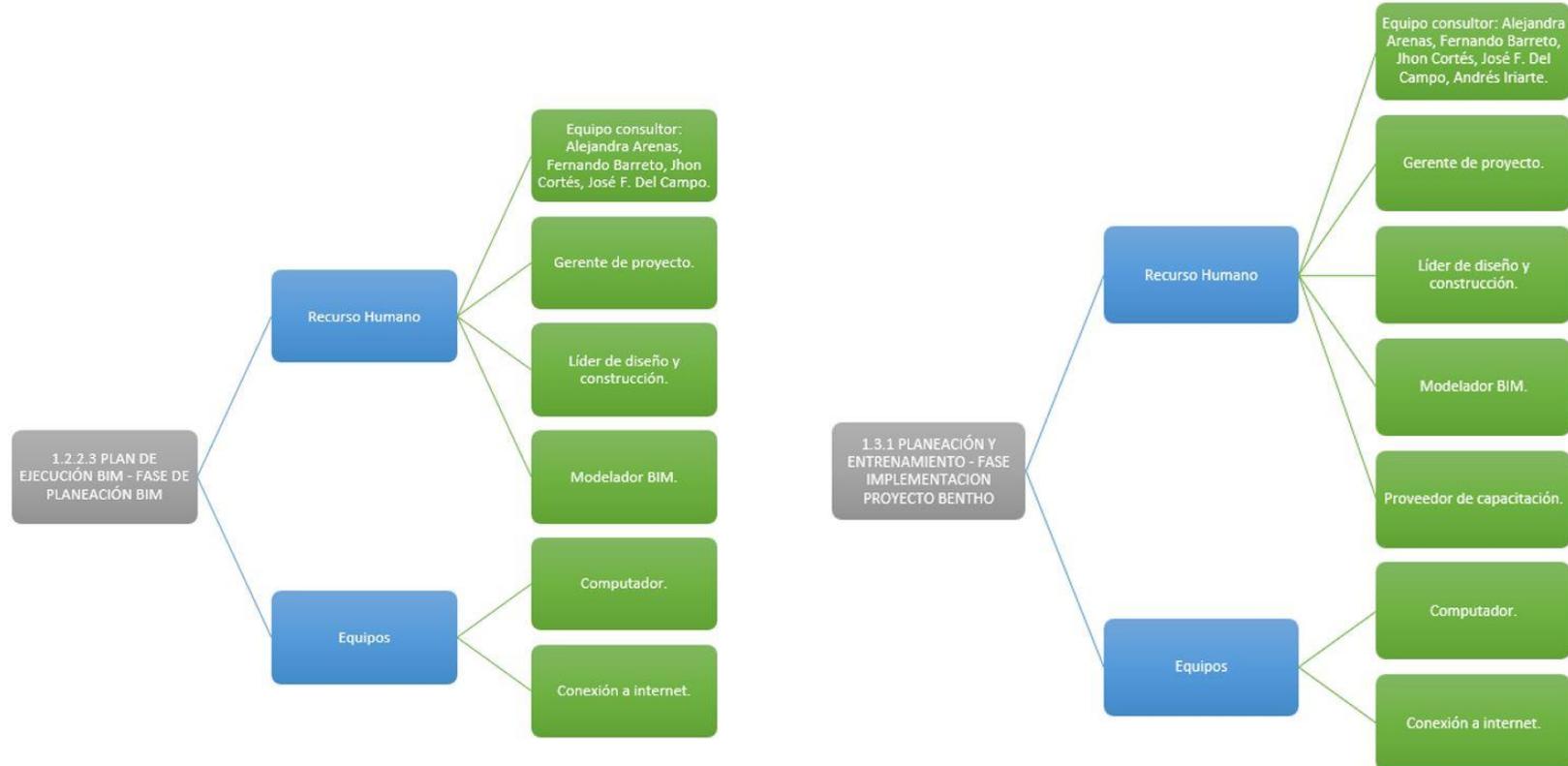
IMPLEMENTACIÓN BIM

Estimación de recursos Paquetes de trabajo 1.2.2.1 – 1.2.2.2



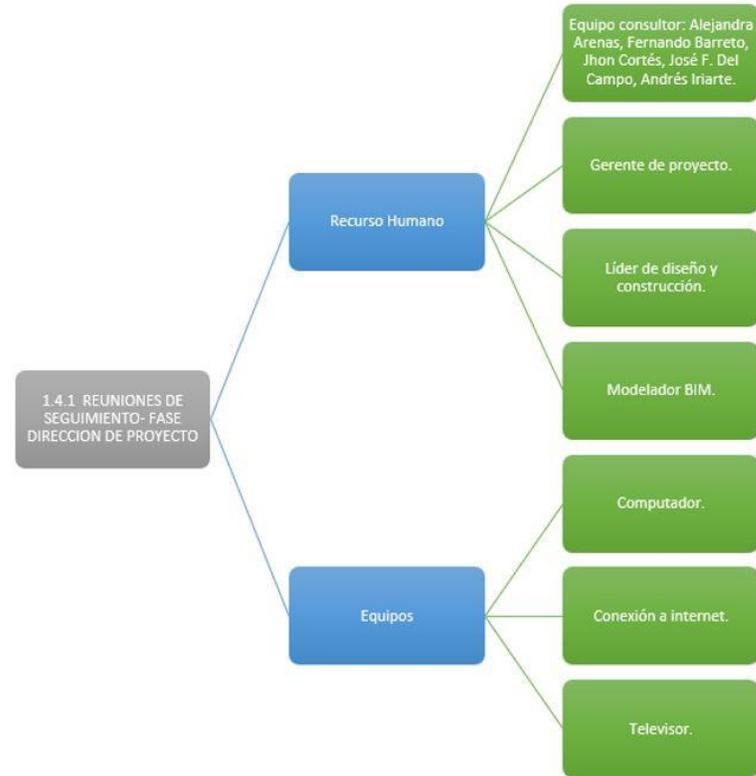
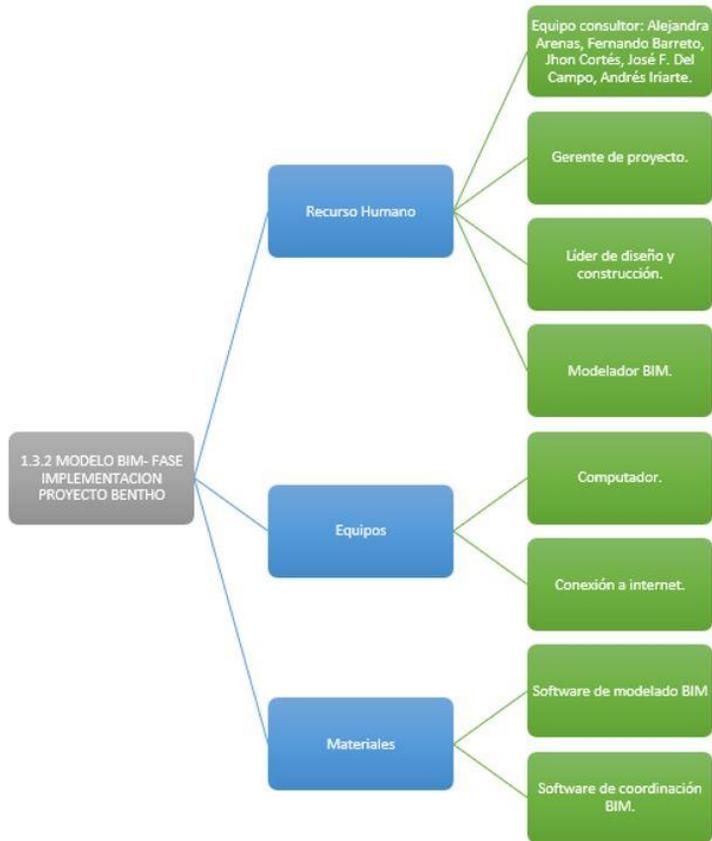
IMPLEMENTACIÓN BIM

Estimación de recursos Paquetes de trabajo 1.2.2.3 – 1.3.1

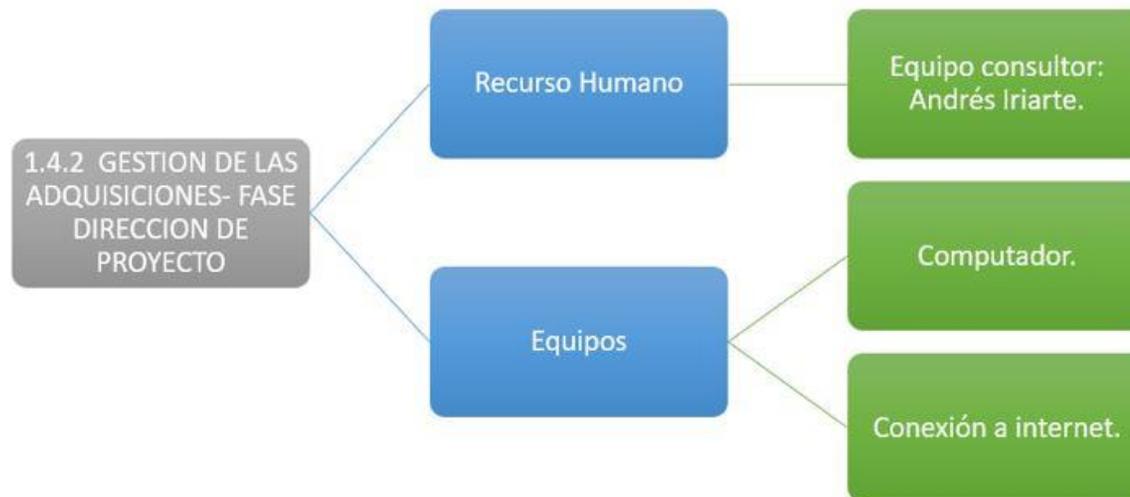


IMPLEMENTACIÓN BIM

Estimación de recursos Paquetes de trabajo 1.3.2 – 1.4.1



**Estimación de recursos
Paquete de trabajo 1.4.2**



IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo I – Matriz de comunicaciones

MATRIZ DE COMUNICACIONES								
CANAL	EMISOR	INFORMACION	MÉTODO	TECNO.	FRECUENCIA	TIEMPO RESP.	RECEPTOR	
INT01	Jaime Arango INTS01	Requiere información del alcance del proyecto (líneas base), plan BIM de la constructora junto con los informes de avances periódicos del proyecto que incluyen las solicitudes de cambios que afecten las líneas base, así como información de registros de incidentes y lecciones aprendidas.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Semanal	inmediat o (no más de 2 días)	Andrés Arango INTG2	
INT04	Andrés Arango INTG2	(INTLD03) Requiere información del plan estratégico BIM, el cronograma del proyecto para identificar las actividades a su cargo y los avances respecto a la línea base de tiempo, fechas de capacitaciones y fechas de entregas de hardware y software por parte de los proveedores. (INTG2) Requiere información del plan de dirección del proyecto, informes de desempeño del trabajo, reportes de avance de los integrantes del equipo de proyecto, registros de incidentes, solicitudes de cambio que afecten las líneas base del proyecto y las ofertas técnico-económicas de los proveedores y estar informado de los cambios de interesados.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Mínimo semanal o cuando se requiera	inmediat o (no más de 1 días)	Salim Abdala INTLD03	
INT05	Salim Abdala INTLD03	Requiere información del plan estratégico BIM, el cronograma del proyecto para identificar las actividades a su cargo y los avances respecto a la línea base de tiempo, fechas de capacitaciones y fechas de entregas de hardware y software por parte de los proveedores.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Mínimo semanal o cuando se requiera	inmediat o (no más de 1 días)	Rafael Gutiérrez INTMB04	

