

IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES

ELAN DAVID SÁNCHEZ MÉNDEZ

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C, PRIMER SEMESTRE 2021**

IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS

ELAN DAVID SANCHEZ MENDEZ

Trabajo de grado para obtener el título de especialista en gerencia de proyectos

Asesor: MARCELA VELOSA MGP, PMP

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C, PRIMER SEMESTRE 2021**

DEDICATORIA

“Dedico la realización de este proyecto de manera especial a mi madre Yadira Méndez García, a mis abuelos David Méndez y Ana García fuente de inspiración para seguir creciendo en mi vida profesional y quienes desde el cielo me apoyan en este duro camino por recorrer.

Elan David Sánchez Méndez

Tabla de Contenido

RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
OBJETIVOS	XIII
Objetivo General:	XIII
Objetivos Específicos:	XIII
1. ANTECEDENTES ORGANIZACIONALES	15
1.1 Descripción de la organización fuente del problema o necesidad.	15
1. 2 Objetivos estratégicos de la organización	15
1.3 Misión, visión, valores corporativos	16
1.4 Mapa estratégico.....	16
1.5 Cadena de valor	17
1.6 Estructura organizacional.....	17
2. EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN (METODOLOGÍA DEL MARCO LÓGICO)	18
2.1 Descripción del problema o necesidad	18
2.2 Árbol de objetivos.....	20
2.3 Árbol de soluciones.....	21
2.4 Árbol de acciones.....	22
2.5. Determinación de alternativas	23
2.6 Evaluación de alternativas	24
2.7 Descripción de alternativa seleccionada	28
3. MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR TRABAJO DE GRADO.....	29
3.1. Tipos y métodos de investigación	29

3.2. Herramientas para la recolección de información.....	30
3.3. Fuentes de información.....	30
4. ESTUDIO TECNICO	31
4.1 Diseño conceptual de la solución	31
4.2 Análisis y descripción del proceso.....	32
4.3 Definición del tamaño y Localización en del proyecto	35
4.4 Requerimiento para el desarrollo del proyecto	35
5. ESTUDIO DE MERCADO	37
5.1. Población	38
5.2 Dimensionamiento de la demanda	38
5.3. Dimensionamiento de la oferta.....	38
6. ESTUDIO VIABILIDAD FINANCIERA	40
6.1 Estimación de Costos de inversión del proyecto	40
6.2 Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto	40
6.3 Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad	42
6.4 Análisis de tasas de interés para costos de financiación	42
6.5 Tablas de amortización y/o capitalización	43
6.6. Flujo de caja.....	45
6.7. Evaluación financiera y análisis de indicadores.....	46
7. ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL.....	49
7.1. Análisis y categorización de riesgos.....	49
7.2 Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto.....	49
7.3. Responsabilidad social-empresarial (RSE)	50
8. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN	51
8.1. Acta de Constitución (Project Charter)	53

8.2. Registro de supuestos y restricciones	61
8.3. Plan de Gestión de Beneficios	62
8.4. Plan de gestión de cambios	65
9. PLAN DE GESTIÓN DE INTERESADOS.....	69
9.1 Registro de interesados	71
9.2 Estrategias para involucrar a los interesados	71
10. PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	72
10.1. Plan y matriz de trazabilidad de requisitos	74
10.2. Enunciado del alcance	76
10.3. Estructura de descomposición del trabajo (EDT).....	78
10.4. Diccionario de la EDT.....	79
11. GESTION DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO	80
11.1 Plan de gestión de cronograma.....	80
11.2. Listado de actividades con análisis PERT	81
11.3. Diagrama de red del proyecto	82
11.4. Línea base del cronograma.....	83
11.5. Técnicas para desarrollar el cronograma aplicadas	84
12. GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO.....	86
12.1 Plan de gestión de costos	86
12.2. Estimación de costos en MS Project	88
12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto	89
13. GESTIÓN DE RECURSOS DEL PROYECTO	90
13.1 Plan de gestión de los recursos	90
13.2 Estimación de los recursos	90
13.3 Estructura de desglose de recursos (RBS).....	92

13.4 Asignación de recursos	92
13.5 Calendario de recursos	93
13.6 Plan de capacitación y desarrollo del equipo.....	94
14. GESTIÓN DE COMUNICACIONES	95
14.1 Plan de gestión de comunicaciones	95
14.1.1. Canales de comunicación	95
14.1.2. Sistema de información de las comunicaciones	98
14.1.3. Diagramas de flujo	99
14.1.4 Matriz de comunicaciones.....	107
14.1.5 Estrategia de comunicaciones	107
15. GESTIÓN DE CALIDAD DE LA CALIDAD DEL PROYECTO	109
15.1 Plan de gestión de la calidad	109
15.2 Métricas de calidad	109
15.3 Documentos de prueba y evaluación	113
15.4 Entregables verificados	113
16. GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO	114
16.1 Plan de gestión de riesgos	114
16.2 Matriz de riesgos	124
16.3 Matrices de probabilidad – Impacto (inicial y residual).....	124
17. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO	127
17.1 Plan de gestión de adquisiciones del proyecto	127
17.2 Matriz de adquisiciones	129
17.3 Cronograma de compras.....	129
18. GESTIÓN DEL VALOR GANADO	130
18.1 INDICADORES DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO	130

18.2 ANÁLISIS DE VALOR GANADO Y CURVA S.....	130
19. INFORME DE CIERRE DE PROYECTO.....	139
REFERENCIAS.....	143

Índice de apéndices

APENDICE A Diccionario de la EDT	142
APENDICE B Análisis PESTLE.....	147
APENDICE C Listado de actividades con análisis PERT	151
APENDICE D Registro de sobrecostos de mano de obra de fabricación y montaje ...	154
APENDICE E Registro de Interesados	156
APENDICE F Estrategias para involucrar los interesados	158
APENDICE G Asignación de recursos	160
APENDICE H Matriz de comunicaciones	161
APENDICE I Formato de prueba y evaluación	163
APENDICE J Formato de verificación de entregables	165
APENDICE K Matriz de adquisiciones del proyecto	168
APENDICE L Cronograma de compras	169
APENDICE M Interesados, necesidades y requisitos de información	170
APENDICE N Apéndice Q. matriz de seguimiento de solicitudes de cambio	171
APENDICE O Formato de solicitud de cambio	172
APENDICE P Matriz de riesgos del proyecto	174
APENDICE R Estrategias de riesgos	181
APENDICE S Umbrales de indicadores de valor ganado	187
APENDICE T Registro de capacitaciones	191
APENDICE U Planos generados.....	192

Índice de tablas

Tabla 1. Evaluación de alternativa	28
Tabla 2. Evaluación de alternativa 2.....	29
Tabla 3. Evaluación de alternativa 3.....	30
Tabla 4. Evaluación de alternativa 1 Autodesk Advance Steel	31
Tabla 5. Tabla 5. Evaluación de alternativa 2 Tekla Structures	32
Tabla 6. Requerimientos de Hardware para funcionamiento óptimo Tekla structures...	38
Tabla 7. Número de horas asignadas de capacitación por cargo	39
Tabla 8. Número de horas asignadas de capacitación por cargo	40
Tabla 9. Costos del proyecto	41
Tabla 10. Nomina por mes departamento de ingeniería de GVS.....	42
Tabla 11. Costos de mantenimiento y operación de implementación de Tekla structures en GVS	42
Tabla 12. Amortización de crédito con el Banco AV Villas 9 meses	44
Tabla 13. Amortización de crédito con el Banco AV Villas 12 meses	45
Tabla 14. Flujo de caja del proyecto para el año 2020	46
Tabla 15. Relación Costo beneficio de implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones	47
Tabla 16. Valor actual neto del proyecto	48
Tabla 17. Cálculo de TIR.....	49
Tabla 18. Lineamientos RSE.....	51
Tabla 19. Voz y voto en comité de control de cambios.....	59