IMPLEMENTACIÓN BIM

INT06	Andrés Arango INTG2	(INTMB04) Requiere información del plan estratégico BIM, el cronograma del proyecto para identificar las actividades a su cargo y los avances respecto a la línea base de tiempo, fechas de capacitaciones y fechas de entregas de hardware y software por parte de los proveedores. (INTG2) Requiere información del plan de dirección del proyecto, informes de desempeño del trabajo, reportes de avance de los integrantes del equipo de proyecto, registros de incidentes, solicitudes de cambio que afecten las líneas base del proyecto y las ofertas técnico-económicas de los proveedores y estar informado de los cambios de interesados.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Mínimo semanal o cuando se requiera	inmediato o (no más de 1 días)	Rafael Gutiérrez INTMB04
PRI01	Equipos INTPS05	Conocer los requerimientos de conectividad de la red, así como la fecha y lugar en el cual deben instalarse	interactivo / push	Correo electrónico y llamadas telefónicas	Cuando se requiera información puntual	1 día	Andrés Arango INTG2
PRI02	Telecomunicaciones INTPH06	Conocer los requerimientos técnicos de los equipos, así como la fecha y lugar de entrega.	Interactivo / push	Correo electrónico y llamadas telefónicas	Cuando se requiera información puntual	1 día	Andrés Arango INTG2
PRI03	Andrés Arango INTG2	Conocer los requerimientos técnicos de software, así como la fecha y lugar de entrega de las claves de activación	interactivo	Correo electrónico y llamadas telefónicas	Cuando se requiera información puntual	2 días	Software INTPS05

IMPLEMENTACIÓN BIM

PRI04	Andrés Arango INTG2	Conocer los requerimientos de la constructora en cuanto al alcance BIM, el perfil de los participantes y adecuar los contenidos de la capacitación. Fecha y lugar de entrega.	interactivo	Correo electrónico y llamadas telefónicas	Cuando se requiera información puntual	2 días	Capacitación INTPT09
EXT1	Andrés Arango INTG2	(INTEC08) Estar al tanto de las solicitudes de cambios, avances del trabajo e incidentes que se presenten en el ciclo de vida del proyecto. (INTG2) Requiere información del plan de dirección del proyecto, informes de desempeño del trabajo, reportes de avance de los integrantes del equipo de proyecto, registros de incidentes, solicitudes de cambio que afecten las líneas base del proyecto y las ofertas técnico-económicas de los proveedores y estar informado de los cambios de interesados.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Mínimo semanal o cuando se requiera	no más de 1 día	Equipo Consultor INTEC08
EXT8	Equipo Consultor INTEC08	(INTEC08) Estar al tanto de las solicitudes de cambios, avances del trabajo e incidentes que se presenten en el ciclo de vida del proyecto. (INTPT09) Conocer los requerimientos de la constructora en cuanto al alcance BIM, el perfil de los participantes y adecuar los contenidos de la capacitación.	interactivo	Correo electrónico, llamadas, reuniones presenciales y virtuales	Cuando se requiera información puntual	2 días	Capacitación INTPT09
EXT25	Jaime Arango INTS03	(INTEC08) Estar al tanto de las solicitudes de cambios, avances del trabajo e incidentes que se presenten en el ciclo de vida del proyecto. (INTS01) Requiere información del alcance del proyecto (líneas base), plan BIM de la constructora junto con los informes de avances periódicos del proyecto que incluyen las solicitudes de cambios que afecten las líneas base, así como información de registros de incidentes y lecciones aprendidas.	interactivo	Reuniones virtuales, llamas telefónicas y correo electrónico	Cuando se requiera.	no más de 1 día	Equipo Consultor INTEC08

IMPLEMENTACIÓN BIM

SUPOSICIONES	RESTRICCIONES
INTS01 puede ser invitado a las reuniones de seguimiento semanal del equipo de proyecto.	La información debe enviarse únicamente por correo electrónico corporativo.
Los interesados cuentan con conexión a Internet.	Se deben utilizar los formatos estipulados para los respectivos informes.
INTG2 tiene acceso a los formatos de presentación de informes.	Estas comunicaciones de seguimiento se deben realizar a través de correo electrónico y son de carácter periódico.
La información tipo PULL se encuentra en un repositorio con acceso autorizado para los respectivos interesados (ej. formatos, líneas base, etc.).	Para casos de requerimientos urgentes se considerará el uso de llamada telefónica, reuniones cara a cara y/o virtuales.
INTLD03 / INTMB04 asistirán a todas las reuniones de seguimiento semanal del equipo de proyecto. Para casos de requerimiento urgentes se considerará el uso de llamada telefónica y/o reuniones cara a cara.	
Cuentan con la solución requerida.	
Cuentan con los programas requeridos.	
Cuentan con los programas de capacitación y contenidos requeridos.	
Puede realizar la capacitación de forma presencial o virtual.	

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo J – Requisitos de calidad

Requisitos de Calidad

Código	Descripción de Requisito	Entregables de la EDT/WBS	Especificación / Requisito técnico
R-01	Optimizar el diseño a través del uso de nuevas tecnologías.	Plan operacional BIM	Programa de diseño BIM que permita el trabajo colaborativo.
		Plan de ejecución BIM	Programa de diseño BIM que incorpore el uso de familias. Programa de diseño BIM que trabaje arquitectura, estructura, electricidad, sistemas HVAC, hidrosanitario.
R-02	Mejorar la coordinación con modelos 3D.	Plan operacional BIM	Programa de diseño BIM que incorpore el estándar IFC.
			Programa de coordinación BIM que permita el trabajo colaborativo. Programa de coordinación BIM que trabaje con el estándar IFC.
R-03	Contar con personal calificado para uso de nuevas tecnologías.	Plan operacional BIM	Plan de capacitación en herramientas BIM de diseño y coordinación que incluya:
			Georreferenciación de proyectos.
			Modelos BIM federados.
			Estándares de intercambio de información IFC.
			Estándares de clasificación de elementos (Unifomat – Omniclass tabla 21).
			Estándar de modelado nivel LOD.
Tablas de cuantificación de materiales.			
			Biblioteca de materiales.

IMPLEMENTACIÓN BIM

			Biblioteca de familias.
			Plantillas de diseño.
			Procesos de diseño y coordinación BIM que integren:
			Georreferenciación de proyectos.
			Modelos BIM federados.
			Estándares de intercambio de información IFC.
R-04	Estandarización de procesos a través de buenas prácticas.	Plan operacional BIM Plan de ejecución BIM	Estándares de clasificación de elementos (Uniformat – Omniclass tabla 21). Estándar de modelado nivel LOD. Tablas de cuantificación de materiales. Biblioteca de materiales. Biblioteca de familias. Plantillas de diseño.
R-05	Estandarización de plataformas tecnológicas.	Plan operacional BIM Plan de ejecución BIM	Programas de diseño BIM y coordinación BIM compatibles.
R-06	Cumplir con el cronograma y presupuesto aprobados.	Todos los entregables	Cumplimiento del cronograma aprobado. Cumplimiento del presupuesto aprobado.
		Plan estratégico BIM	Cumplimiento de todos los requerimientos del proyecto.
R-07	Integración con los lineamientos estratégicos de la Constructora.	Taller BIM Matriz de madurez Diagnóstico	Asistencia de interesados clave al taller BIM: patrocinador, gerente del proyecto, líder de diseño y construcción, modelador BIM. Correspondencia de objetivos BIM con objetivos estratégicos de la Constructora.

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo K – Entregables del proyecto y requisitos de calidad

Entregables del proyecto y requisitos de calidad

Fase	Entregable	Requisitos de calidad y técnicos	Herramientas de calidad	Normatividad
Diagnóstico	Taller BIM	Asistencia de interesados clave al taller. Cumplimiento al 100% del contenido del taller.	Lista de verificación del taller: Invitación al taller. Confirmación de asistencia de interesados clave. Logística del taller. Contenido de taller.	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.
	Matriz de madurez	Asistencia de interesados clave a la aplicación de la matriz.	Encuesta de satisfacción. Plantilla adaptada de matriz de madurez (National BIM Standard - United States).	Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI. Legislación laboral colombiana
	Diagnóstico	Diligenciamiento de los formatos de levantamiento de información para: Personal / Equipos y procesos del área de diseño de la Constructora.	Lista de verificación del taller: Invitación al taller. Confirmación de asistencia de interesados clave. Formato de levantamiento de información de equipos.	ISO-19650 Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI

IMPLEMENTACIÓN BIM

			Formato de levantamiento de información de procesos. Entrevistas.	Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Legislación laboral colombiana
Planeación BIM	Plan estratégico BIM	Correspondencia de objetivos BIM con objetivos estratégicos de la Constructora.	Matriz de correspondencia de objetivos BIM. Plantilla adaptada de Plan estratégico BIM (National BIM Standard - United States).	ISO-19650 Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Legislación laboral colombiana
	Plan operacional – Alcance BIM	Diseño de procesos que cumplan: Georreferenciación de proyectos. Modelos BIM federados. Estándares de intercambio de información IFC. Estándares de clasificación de elementos (Uniformat – Omniclass tabla 21). Estándar de modelado nivel LOD. Tablas de cuantificación de materiales. Biblioteca de materiales.	Lista de verificación de cumplimiento de requisitos. Plantilla adaptada de Plan operacional BIM (National BIM Standard - United States).	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana

IMPLEMENTACIÓN BIM

	Biblioteca de familias. Plantillas de diseño.		
	Entrenamiento que contemple: Georreferenciación de proyectos. Modelos BIM federados. Estándares de intercambio de información IFC. Estándares de clasificación de elementos (Uniformat – Omniclass tabla 21). Estándar de modelado nivel LOD. Tablas de cuantificación de materiales. Biblioteca de materiales. Biblioteca de familias. Plantillas de diseño.		
Plan operacional – Plan de entrenamiento		Lista de verificación de cumplimiento de requisitos. Evaluación de la capacitación. Encuesta de satisfacción. Plantilla adaptada de Plan operacional BIM (National BIM Standard - United States).	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana
Plan operacional – Plan de ejecución BIM	Plantilla de plan de ejecución BIM que contemple: Georreferenciación de proyectos. Modelos BIM federados. Estándares de intercambio de información IFC.	Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos. Plantilla adaptada de Plan de ejecución BIM (National BIM Standard - United States).	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.