Tabla 20. Matriz de trazabilidad de requisitos	76
Tabla 21 Unidades de medida en la estimación de costos	85
Tabla 22. Presupuesto del proyecto	90
Tabla 23. Recursos Físicos del proyecto.....	90
Tabla 24. Recursos humanos del proyecto	92
Tabla 25. Calendario de recursos del proyecto	92
Tabla 26. Plan de capacitaciones para desarrollo del equipo de trabajo	92
Tabla 27. Métricas de calidad del proyecto	108
Tabla 28. Métricas de calidad del proyecto	109
Tabla 29. Métricas de calidad del proyecto	109
Tabla 30. Métricas de calidad del proyecto	110
Tabla 31. Métricas de calidad del proyecto	111
Tabla 32. Métricas de calidad de los entregables.....	112
Tabla 33. Métricas de calidad de los entregables.....	113
Tabla 34. Métricas de calidad de los entregables.....	114
Tabla 35. Escala Probabilidad.....	122
Tabla 36. Escala Impacto.....	122
Tabla 37. Condiciones definidas para escala de impacto para riesgos del proyecto ...	123
Tabla 38. Matriz de probabilidad e impacto de amenazas.....	124
Tabla 39. Control documental procesos de gestión de riesgos del proyecto	125
Tabla 40. Indicadores de valor ganado Implementación de Tekla structures GVS	134
Tabla 41. Indicadores de valor ganado Implementación de Tekla structures GVS	138

Índice de imágenes

Imagen 1. Mapa de procesos de GVS Construcciones	21
Imagen 2. Cadena de valor GVS Construcciones	22
Imagen 3. Estructura organizacional GVS	23
Imagen 4. Árbol de problemas	24
Imagen 5. Árbol de soluciones	24
Imagen 6. Árbol de soluciones	26
Imagen 7. Diagrama de flujo proceso control de cambios	66
Imagen 8. EDT de implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones	78
Imagen 9. Diagrama de Red	81
Imagen 10. Diagrama de Gant	82
Imagen 11. Diagrama de Gant con sobreasignación de recursos	83
Imagen 12. Diagrama de Gant sin sobreasignación de recursos	84
Imagen 13. Listado de actividades y costos	87
Imagen 14. Estructura de desglose de recursos (RBS)	91
Imagen 15. Canales de comunicación del proyecto	93
Imagen 16. Canales de comunicación aceptados	97
Imagen 17. Canal 1 de comunicación	98
Imagen 18. Canal 2 de comunicación	99
Imagen 19. Canal 3 de comunicación	100

Imagen 20. Canal 4,5,6 de comunicación	101
Imagen 21. Canal 7 de comunicación	102
Imagen 22. Canal 6 de comunicación. Diagrama de Red	103
Imagen 23. Canal 7 de comunicación	104
Imagen 24. Canal 8 de comunicación	105
Imagen 25. Estrategia de comunicaciones	106
Imagen 26. Metodología de plan de gestión de riesgos del proyecto	117
Imagen 27. RBS implementación de Tekla structures en GVS Construcciones	121
Imagen 28. Seguimiento y control de procesos de gestión de riesgos del proyecto	126
Imagen 29. Mapa de calor de riesgos Evaluación cualitativa y cuantitativa	128
Imagen 30. Mapa de calor de riesgos implementación de planes de respuesta	129
Imagen 31. EDT de Adquisiciones	130
Imagen 32. Porcentaje de uso de la reserva de contingencia.....	135
Imagen 33. Curva S a 20/02/20.....	136
Imagen 34. Porcentaje de uso de la reserva de contingencia.....	139
Imagen 35. Curva S a 10/03/20.....	21

RESUMEN

Los errores constructivos presentados en la ingeniería conceptual y detalle trajeron como consecuencia que en los procesos fabricación y montaje de estructuras metálicas se presentaran sobrecostos en mano de obra. La optimización de recursos en las etapas constructivas de las estructuras metálicas es una de las tantas aplicaciones de las herramientas BIM. Tekla structures, genera la ingeniería de detalle de los proyectos a construir (Planos de taller, archivos DXF, planos de montaje entre otros), actualizando automáticamente la información que es editada en cualquier parte del modelo, esto quiere decir que si un elemento es modificado en una planta, se modifica automáticamente en las secciones, alzados y vistas 3D, igual que si se modifica una característica en un listado, cambia automáticamente en todo el proyecto.

GVS Construcciones en los últimos 10 proyectos ejecutados presentó sobrecostos en mano de obra como consecuencia de errores constructivos en la ingeniería de detalle, por ende, se hizo necesaria la implementación del software para no seguir afectando el flujo de caja y las utilidades de proyectos futuros, con la implementación del software se capacitó al departamento de ingeniería de GVS Construcciones generando competencias necesarias para la elaboración de los modelos 3D, reduciendo sobrecostos, y lo cual mejoró los tiempos de entrega de información trayendo como beneficio tomar mejores decisiones técnicas y administrativas.

PALABRAS CLAVE

BIM, Tekla Structures, Ingeniería de detalle, Archivos DXF, Planos de montaje

ABSTRACT

The mistakes presented at the time of generating detailed engineering in the construction process of metal structures lead to reprocesses that lead to cost overruns in labor. The optimization of resources in the processes of construction of metal structures is one of the many applications of BIM tools. Tekla structures, generates the detailed engineering of the projects to be built (Workshop plans, DXF files, assembly plans, among others), automatically updating the information that is edited in any part of the model, this means that if an element is modified in a plan, it is automatically modified in the sections, elevations and 3D views, just as if a characteristic is modified in a list, it is automatically changed throughout the project.

GVS Construcciones in the last 10 executed projects has presented labor cost overruns due to construction mistakes that have occurred in detailed engineering, therefore, it is necessary to implement the software so as not to continue affecting the cash flow and profits of Future projects, with the implementation of the software, it is intended to eliminate these cost overruns, it is intended to improve delivery times by having an efficient management of the information that concerns detailed engineering and with this, better administrative decisions will be made and therefore the labor cost overruns due to lack of conceptual engineering detail.

KEYWORDS:

BIM, Engineering detail, Tekla structures, DXF Files, Assembly Drawings

INTRODUCCIÓN

Ante la creciente exigencia del mercado de construir elementos estructurales con tolerancias de mayor precisión, geometrías y procesos constructivos más complejos, con base en la eficiencia en tiempos de entrega, la metodología BIM se ha ido ganando un espacio cada vez mayor en la industria metalmecánica; las implementaciones de estas tecnologías en el sector han generado gran aceptación gracias a las ventajas que ofrece este tipo de software ante los softwares CAD convencionales.

El sector de la construcción requiere de herramientas que mejoren el flujo de trabajo, que permitan un mayor control, colaboración y comunicaciones óptimas con otras especialidades para que aumente la calidad de los entregables o documentos, estas tecnologías han sido basadas en modelos 3D que almacenan la información del proyecto en forma centralizada, aprovechando las diferentes aplicaciones del modelado para evidenciar la compatibilización del mismo e inclusive implementar una simulaciones 4D, de esta manera se tienen presente los posibles errores constructivos e interferencias que se pueden presentar obra, controlando de esta manera los costos y afectaciones que se pueden presentar en temas presupuestales con esta información es más fácil para Los gerentes de proyectos controlarlos y gestionarlos para reducir costos y maximizar las utilidades y de esta manera ser más competitivos en un mercado cada vez más exigente.

Las estructuras metálicas y el hormigón son la especialidad del software Tekla Structures, con las que define con un estudio arquitectónico y ejecuta con una ingeniería de detalle, otorgando la confianza de las principales firmas mundiales, posicionándose así en las primeras filas de las últimas vanguardias.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Implementar el software Tekla structures en GVS Construcciones para la generación de ingeniería de detalle aplicada a los procesos constructivos de estructuras metálicas con un periodo de duración de 50 días.

Objetivos Específicos:

- Adquirir equipos de cómputo con especificaciones técnicas adecuadas para la implementación de Tekla Structures.
- Evaluar rendimientos de equipos de cómputo ejecutando pruebas y sondeos a tarjeta gráfica y memoria RAM.
- Ejecutar instalación de licencias de software adquiridas teniendo en cuenta los toolboxes necesarios para la generación de ingeniería de detalle.
- Generar las competencias necesarias para generar ingeniería de detalle con archivos DXF para máquinas de control numérico, planos de taller, planos de montaje con cotas y medidas equivalentes a un proyecto asignado, a través de un programa de capacitaciones programadas al departamento de ingeniería de GVS Construcciones.
- Certificar competencias generadas a través de un examen emitido por el proveedor de licencias de software.

1. ANTECEDENTES ORGANIZACIONALES

1.1 Descripción de la organización fuente del problema o necesidad.

Ante el creciente desarrollo de la construcción en acero (Edificaciones residenciales, comerciales e industriales), los continuos sobre costos presentados por la compañía en ejecución proyectos y la falta de personal calificado en herramientas computacionales de diseño asistido en la región, existe la necesidad de implementar procesos más eficientes que conlleven a menores tiempos de ejecución tanto en fabricación como en montaje por lo tanto la implementación de softwares BIM es una herramienta fundamental en la generación de ingeniería de detalle de estructuras metálicas.

1. 2 Objetivos estratégicos de la organización

GVS Construcciones S.A.S es una organización dedicada al diseño, fabricación e instalación de estructuras metálicas para proyectos industriales, comerciales y de infraestructura a nivel nacional, así como construcción de obras civiles complementarias. Cuenta con una planta de producción capaz de procesar y producir 300 toneladas/mes de estructura metálica de alta calidad cumpliendo con los estándares y normas nacionales e internacionales, en más de 15 años que la han posicionado como una de las empresas más importantes del sector.

A continuación, se presentan los objetivos estratégicos de GVS Construcciones:

- La compañía más que ser un proveedor, le apunta ser socio estratégicos de sus clientes en la consecución de proyectos de construcción e infraestructura metálica.
- Ser más competitivo en el mercado presentado mejores tiempos de entrega de ingeniería de detalle.
- Mejora en tiempos de entrega en el producto final.

1.3 Misión, visión, valores corporativos

Misión

Proveer soluciones de ingeniería metalmecánica eficientes, rentables y con alto grado de calidad, que cumplan con las expectativas y requerimientos de cada proyecto, generando valor y progreso equilibrado a los clientes, la comunidad, los accionistas, empleados y proveedores.

Visión

Ser líderes en diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas y proyectos de ingeniería en Colombia, basados en exigentes criterios de calidad y eficiencia, garantizando a los clientes un servicio de excelencia.

Valores corporativos

- Trata a los demás como te gustaría ser tratado
- Integridad
- Comunicaciones honestas y abiertas
- Agradecimiento
- Honestidad, simplicidad y hacer algo que tenga un valor real para usted.
- Pasión.

1.4 Mapa estratégico

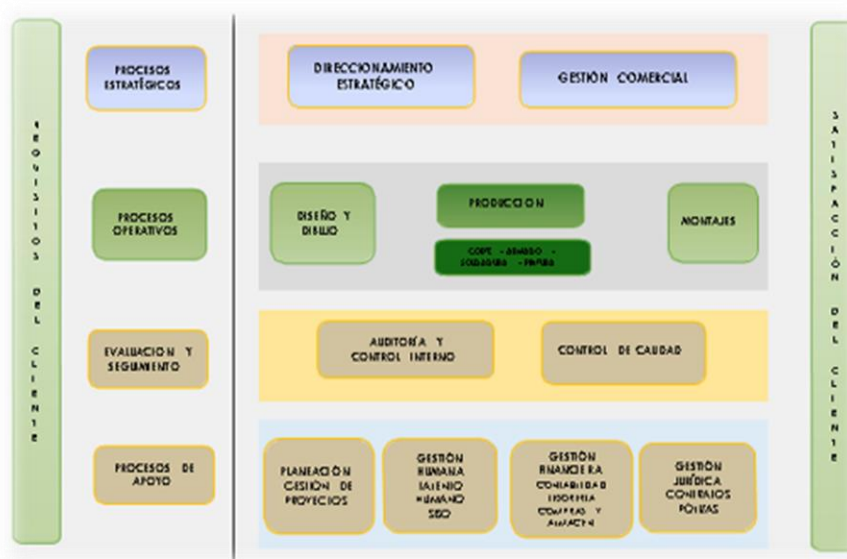


Imagen 1. Mapa de procesos de GVS Construcciones -Imagen adaptada de formato de control de procesos EPT-GVS 2018

1.5 Cadena de valor



Imagen 2. Cadena de valor GVS Construcciones-Imagen adaptada de formato de control de procesos EPT-GVS 201

1.6 Estructura organizacional

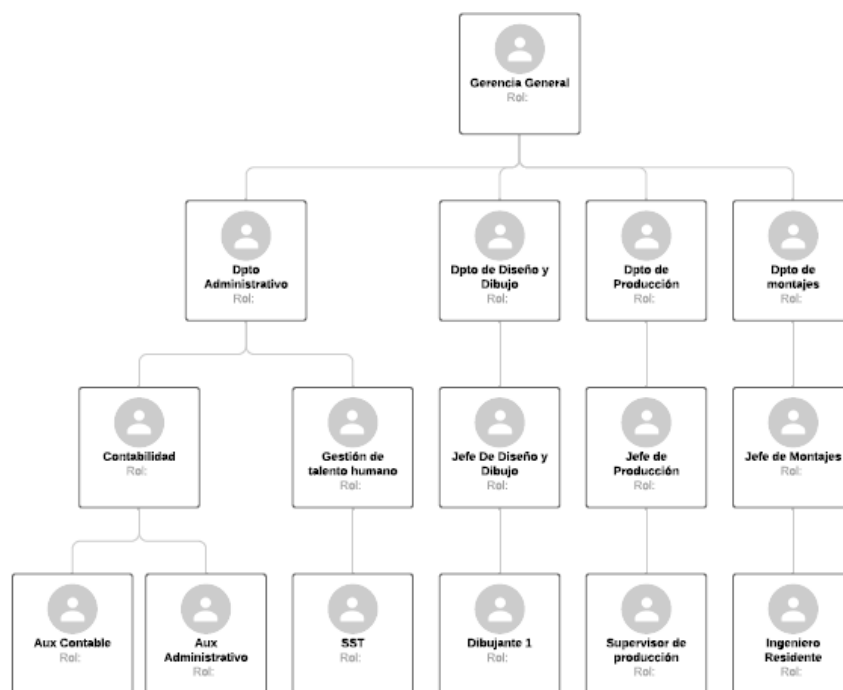


Imagen 3. Estructura organizacional GVS Construcciones-Fuente de elaboración propia

2. EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN (METODOLOGÍA DEL MARCO LÓGICO)

El marco lógico se presenta como una herramienta para facilitar el proceso de conceptualización, diseño y ejecución del proyecto, cuyo propósito es brindar estructura al proceso de planificación y de comunicar información esencial relativa al mismo.

2.1 Descripción del problema o necesidad

La construcción en acero en el país en el último año (2018) tuvo un crecimiento del 12 % con respecto al año inmediatamente anterior, siendo la industria metalmecánica uno de los sectores con mayor crecimiento en el país en los últimos años. El uso del acero como material estructural ha venido en aumento cada año, pero este se multiplicó gracias al avance de la metalurgia y a la soldadura eléctrica. La característica fundamental de las modernas estructuras de acero es la simplificación estructural y la esbeltez. Desde sus primeras aplicaciones en puentes y después en rascacielos, el acero ha ido ganando uso sobre todo en edificios de viviendas y oficinas.

Al momento de construir una estructura metálica, se debe pasar por unas fases las cuales mencionaremos a continuación:

Generación de diseño: En esta fase se tiene en cuenta cada una de las cargas (Vivas, muertas, de servicio entre otras) a las cuales va a estar sometida una estructura, esta se diseña con base en la necesidad que presentan los planos arquitectónicos

Generación de Ingeniería de detalle: en esta fase se determinan los tipos de conexión (Cartelas, perforaciones, juntas de soldadura, longitudes, geometría) que tendrán cada uno de los elementos estructurales entre sí, con esta ingeniería de detalle se procede a fabricar en taller cada uno de estos elementos.