IMPLEMENTACIÓN BIM

		<p>Estándares de clasificación de elementos (Unifomat – Omniclass tabla 21).</p> <p>Estándar de modelado nivel LOD.</p> <p>Tablas de cuantificación de materiales.</p> <p>Biblioteca de materiales.</p> <p>Biblioteca de familias.</p> <p>Plantillas de diseño.</p>		<p>Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI</p> <p>Legislación laboral colombiana</p> <p>Norma de sismo resistencia NSR - 10.</p> <p>RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas)</p>
	Plan operacional BIM	<p>Integración del Alcance BIM, Plan de entrenamiento y Plan de ejecución BIM en el documento de Plan operacional BIM.</p>	<p>Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos.</p> <p>Plantilla adaptada de Plan operacional BIM (National BIM Standard - United States).</p>	<p>Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.</p> <p>Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI</p> <p>Legislación laboral colombiana</p>
Implementación Benthó	Plan de ejecución BIM Benthó.	<p>Plan de ejecución BIM para Benthó a partir del Plan de ejecución diseñado en el Plan operacional BIM que debe contemplar como mínimo:</p> <p>Georreferenciación de proyectos.</p> <p>Modelos BIM federados.</p> <p>Estándares de intercambio de información IFC.</p>	<p>Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos.</p> <p>Plantilla adaptada de Plan de ejecución BIM (National BIM Standard - United States).</p>	<p>ISO-19650</p> <p>ISO-16739</p> <p>Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.</p> <p>Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.</p> <p>Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI</p> <p>Legislación laboral colombiana</p> <p>Norma de sismo resistencia NSR - 10.</p>

IMPLEMENTACIÓN BIM

	<p>Estándares de clasificación de elementos (Uniformat – Omniclass tabla 21).</p> <p>Estándar de modelado nivel LOD.</p> <p>Listado de salidas gráficas (Escala).</p> <p>Tablas de cuantificación de materiales.</p> <p>Biblioteca de materiales.</p> <p>Biblioteca de familias.</p> <p>Plantillas de diseño</p>		<p>RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas)</p> <p>RETILAP (si aplica).</p>
Modelo coordinado	<p>Resolver el 90% de las interferencias detectadas.</p> <p>Justificar el 10% restante de las interferencias que no se resolvieron.</p>	<p>Informe de interferencias con justificaciones de la no resueltas.</p>	<p>ISO-19650</p> <p>ISO-16739</p> <p>Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.</p> <p>Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.</p> <p>Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI</p> <p>Legislación laboral colombiana</p> <p>Norma de sismo resistencia NSR - 10.</p> <p>RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas)</p> <p>RETILAP (si aplica).</p>

IMPLEMENTACIÓN BIM

Detalles	Cumplir con lo estipulado en el listado de salidas gráficas del Plan de ejecución BIM.	Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos. Plantilla de diseño BIM.	<p>ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) RETILAP (si aplica).</p>
Tablas de cantidades	Cumplir con lo estipulado en la definición de las tablas de cuantificación de materiales del Plan de ejecución BIM.	Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos. Plantilla de diseño BIM.	<p>ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana Norma de sismo resistencia NSR - 10.</p>

IMPLEMENTACIÓN BIM

			RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) RETILAP (si aplica).
Planos	Cumplir con lo estipulado en el listado de salidas gráficas del Plan de ejecución BIM.	Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos. Plantilla de diseño BIM.	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) RETILAP (si aplica).
Informe de implementación	Incorporar los resultados obtenidos de la aplicación del Plan de ejecución BIM del proyecto Benthó: modelo coordinado BIM, salidas gráficas y tablas de cantidades.	Lista de verificación del cumplimiento de los requisitos del informe.	ISO-19650 ISO-16739 Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos. Lineamientos del Código de ética y conducta profesional del PMI Legislación laboral colombiana

IMPLEMENTACIÓN BIM

Norma de sismo resistencia NSR -
10.

RETIE (Reglamento técnico de
instalaciones eléctricas)

RETILAP (si aplica).

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo L – Métricas de calidad

Métricas de Calidad

METRICAS DE CALIDAD (PROYECTO)	
Nombre de la métrica:	Variación del cronograma
Objetivo de la métrica:	Determina en qué medida el proyecto está adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, en un momento determinado.
Factor de calidad:	Cumplimiento del cronograma en un mínimo del 90%
Método de medición:	Se aplica el método de valor ganado.
Frecuencia de la medición:	Semanal.
Meta:	Dar cumplimiento al 100% del cronograma.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE PRODUCTO (PROYECTO)	
Nombre de la métrica:	Variación del costo
Objetivo de la métrica:	Monto del déficit o superávit presupuestario en un momento dado.
Factor de calidad:	Cumplimiento del presupuesto en un mínimo del 80%.
Método de medición:	Se aplica el método de valor ganado.
Frecuencia de la medición:	Semanal.
Meta:	Cumplimiento del 100% del presupuesto.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE CALIDAD (PROYECTO)	
Nombre de la métrica:	Índice de desempeño del trabajo por completar.
Objetivo de la métrica:	Desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir con un determinado objetivo de gestión.
Factor de calidad:	Cumplimiento del desempeño en un 0.95 con respecto al costo del proyecto.
Método de medición:	Se aplica el método de valor ganado.
Frecuencia de la medición:	Semanal.
Meta:	Cumplimiento de 1 del desempeño.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE PRODUCTO (PROYECTO)	
Nombre de la métrica:	Desempeño del cronograma.
Objetivo de la métrica:	Medida de la eficiencia con que el equipo del proyecto está utilizando su tiempo.
Factor de calidad:	Cumplimiento del 0.85 con respecto al cronograma.
Método de medición:	Se aplica el método de valor ganado.
Frecuencia de la medición:	Semanal.
Meta:	Cumplimiento de 1 del desempeño.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE CALIDAD (PROYECTO)	
Nombre de la métrica:	Desempeño del costo.
Objetivo de la métrica:	Mide la eficiencia del costo para el trabajo completado.
Factor de calidad:	Cumplimiento del 0.85 con respecto al cronograma.
Método de medición:	Se aplica el método de valor ganado.
Frecuencia de la medición:	Semanal.
Meta:	Cumplimiento de 1 del desempeño.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Encuesta de Satisfacción - Taller BIM.
Objetivo de la métrica:	Medir el nivel de satisfacción de los asistentes al taller BIM.
Factor de calidad:	Evaluación de los componentes del taller en un mínimo de 8 puntos sobre 10: logística, contenido del taller, conocimiento del tema por parte del expositor.
Método de medición:	Encuesta de satisfacción del Taller BIM.
Frecuencia de la medición:	Una vez al finalizado el Taller BIM.
Meta:	Dar cumplimiento a la satisfacción de los interesados con un 10 de 10.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Implementación- Matriz de madurez.
Objetivo de la métrica:	Identificar el nivel de madurez actual de la constructora con respecto a BIM y el nivel deseado al que quiere llegar.
Factor de calidad:	Aplicar el 100% de la Matriz de madurez.
Método de medición:	Uso de Plantilla adaptada de matriz de madurez (National BIM Standard - United States).
Frecuencia de la medición:	Una vez realizada el Taller BIM.
Meta:	Dar cumplimiento al 100 %, del proceso de implementación de la Matriz de Madurez.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de Proyectos.

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Diagrama de Matriz - Plan estratégico BIM.
Objetivo de la métrica:	Verificar la correcta correspondencia entre los objetivos estratégicos de la constructora y los objetivos BIM para el desarrollo del proyecto.
Factor de calidad:	Todos los objetivos BIM estén asociados con los objetivos estratégicos de la constructora.
Método de medición:	Validación de la información por medio del diagrama de matriz de correspondencia de objetivos BIM.
Frecuencia de la medición:	Una vez elaborado el Plan estratégico.
Meta:	Una correspondencia de un 100% de los objetivos estratégicos de la constructora con los objetivos BIM.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de Proyecto/ Equipo Asesor.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Diagnóstico.
Objetivo de la métrica:	Verificar la aceptación del Taller BIM y la Matriz de madurez.
Factor de calidad:	Aceptación del Taller BIM y la Matriz de madurez.
Método de medición:	Se verificará en el momento de realizar el diagnóstico.
Frecuencia de la medición:	Se realizará una vez al inicio del diagnóstico.
Meta:	Validación de la aprobación del Taller BIM y la Matriz de madurez.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de Proyecto/ Equipo asesor.

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Plan operacional- alcance BIM.
Objetivo de la métrica:	Verificar que se contenga dentro del Plan operacional, el alcance BIM 3D y 5D.
Factor de calidad:	Incorporación del alcance 3D y 5D en un 100%.
Método de medición:	Lista de verificación de los requisitos.
Frecuencia de la medición:	Al finalizar el Documento del Alcance BIM.
Meta:	Incorporación del alcance 3D y 5D en un 100%.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de proyecto

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Cumplimientos de requisito de contenido – plan de entrenamiento. federados.
Objetivo de la métrica:	Cumplimiento de los contenidos mínimos de la capacitación:
	Georreferenciación de proyectos. Modelos BIM.
	• Modelos BIM federados.
	• Estándares de intercambio de información IFC.
	• Estándares de clasificación de elementos (Uniformat – Omniclass tabla 21).
	• Estándar de modelado nivel LOD.
	• Tablas de cuantificación de materiales.
	• Biblioteca de materiales.
	• Biblioteca de familias.
• Plantillas de diseño.	
Factor de calidad:	Que el personal este preparado, para cualquier proceso de implementación según la metodología de entreno de la implementación BIM.
Método de medición:	La medición se verá reflejada en el correcto desempeño del personal capacitado para dichos procesos de la implementación.
Frecuencia de la medición:	Se realizará una vez.
Meta:	Obtener una mano de obra calificada.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de proyectos.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Encuesta de satisfacción – plan de entrenamiento.
Objetivo de la métrica:	Medir el nivel de satisfacción de los asistentes al entrenamiento.
Factor de calidad:	Evaluación de los componentes del taller en un mínimo de 8 puntos sobre 10: logística, contenido del taller, conocimiento del tema por parte del expositor.
Método de medición:	Encuesta de satisfacción del entrenamiento.
Frecuencia de la medición:	Una vez al finalizado el entrenamiento.
Meta:	Dar cumplimiento a la satisfacción de los interesados con un 10 de 10.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Evaluación de participantes – plan de entrenamiento.
Objetivo de la métrica:	Evaluar los conocimientos adquiridos por los participantes.
Factor de calidad:	Calificación en un mínimo de 8 sobre 10.
Método de medición:	Evaluación escrita.
Frecuencia de la medición:	Una vez finalizada la capacitación.
Meta:	Calificación en un mínimo de 10 sobre 10.
Responsable del factor de calidad:	Gerente de proyectos.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Cumplimiento de requisitos de calidad del Plan operacional – Plan de ejecución BIM.
Objetivo de la métrica:	Garantizar el cumplimiento de los requisitos del Plan Operacional – Plan de ejecución BIM.
Factor de calidad:	Garantizar el cumplimiento del 100% de requisitos.
Método de medición:	$\frac{(\#de\ requisitos\ cumplidos)}{(\#\ total\ de\ requisitos)} \times 100$
Frecuencia de la medición:	A la finalización del Plan Operacional – Plan de ejecución BIM.
Meta:	Llegar al 100% de requisitos cumplidos.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Cumplimiento de requisitos de calidad- Plan Operacional BIM.
Objetivo de la métrica:	Garantizar el cumplimiento de los requisitos del Plan Operacional BIM: aceptación del alcance BIM, aceptación del plan de entrenamiento y aceptación del plan de ejecución BIM.
Factor de calidad:	Aceptación de alcance BIM, del plan de entrenamiento y plan de ejecución BIM.
Método de medición:	Lista de verificación de aceptación.
Frecuencia de la medición:	Al finalizar el Plan operacional BIM.
Meta:	Cumplimiento de los requisitos al 100%.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Cumplimiento de requisitos - Plan de ejecución BIM Benthó.
Objetivo de la métrica:	Garantizar el cumplimiento de los requisitos del entregable.
Factor de calidad:	Garantizar el cumplimiento del 100% de requisitos.
Método de medición:	$\frac{(\#de\ requisitos\ cumplidos)}{(\#\ total\ de\ requisitos)} \times 100$
Frecuencia de la medición:	A la finalización del entregable.
Meta:	100% de requisitos cumplidos.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Resolución de interferencias - Modelo coordinado.
Objetivo de la métrica:	Garantizar la resolución de interferencias en el modelo BIM.
Factor de calidad:	Resolver el 90% de las interferencias detectadas.
Método de medición:	$\frac{(\#de\ interferencias\ resueltas)}{(\#\ interferencias\ detectadas)} \times 100$
Frecuencia de la medición:	Al finalizar cada iteración de coordinación.
Meta:	Resolver el 100% de las interferencias detectadas.
Responsable del factor de calidad:	Modelador BIM.