Obtener la ingeniería de detalle en la fabricación y construcción de una estructura metálica, es un factor determinante en el éxito del proyecto, la falta de detalle y la inconsistencia en la fase previa (Generación de planos de taller) puede generar errores que traen consigo reprocesos y sobre costos, por ende, es de suma importancia que la ingeniería de detalle sea lo más consistente posible.

En los últimos 5 años GVS Construcciones ha ejecutado 10 proyectos en los cuales se han presentado sobrecostos en la mano de obra tanto de fabricación como de montaje, esto debido a la falta de detalle e inconsistencias presentadas en la ingeniería conceptual (planos de taller, planos de montaje, archivos DXF) como consecuencia del uso de un software CAD y equipos de tecnología obsoleta que no cumplen con las exigencias de los proyectos asignados a la compañía, trayendo consigo retrasos y problemas de calidad tanto en la fabricación de elementos estructurales, como en el montaje de los mismos, que han dejado una imagen negativa de la compañía ante prospectos clientes interesados en alianzas estratégicas para la ejecución de proyectos de infraestructura de la región.

Se ha estimado estos sobrecostos por valor aproximado del 10% del valor del contrato Ver apéndice E, sobrecostos generados en mano de obra fabricación y montaje.

2.2 Árbol de objetivos

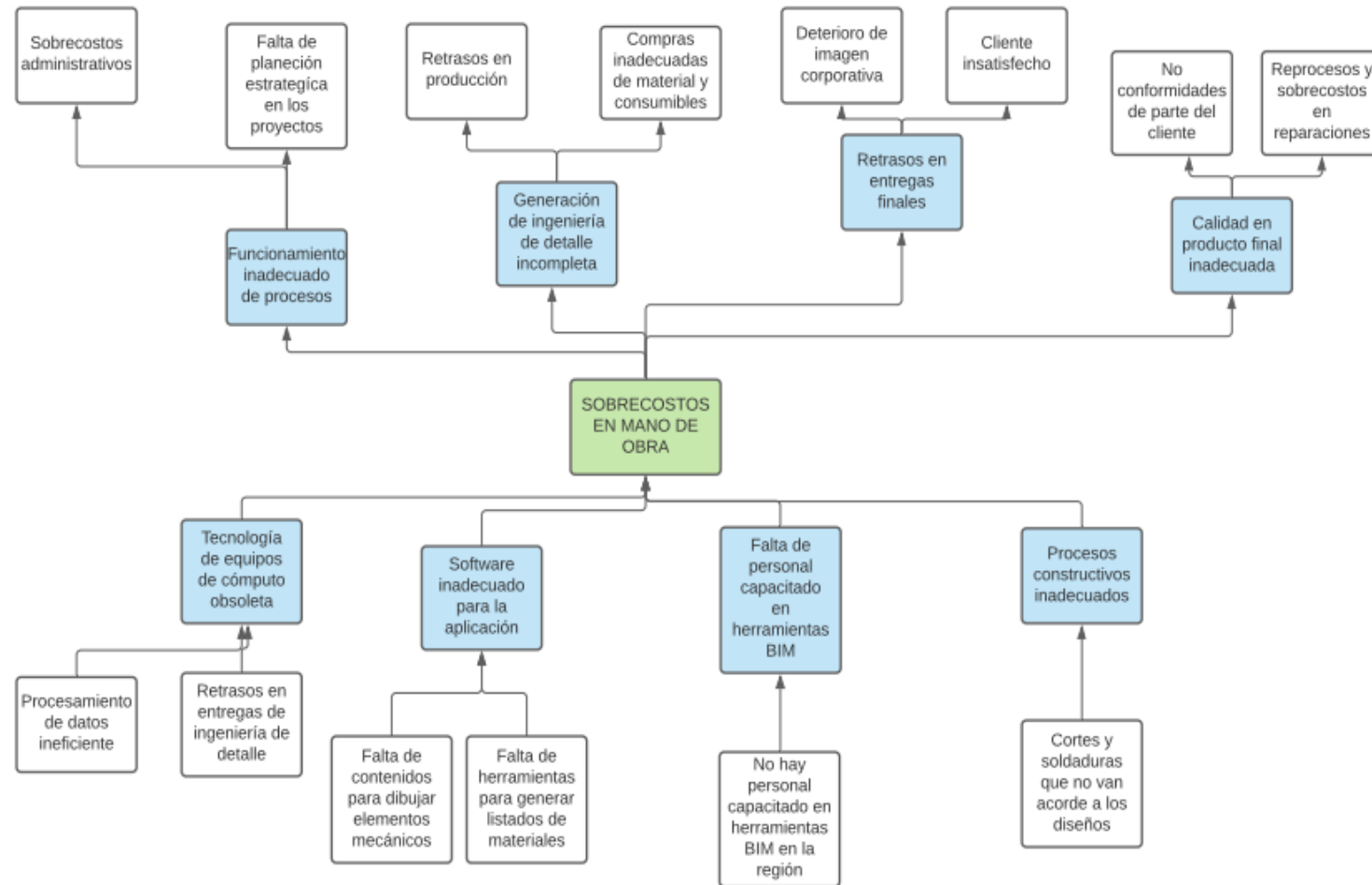


Imagen 4. Árbol de problemas- Fuente de elaboración propia

2.3 Árbol de soluciones

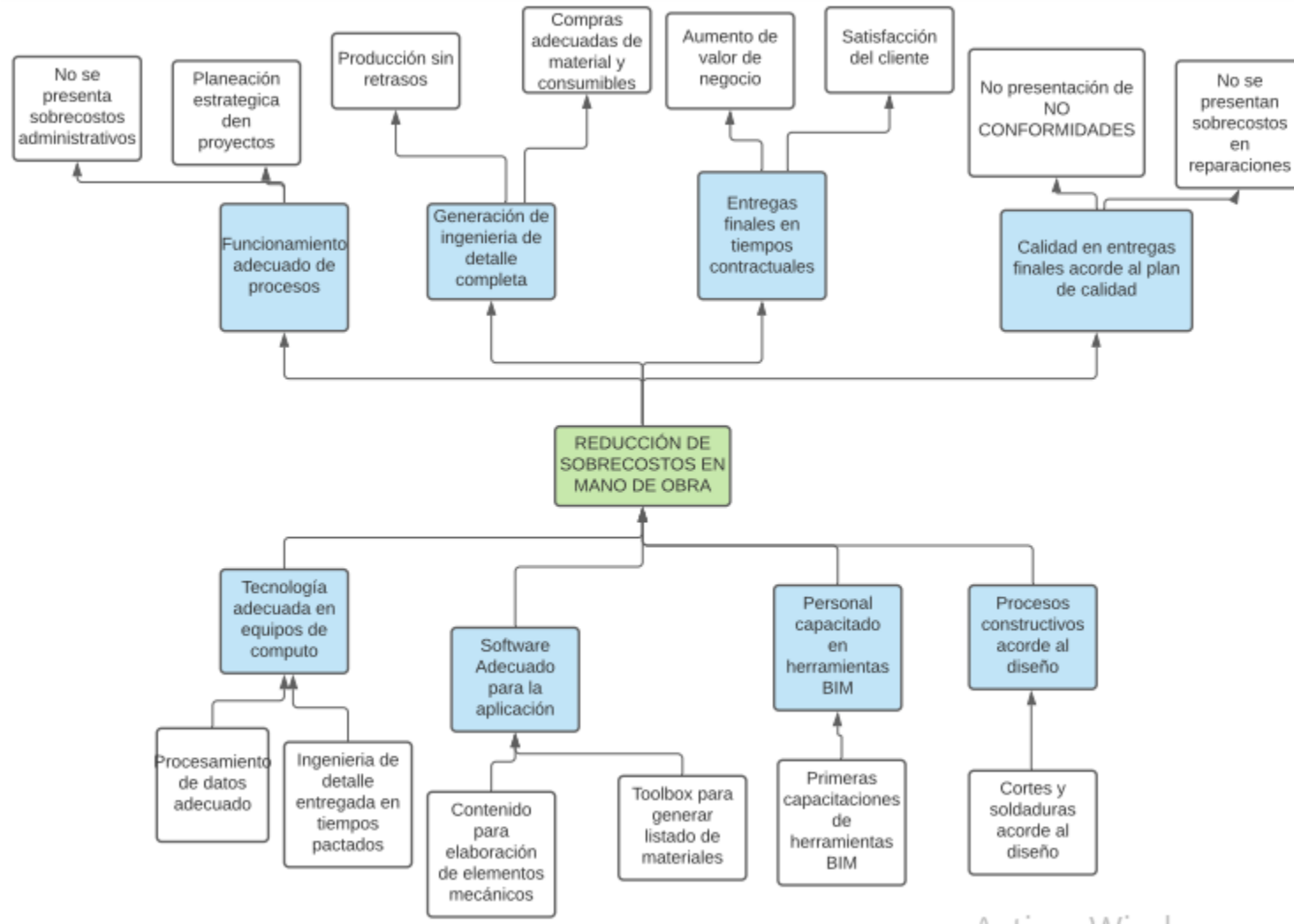


Imagen 5. Árbol de soluciones (Fuente de elaboración- propia)

2.4 Árbol de acciones

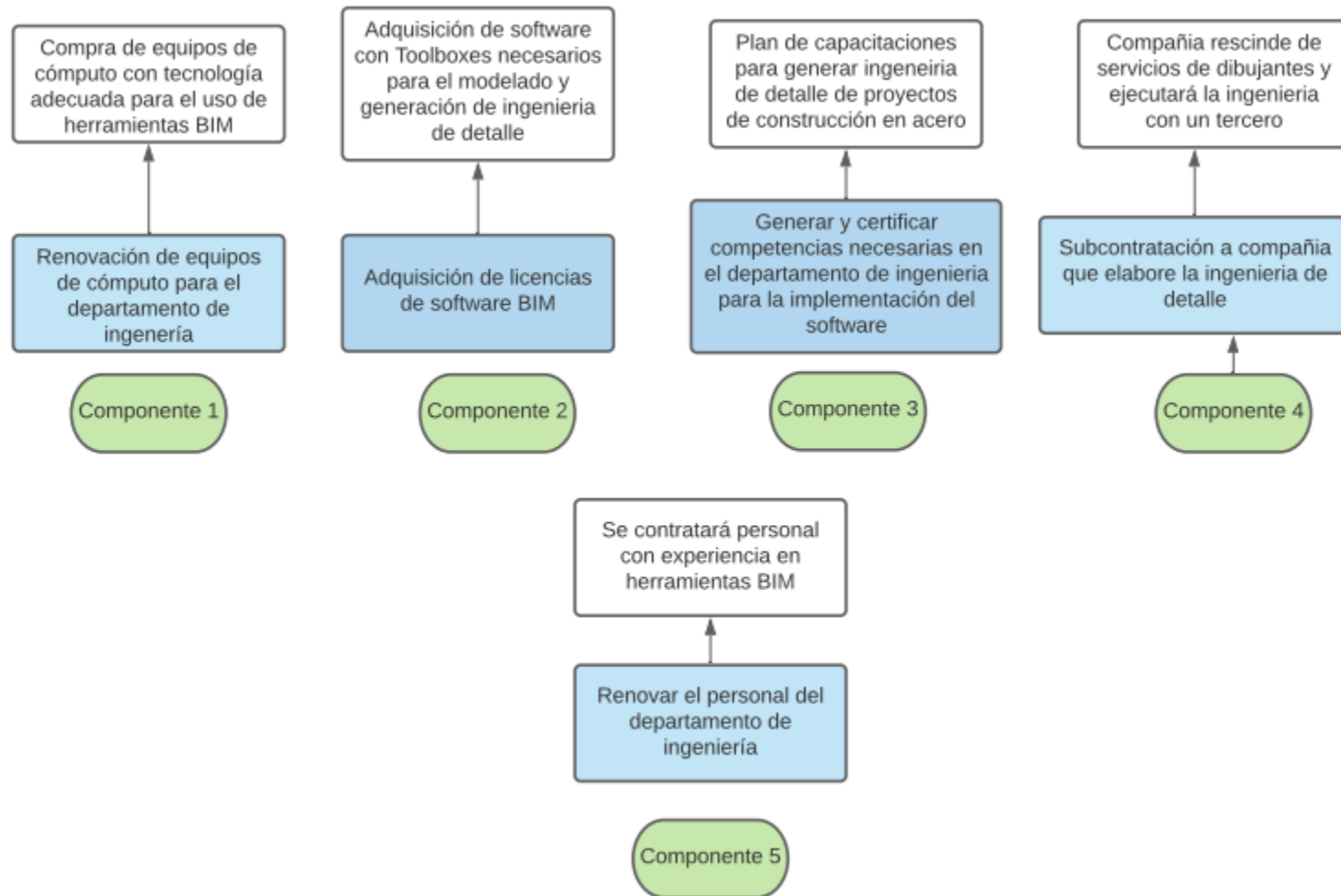


Imagen 6. Árbol de soluciones (Fuente de elaboración- propia)

2.5. Determinación de alternativas