IMPLEMENTACIÓN BIM

METRICAS DE PRODUCTO (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Lista de Verificación – Planos
Objetivo de la métrica:	Verificar el cumplimiento de los requisitos necesarios para la planimetría del proyecto.
Factor de calidad:	Cumplimiento del 100% de los planos realizados.
Método de medición:	Validación con lista de requisitos de la planimetría.
Frecuencia de la medición:	Cada vez que se genera un plano.
Meta:	Cumplimiento del 100% de los planos realizados.
Responsable del factor de calidad:	Líder de proyectos

METRICAS DE CALIDAD (PRODUCTO)	
Nombre de la métrica:	Lista de verificación- Informe de Implementación.
Objetivo de la métrica:	Verificar que el informe contenga la información de los resultados obtenidos en la implementación de: Plan de ejecución BIM del proyecto Benthos: modelo coordinado BIM, Salidas gráficas y Tablas de cantidades.
Factor de calidad:	Cumplimiento del 100% de los requisitos de calidad para el informe.
Método de medición:	Revisión de la lista de verificación del cumplimiento de los requisitos del informe.
Frecuencia de la medición:	Una vez elaborado el informe.
Meta:	Cumplimiento del 100% del informe de implementación.
Responsable del factor de calidad:	Gerente del proyecto.

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo M – Actividades de gestión y control de la calidad

Actividades de gestión y control de la calidad

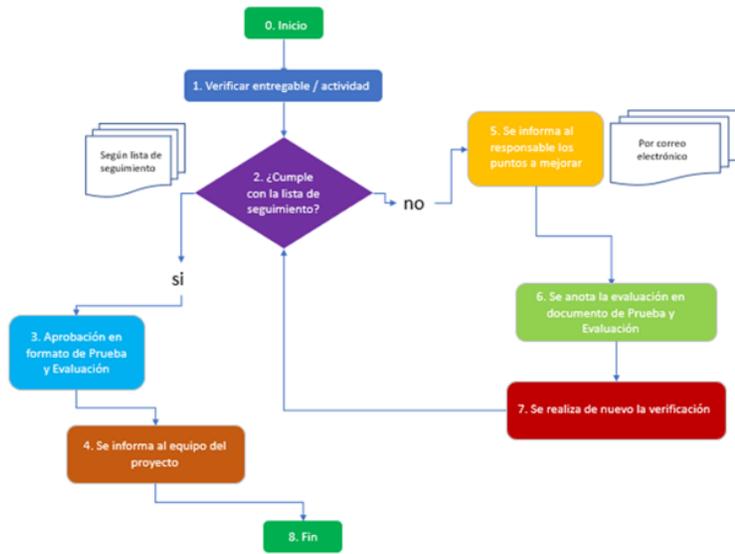
ENTREGABLE	PROCESOS	SUJETO A REVISIÓN DE CALIDAD
Taller BIM	Verificación de lista de participantes, contenido del Taller.	Verificación del uso de la plantilla de Matriz de madurez BIM de (Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.)
Matriz de madurez	Verificación de lista de participantes, contenido del Taller.	
Inventarios, Procesos, equipos, software, RRHH	Evaluación de los formatos de levantamiento de información de equipos y procesos de la constructora.	Uso de las plantillas aprobadas para el levantamiento de la información (Lineamientos del PMBOK para la dirección de proyectos.) - Documentos de planeación.
Plan estratégico BIM	Evaluación de Matriz de correspondencia de objetivos BIM. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan estratégico BIM.	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.
Plan operacional- Alcance BIM	Verificación del cumplimiento de requisitos. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan operacional BIM.	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.
Plan operacional - Plan de entrenamiento	Verificación de lista cumplimiento de requisitos. Evaluación de la capacitación. Encuesta de satisfacción. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan operacional BIM	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.
Plan operacional - Plan de ejecución BIM	Verificación de lista cumplimiento de requisitos. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan de ejecución BIM.	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.
Plan operacional BIM	Verificación de lista cumplimiento de requisitos. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan operacional BIM.	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3.
Plan de ejecución BIM Benthó.	Verificación de lista cumplimiento de requisitos. Evaluación de la plantilla adaptada de Plan de ejecución BIM.	Uso de plantillas y recomendaciones de análisis de los Lineamientos de National BIM Standard - United States Versión 3. Seguir los lineamientos del plan de ejecución BIM dentro del Plan operacional.