A partir del árbol de acciones y al realizar una consulta a empresas del sector sobre las posibles soluciones que han implementado para disminuir los sobre costos de mano de obra de fabricación y de montaje se presentan a continuación las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1:** Se presenta como una combinación de los componentes 1, 2 y 5 donde se ejecutará la adquisición de los equipos de cómputo, licencias de softwares necesarias para ejecutar la ingeniería de detalle y la renovación del personal del departamento de ingeniería.
- **Alternativa 2:** Se presenta como una combinación de los componentes 1 y 4 subcontractando toda la ingeniería de detalle con un tercero y el departamento de ingeniería realizará seguimiento continuo a lo ejecutado (Se instalan visores del software en los computadores de los miembros del departamento de ingeniería)
- **Alternativa 3:** Se presenta como una combinación de los componentes 1,2 y 3. Ejecutando la compra de los equipos de cómputo, licencias de software BIM e implementación de un plan de capacitaciones continuas para generar competencias necesarias para la puesta en marcha del software.

2.6 Evaluación de alternativas

Como criterios principales de selección de alternativas se presentan:

Pertinencia, coherencia, viabilidad, sostenibilidad e impacto.

ALTERNATIVA 1		COMBINACIÓN DE COMPONENTES 1,2 Y 5			
FACTOR DE ANALISIS	FACTOR DE PONDERACIÓN	ELEMENTOS DE ANALISIS	PONDERACIÓN ELEMENTO	VALOR DE 0-10	CALIFICACIÓN PONDERADA
PERTINENCIA	20%	Necesidad de la población	100%	10	2
		Relación entre el problema y la solución	30%	10	0,45
		Relación entre el fin y el propósito	20%	9	0,27
COHERENCIA	15%	Relación entre el propósito y los resultados	50%	7	0,525
VIABILIDAD	5%	Manejable en términos de la organización existente	50%	10	0,25
		Factible en sus aspectos técnicos y económicos	50%	10	0,25
SOSTENIBILIDAD	25%	Económico	60%	8	1,2
		Ambiental	15%	7	0,2625
		Social	25%	7	0,4375
IMPACTO	35%	Contribuirá a mejorar la calidad de los involucrados	70%	6	1,47
		Impacto que genera es significativo	30%	10	1,05
Evaluación de alternativa seleccionada					8,165

Tabla 2. Evaluación de alternativa 1- Fuente de elaboración propia

ALTERNATIVA 2		COMBINACIÓN DE COMPONENTES 1 Y 4			
FACTOR DE ANALISIS	FACTOR DE PONDERACIÓN	ELEMENTOS DE ANALISIS	PONDERACIÓN ELEMENTO	VALOR DE 0-10	CALIFICACIÓN PONDERADA
PERTINENCIA	20%	Necesidad de la población	100%	10	2
		Relación entre el problema y la solución	30%	10	0,45
		Relación entre el fin y el propósito	20%	9	0,27
COHERENCIA	15%	Relación entre el propósito y los resultados	50%	7	0,525
VIABILIDAD	5%	Manejable en términos de la organización existente	50%	10	0,25
		Factible en sus aspectos técnicos y económicos	50%	10	0,25
SOSTENIBILIDAD	25%	Económico	60%	6	0,9
		Ambiental	15%	7	0,2625
		Social	25%	7	0,4375
IMPACTO	35%	Contribuirá a mejorar la calidad de los involucrados	70%	6	1,47
		Impacto que genera es significativo	30%	10	1,05
Evaluación de alternativa seleccionada					7,865

Tabla 2. Evaluación de alternativa 3- Fuente de elaboración propia

ALTERNATIVA 3		COMBINACIÓN DE COMPONENTES 1, 2 Y 3			
FACTOR DE ANALISIS	FACTOR DE PONDERACIÓN	ELEMENTOS DE ANALISIS	PONDERACIÓN ELEMENTO	VALOR DE 0-10	CALIFICACIÓN PONDERADA
PERTINENCIA	20%	Necesidad de la población	100%	10	2
		Relación entre el problema y la solución	30%	10	0,45
		Relación entre el fin y el propósito	20%	10	0,3
COHERENCIA	15%	Relación entre el propósito y los resultados	50%	10	0,75
VIABILIDAD	5%	Manejable en términos de la organización existente	50%	10	0,25
		Factible en sus aspectos técnicos y económicos	50%	10	0,25
		Económico	60%	8	1,2
SOSTENIBILIDAD	25%	Ambiental	15%	8	0,3
		Social	25%	8	0,5
		Contribuirá a mejorar la calidad de los involucrados	70%	10	2,45
IMPACTO		Impacto que genera es significativo	30%	10	1,05
Evaluación de alternativa seleccionada					9,5

Tabla 3. Evaluación de alternativa 2- Fuente de elaboración propia

Teniendo en cuenta que alternativa numero 3 es la que mejor puntuación ha tenido se procede a seleccionar el software a implementar para la generación de ingeniería de detalle, se han evaluado las diferentes opciones de software en el mercado como lo son:

- **Tekla Structures**
- **Autodesk Advance Steel**

Como criterios de evaluación de alternativas se tendrá en cuenta:

Costo de licencia, duración de licencia, contenido del software, servicio postventa del proveedor.

NOMBRE DE ALTERNATIVA: AUTODESK ADVANCE STEEL				
FACTOR DE ANALISIS	FACTOR DE PONDERACIÓN	PONDERACIÓN ELEMENTO	VALOR DE 0-10	CALIFICACIÓN PONDERADA
COSTO DE LICENCIA	25%	100%	7	1.75
DURACIÓN DE LICENCIA	15%	100%	8	1.2
CONTENIDO DEL SOFTWARE	40%	100%	8	3.2
SERVICIO POSTVENTA	20%	100%	6	1.2
Evaluación de alternativa seleccionada				7.35

Tabla 4. Evaluación de alternativa 1 Autodesk Advance Steel - Fuente de elaboración propia

NOMBRE DE ALTERNATIVA:		TEKLA STRUCTURES		
FACTOR DE ANALISIS	FACTOR DE PONDERACIÓN	PONDERACIÓN ELEMENTO	VALOR DE 0-10	CALIFICACIÓN PONDERADA
COSTO DE LICENCIA	25%	100%	9	2.25
DURACIÓN DE LICENCIA	15%	100%	8	1.2
CONTENIDO DEL SOFTWARE	40%	100%	8	3.2
SERVICIO POSTVENTA	20%	100%	9	1.8
Evaluación de alternativa seleccionada				8.45

Tabla 5. Evaluación de alternativa 2 Tekla Structures - Fuente de elaboración propia

2.7 Descripción de alternativa seleccionada

Se seleccionó como alternativa el cambio de equipos de cómputo, para reemplazar con los que contaba GVS construcciones debido a su tecnología obsoleta para soportar tecnologías BIM, esto acompañado de la adquisición de licencias de software de Tekla Structures, debido a que ofrece un mejor costo de licencia que las otras alternativas seleccionadas, es un software especialista en diseño de estructuras metálicas (Edificaciones, torres de distribución de energía, tuberías de transporte de hidrocarburos, tanques de almacenamiento). El proveedor ofreció asistencia y capacitación a nivel local para comenzar sin problemas con el software.

La utilidad de esta aplicación no sólo se basa en el modelado en tres dimensiones de la obra a ejecutar. Al igual que otros programas basados puramente en 3D, no dibuja simplemente líneas sino directamente sólidos paramétricos dentro de un solo modelo 3D. Gracias a que en el sector de la construcción los elementos estructurales están claramente predefinidos, es posible modelar directa y rápidamente los perfiles y detalles

generales. A través de Macros y soluciones predefinidas se resuelven fácilmente las uniones y nudos estructurales.

Una vez modelada la estructura a construir, el programa es capaz de generar todo tipo de planos generales, de despiece y de fabricación, así como listados de materiales y de piezas. Toda esta información es en todo momento dependiente del modelo y por ello, ante cualquier modificación que se lleve a cabo en el modelo, todos los planos se actualizan para reflejar la realidad.

3. MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR TRABAJO DE GRADO

El término Investigación y desarrollo hace referencia al conjunto de actividades emprendidas de forma sistemática, a fin de aumentar el caudal de conocimientos científicos y técnicos, así como la utilización de los resultados de estos trabajos para conseguir nuevos dispositivos, productos, materiales o procesos.

3.1. Tipos y métodos de investigación

Para el desarrollo de los objetivos anteriores se tuvo en cuenta la siguiente estrategia metodológica:

Tipo de Investigación: Descriptiva

El objetivo de esta investigación es describir las causas y efectos que ha tenido la falta de generación de una ingeniería de detalle completa en los últimos 10 proyectos ejecutados.

Método de Investigación: Observación cuantitativa

Las recolecciones objetivas de datos se centran en números y valores. Los resultados de la observación cuantitativa se obtienen utilizando métodos de análisis estadísticos y numéricos como rendimientos, porcentajes de avance, índices de retrasos, índices de sobre costos entre otros.

3.2. Herramientas para la recolección de información

- Reporte de sobrecostos de mano de obra de fabricación de los últimos 10 proyectos ejecutados
- Reporte de sobrecostos de mano de obra de montaje en los últimos 10 proyectos ejecutados.
- Actas de entrega de proyectos
- Documentación de calidad de los proyectos ejecutados (Dossier).
- Registro de Curva S de los últimos 10 proyectos ejecutados.
- Registro de lecciones aprendidas.

3.3. Fuentes de información

De los últimos 10 proyectos ejecutados será tomada en cuenta para esta investigación la información que se relaciona a continuación:

- Registro documentado de rendimientos en fabricación-montaje de estructuras metálicas en los últimos.
- Registro documentado de reprocesos presentados en fabricación y montaje debido a falta de ingeniería de detalle.
- Registro de retrasos presentados en fabricación y montaje de estructuras metálicas.
- Formatos de entrega de planos a departamento de producción y montajes en los últimos.
- Requisiciones de compra de material de los últimos.
- Informes de avance de obra de los últimos.
- Actas finales de entrega de proyecto de los últimos.

4. ESTUDIO TECNICO

El proyecto fue llevado a cabo en la planta de producción de GVS Construcciones, aplicando el software a cada uno de los procesos constructivos de las estructuras metálicas (dibujo, producción y montaje) cumpliendo con las normativas AWS D1.1, AISC 360 y NSR-10 título F. El cual estaba dirigido al departamento de ingeniería buscando como beneficio principal disminuir los sobrecostos presentados en mano de obra de proyectos asignados a la compañía debido a la falta de detalle en la ingeniería conceptual los cuales se estiman en el orden de los \$236.920.340. Se identificaron como recursos para la ejecución del mismo el cambio de equipos de cómputo que contaban con tecnología obsoleta para la puesta en marcha de herramientas BIM, la adquisición de las licencias y el programa de capacitaciones al departamento de ingeniería para la implementación del software, estimándose un presupuesto de \$ 158.328.740 COP; en la fase de inicio del proyecto se tomó la decisión de realizar un préstamo a una entidad bancaria con la finalidad de ejecutar un apalancamiento financiero. Se estimó una duración de 50 días de ejecución para la implementación del software.