IMPLEMENTACIÓN BIM

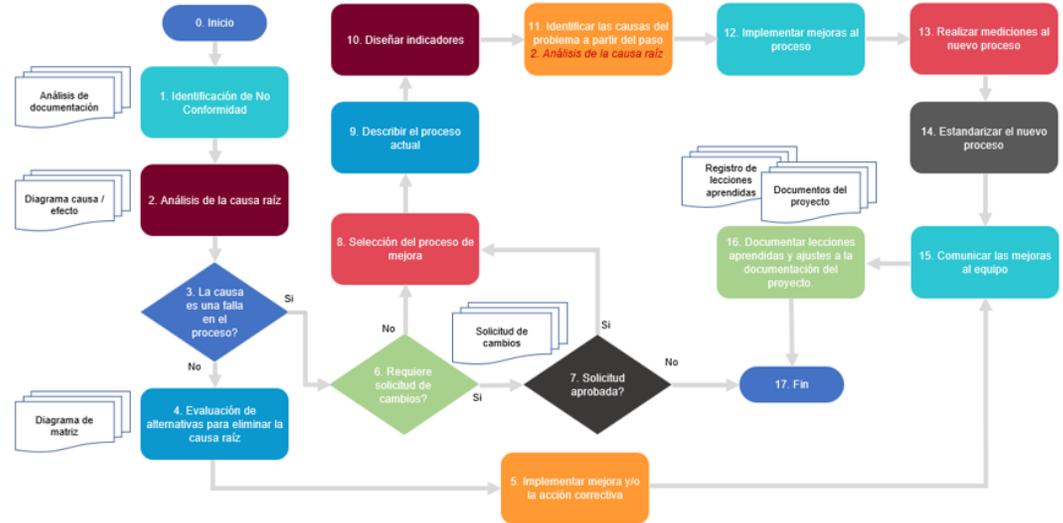
ENTREGABLE	PROCESOS	SUJETO A REVISIÓN DE CALIDAD
Modelo coordinado	Verificación de informe de interferencias	Seguir los lineamientos del plan de ejecución BIM Benthó.
		Seguir los procesos del Plan operacional BIM. Cumplimiento de: Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), RETILAP (si aplica).
Detalles	Evaluación de la plantilla de diseños BIM	Seguir los lineamientos del plan de ejecución BIM Benthó.
		Seguir los procesos del Plan operacional BIM. Cumplimiento de: Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), RETILAP (si aplica).
Tablas de cantidades	Evaluación de la plantilla de diseños BIM	Seguir los lineamientos del plan de ejecución BIM Benthó.
Planos	Evaluación de la plantilla de diseños BIM	Seguir los procesos del Plan operacional BIM. Cumplimiento de: Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), RETILAP (si aplica).
Informe de implementación	Evaluación de la plantilla de diseños BIM	Seguir los procesos del Plan operacional BIM. Cumplimiento de: Norma de sismo resistencia NSR - 10. RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), RETILAP (si aplica).

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo N – Procedimientos de auditorías y producto no conforme



Procedimiento de auditorías.



Procedimiento producto no conforme

IMPLEMENTACIÓN BIM

Anexo O – Identificación de riesgos

Identificación de riesgos

ID	Tipo	Categoría	Disparador	Objetivos afectados					Fases del proyecto		
				Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Diagnóstico	Planeación BIM	Implementación proyecto Benthos	Dirección de proyecto
E-01	A	Ext.	Comunicación de la aerolínea cancelando el vuelo y/o informando del retraso en el itinerario.		T			D			
E-02	A	Ext.	Evaluación deficiente de la capacitación con una calificación inferior al 70% en dominio del tema por parte del instructor.		T		Q			I	
E-03	A	Ext.	Retraso de una semana por aprobaciones del incremento del precio de compra y por ende en la fecha de entrega de software y equipos de acuerdo con lo planeado.		T	C				I	
O-01	A	Org.	Comunicación de imposibilidad de asistir por parte del 50% de los interesados claves y/o listado de asistentes al inicio del taller BIM.	A	T		Q	D			
O-02	A	Org.	Detección de alta resistencia al proyecto por parte del personal de la constructora, en el comité de seguimiento.		T		Q	D	P	I	DP
O-03	A	Org.	Más de una (1) ausencia en las actividades de definición de estándares BIM.		T		Q			I	
O-04	A	Org.	Notificación de la renuncia del Líder de diseño.		T	C				I	

IMPLEMENTACIÓN BIM

ID	Tipo	Categoría	Disparador	Objetivos afectados				Fases del proyecto				
				Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Diagnóstico	Planeación BIM	Implementación proyecto Bentho	Dirección de proyecto	
T-01	A	Tec.	Detección de problemas durante el uso de los programas Autodesk Revit, Autodesk Navisworks y/o AutoCAD en la fase de la implementación.		T	C					I	
E-04	A	Ext.	Se presenta más de 2 cortes de suministro eléctrico en un mes.		T	C				P		
E-05	A	Ext.	Registro de retraso en hora de llegada que indique más de 2 retrasos a la semana justificados por presencia de arroyos.		T					P	I	DP
E-06	A	Ext.	Se evidencia más de una falla en el acceso a internet en una semana.		T					P	I	DP
O-05	A	Org.	Reubicación en espacio reducido del puesto de trabajo del modelador BIM de forma temporal por adecuaciones.		T		Q				I	
E-07	A	Ext.	Identificación de actividades en riesgo por cruce de las fechas confirmadas del Carnaval de Barranquilla por parte de la Alcaldía Distrital de Barranquilla contra el cronograma del proyecto.		T						I	
E-08	A	Ext.	Anuncio de manifestaciones en la ciudad de Barranquilla para la fecha de entrega de los equipos.		T						I	DP

IMPLEMENTACIÓN BIM

ID	Tipo	Categoría	Disparador	Objetivos afectados				Fases del proyecto			
				Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Diagnóstico	Planeación BIM	Implementación proyecto Bentho	Dirección de proyecto
E-09	A	Ext.	Nuevo brote de contagios a nivel nacional		T		Q		P	I	DP
G-01	O	Ger.	Identificación de ofertas vigentes en el momento de efectuar las compras			C				I	
G-02	A	Ger.	Solicitud formal de cambio de alcance por parte del patrocinador	A	T	C		D	P	I	DP
O-06	O	Org.	Cambios en las políticas de seguimiento de la empresa.		T		Q				DP
E-10	O	Ext.	Expedición del mandato BIM por parte del Gobierno Nacional.	A		C	Q	D	P	I	DP