4.1 Diseño conceptual de la solución

La solución a los sobrecostos presentados en mano de obra debido a la falta de detalle en la ingeniería conceptual es la implementación del software Tekla structures en los procesos constructivos de estructuras metálicas (Dibujo, fabricación y montaje), esta implementación fue acompañada de un programa de capacitaciones para generar en el departamento de Ingeniería de GVS las competencias necesarias para la puesta en marcha del software, estimando un plazo de ejecución de 50 días del proyecto. GVS Construcciones tomando como referencia implementaciones de software en compañías metalmecánicas estableció las etapas del proceso para llevarla a cabo:

Etapas 1: Elaboración de planes de gerencia del proyecto, con el fin de optimizar la ejecución del Proyecto, igualmente se realiza el análisis de la situación, tanto externa como interna de la unidad objetivo de planificación: una corporación, toda la empresa, una unidad de negocio, etc.

Etapas 2: Adquisición de equipos de cómputo, con la finalidad de reemplazar los equipos con los que contaba el departamento de ingeniería y los cuales tenían tecnología obsoleta

Etapas 3 Adquisición e instalación de licencia de software, se adquiere la licencia, se instala y parametriza el mismo con la finalidad de darle aplicaciones prácticas acorde a los requerimientos de la compañía.

Etapas 4 Plan de capacitaciones del proyecto, se brindaron capacitaciones necesarias para que los miembros del departamento de ingeniería de GVS puedan poner en marcha del software en los diferentes procesos constructivos de estructuras metálicas.

4.2 Análisis y descripción del proceso

La implementación de Tekla estructuras en GVS Construcciones se ejecutó acorde a las acciones establecidas en la alternativa seleccionada, se ejecutó una presentación del proyecto mostrando un análisis del entorno, plan de ejecución y evaluación de los objetivos estratégicos, con la finalidad de obtener beneficios claves de la ejecución de este.

El desarrollo de la implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones fue soportado de la siguiente manera:

- Inicia con el desarrollo de los planes de gestión del proyecto:
 1. Gestión del alcance
 2. Gestión de beneficios
 3. Gestión de recursos
 4. Gestión ambiental
 5. Gestión de tiempo y costo
 6. Gestión de comunicaciones

7. Gestión de calidad

8. Gestión de riesgo

9. Gestión de contratos.

Todos los documentos generados por parte del equipo de trabajo serán avalados por el sponsor del proyecto. En esta etapa igualmente se realiza la identificación de errores presentados en ingenierías de detalle anteriormente ejecutadas.

- **Adquisición de equipos de cómputo**, el departamento de ingeniería emite las especificaciones técnicas necesarias para las adquisiciones a ejecutar, seguido de esto se creó un proceso de licitación donde se contactó a proveedores locales y nacionales para que envíen sus ofertas comerciales acorde a la información suministrada por GVS Construcciones. Ejecutada la compra de equipos de cómputo acorde a las especificaciones técnicas emitidas se procede a recibir e instalar estos equipos en la planta de producción, esto acompañado de una serie de pruebas y sondeos con la finalidad de evaluar el rendimiento de las tarjetas gráficas y la memoria RAM ejecutando tareas con un software con requerimientos similares a los de Tekla structures, tarea que será liderada por el departamento de ingeniería con supervisión de la dirección del proyecto y avalado el servicio del proveedor a través de un acta de conformidad que será anexo para su facturación de servicios.
- Teniendo en cuenta lo satisfactorio de las pruebas y sondeos ejecutados a los equipos de hardware se procedió a la **instalación del software** en cada uno de los computadores adquiridos por GVS Construcción. El entregable mencionado cuenta con una serie de pruebas, sondeos y parametrización del software para poder generar ingeniería conceptual y de detalle con Tekla Structures, la serie de pruebas y parametrizaciones serán mencionadas a continuación:

Paso 1. Instalación de toolbox MT001R de componentes mecánicos: Incluye elementos tales como tornillos, remaches y soldaduras de diferentes especificaciones técnicas.

Paso 2. Instalación de toolbox MR020K libreta de perfiles estructurales: Incluye elementos tales como perfiles comerciales HEA, PT, IPE entre otros para poder dibujar elementos estructurales materiales comerciales.

Paso. 3 Instalación de toolbox MB048K: permite la generación de planos de taller de manera automática a partir del modelo 3D generado

Paso. 4 Instalación de toolbox DXF789K: permite la generación de planos de archivos DXF para ser exportados a maquinaria CNC.

Paso 5. Evaluación de rendimiento de equipos de cómputo con Tekla Structures, fue puesto en marcha el software y los equipos tuvieron un rendimiento mayor al 80 % por ende las pruebas han sido satisfactorias para proceder.

Paso 6. Generación de ingeniería de detalle a través de un ejercicio práctico: Instalado Tekla Structures teniendo en cuenta el rendimiento que tienen los equipos se procedió a ejecutar la ingeniería de un proyecto realizado por la compañía para comparar los beneficios que trae el uso de Tekla Structures VS AutoCAD 2017.

- **Plan de capacitaciones,** identificados los errores constructivos presentados en anteriores proyectos, y las dificultades presentadas por el departamento de ingeniería para emitir planos de taller, el plan de capacitaciones fue estructurado de la siguiente manera:

1. Generación de planos de taller a través de modelo 3D, el instructor de capacitaciones asignado a la compañía mostró como ejecutar el modelo 3D de manera completa y se procedió a generar planos de taller con ayuda del software y el **toolbox MT001R**, enseñándole a los miembros del equipo la secuencia para ejecutar esta actividad.

2. Generación de Archivos DXF, Generados planos de taller el Toolbox **DXF789K** ayuda a generar archivos DXF y exportarlos a la maquinaria CNC

3. Generación de listado de materiales, enfoque de esta parte de las capacitaciones estuvo centrado en generar de manera eficiente los listados teniendo en cuenta las distribuciones de corte emitidas con anticipación.

4. Generación de Plan de montaje, teniendo definidas las geometrías de todos los elementos estructurales el instructor de capacitaciones mostró la secuencia lógica para ejecutar un montaje de estructura metálica teniendo en cuenta el estado de cargas de diseño previa.

Paso 6. Finalmente, después de un programa de capacitaciones de 40 horas, se procedió a ejecutar un examen de validación de competencias.

4.3 Definición del tamaño y Localización en del proyecto

Se estima que entre el periodo comprendido (Enero del 2018-Diciembre 2020) en el departamento del Quindío se han construido entre 32 proyectos de estructura metálica, GVS construcciones presentó una participación del 33 % **(Cámara de Comercio del Quindío 2020 [CCQ])**. Teniendo en cuenta que GVS cuenta con poca competencia en el mercado local, se pretende tener una mayor participación en proyectos de construcción en la región.

Razón por la cual se hizo indispensable la implementación de Tekla structures en los diferentes procesos constructivos de las estructuras metálicas ejecutados en su planta de producción con el objetivo de ser una compañía más competitiva ofreciendo mejores tiempos de entrega y calidad en el producto final acorde a una ingeniería de detalle creada de manera previa.

Ante la creciente demanda de la construcción en acero en la región y teniendo en cuenta proyectos en los cuales la compañía ha hecho un sondeo preliminar (3 proyectos asignados a la compañía) se debe contar con un volumen de producción acorde a la capacidad de la planta esto con finalidad de cumplir con los posibles contratos asignados, de esta manera la implementación del software se convirtió en una necesidad de primera mano para la compañía, siendo el proyecto ejecutado en la planta de producción de la misma aplicando las herramientas técnicas que el software ofrece en las diferentes áreas de dibujo, producción y montajes, capacitando y certificando a los miembros del departamento de ingeniería en herramientas BIM.

4.4 Requerimiento para el desarrollo del proyecto

Acorde a lo mencionado anteriormente uno de los requerimientos para el proyecto es el cambio de los equipos de cómputo actuales que cuentan con una tecnología obsoleta para la implementación de softwares BIM, por equipos acorde a las

especificaciones técnicas emitidas.

Se realizará la compra de 8 equipos con las siguientes especificaciones técnicas

ITEMS	RECOMENDACIÓN	RENDIMIENTO OPTIMO
SISTEMA OPERATIVO	Windows 10 64 Bits	Windows 10 64 Bits
MEMORIA	+16 GB	+32 GB
DISCO DURO	240 GB SSD	+480 GB SSD
PROCESADOR	CPU Intel Corei 5 +2GZ	CPU Intel Corei 7 + 3 GHZ
TARJETA GRÁFICA	NDVIDIA GT FORCE 1060	NDVIDIA GT FORCE 1080
MONITORES	1920 X 1200	2560 X 1600
RATÓN	BASICO DE 3 BOTONES	BASICO DE 3 BOTONES

Tabla 6. Requerimientos de Hardware para funcionamiento óptimo Tekla structures Fuente [www. Bimvision.com](http://www.Bimvision.com)

La compra de los equipos será ejecutada con las especificaciones que brindan un rendimiento óptimo para la implementación del programa. Cada equipo asignado contará con el software instalado y el personal mencionado a continuación debe contar con un número de horas específicas de capacitación brindada por el proveedor de las licencias (Las capacitaciones serán dictadas con una intensidad horaria de 40 horas mensuales). A continuación, se menciona a los trabajadores a los cuales se les asignará estos equipos y el número de horas que recibirán de capacitación la cual va acorde los requerimientos de la compañía:

CARGO	NUMERO DE HORAS
Jefe de dibujo	(40 horas de capacitación)
Dibujante 1	(40 horas de capacitación)
Dibujante 2	(40 horas de capacitación)
Jefe de producción	(40 horas de capacitación)
Supervisor de producción 1	(40 horas de capacitación)
Supervisor de producción 2	(40 horas de capacitación)
Director de montajes	(10 horas de capacitación)
Ingeniero Residente	(10 horas de capacitación)

Tabla 7. Número de horas asignadas de capacitación por cargo -Fuente de elaboración propia

5. ESTUDIO DE MERCADO

Realizando un análisis del sector de la construcción en acero en la región (eje cafetero), “los gobiernos locales a partir del año 2018 vienen impulsando múltiples iniciativas con la finalidad de darle un mayor crecimiento a la industria local otorgando beneficios tributarios a proyectos de desarrollo industrial y de tecnificación del sector agrícola (Excepciones de IVA en algunas compras y retenciones)” **(Gobernación del Quindío [GQ], 2018).**

Por otra parte, el gobierno nacional al realizar tratados de libre comercio con países como china y corea del sur, se han disminuido aranceles importaciones de la materia prima principal para producción de estructuras metálicas, esto ha impulsado los proyectos de construcción en acero en todo el país por los múltiples beneficios y la versatilidad que tiene usar este material para construir las estructuras principales de las edificaciones.

El proyecto se fundamenta en la implementación del software Tekla structures en GVS Construcciones con la finalidad de eliminar los sobrecostos presentados en mano de obra de fabricación y de montaje que afectan la utilidad de los proyectos, inciden en tiempos de entrega y en la calidad del producto final presentado, mejorando con esto la imagen corporativa de la compañía, buscando de esta manera ser socio potencial de compañías constructoras en proyectos de infraestructura industrial, comercial y residencial.

El mercado potencial identificado se considera a todas las compañías que requieren servicios de construcción en acero como lo son fabricación y montaje de estructuras metálicas, específicamente en el eje cafetero.

Actualmente en la región los proyectos de infraestructura como lo son bibliotecas, parques, bodegas para almacenamiento y centros de distribución del sector agroindustrial, ampliación de capacidad de industrias locales (industria papelera), son un punto importante para seguir en la gestión comercial por parte de la compañía en aras de la consecución de nuevos contratos.

5.1. Población

La población del proyecto está constituida por la Junta directiva, la gerencia general, el departamento de compras, el departamento de dibujo, el departamento de producción y departamento de montajes, los cuales suman un total de 14 miembros.

5.2 Dimensionamiento de la demanda

GVS construcciones viene con un crecimiento considerable año tras año, ejecutando un promedio de 4 proyectos por año cada uno con un promedio de 450 Toneladas de producción. Teniendo en cuenta los futuros proyectos asignados a GVS Construcciones se debe ampliar la capacidad de producción con la finalidad de poder cumplir con las futuras entregas. Con la implementación del software se pretende generar la ingeniería de detalle de 20 proyectos (Se ha adquirido la licencia por 5 años), aunque el software no tiene limitantes en cuanto al número de proyectos a ejecutar. **(Trimble [TS], 2018).**

5.3. Dimensionamiento de la oferta

El proyecto va dirigido (Implementación del software) a los departamentos de dibujo, producción y montajes, debido a que son los departamentos que mayor incidencia tienen en la ejecución de proyectos.

La licencia adquirida por GVS Construcciones permite tener el software instalado en 4 equipos de cómputo, al ser 8 miembros los que componen el departamento de ingeniería se han adquirido 2 licencias por un tiempo de 5 años.

Como se había mencionado anteriormente estos departamentos están compuestos de la siguiente manera:

INGENIERÍA GVS CONSTRUCCIONES		
DEPARTAMENTO DE DIBUJO	DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	DEPARTAMENTO DE MONTAJES
Jefe de dibujo	Jefe de producción	Jefe de Montaje
Dibujante 1	Supervisor 1	Ingeniero Residente
Dibujante 2	Supervisor 2	

Tabla 8. Número de horas asignadas de capacitación por cargo-Fuente de elaboración propia

Al dimensionar la oferta del proyecto y acorde al tiempo de adquisición de la licencia se ejecutarán alrededor de 20 proyectos que tendrían un peso de producción aproximado de 1900 toneladas de fabricación.

Las funcionalidades que ofrece esta solución son:

- Menores tiempos para generar una ingeniería conceptual y detalla para proyectos de construcción en acero.
- Se generan listados de materiales disminuyendo los desperdicios constructivos que se presentan al fabricar estructuras metálicas.
- Se codificará la maquinaria CNC con los archivos DXF generados.
- Presentación de planes de montaje de estructura metálica.

6. ESTUDIO VIABILIDAD FINANCIERA

6.1 Estimación de Costos de inversión del proyecto

Para la estimación de los costos de inversión se ha realizado un dimensionamiento de recursos necesarios para la ejecución del mismo, teniendo en cuenta la solución planteada en el ítem **4.1 Diseño conceptual de la solución**.

A Continuación, se presenta tabla de costos con valores unitarios

ÍTEM	VALOR UNITARIO	UNIDADES ADQUIRIDAS	COSTOS
1. Compra de licencia de software	\$ 22.671.137	2	\$ 45.342.274
2. Capacitaciones	\$ 600.000	40	\$ 24.000.000
3. Equipos de computo	\$ 6.875.000	8	\$ 55.000.000
4. Costos asociados a gestión del proyecto	\$ 14.582.036		\$ 14.582.036
5. Interés por apalancamiento financiero	\$19.314.430		\$19.314.430
Costos totales del proyecto			\$ 158.238.740

Tabla 9. Costos de inversión del proyecto-Fuente de elaboración propia

- Adquisición de equipos de cómputo acorde a las especificaciones técnicas entregadas por el departamento de ingeniería, este valor incluye instalación, pruebas y sondeos a equipos de hardware como tarjetas gráficas y memoria RAM.
- Licencias de software adquiridas para 4 ordenadores (se realiza la compra de 2 licencias por 5 años).
- Jornada de capacitaciones en tekla structures (La jornada de capacitaciones incluyen todo el material académico y didáctico propio de la dinámica de la jornada, se ha cotizado la hora de capacitación por un valor de \$ 600.000).

6.2 Definición de Costos de operación y mantenimiento del proyecto

Para definir los costos de operación y mantenimiento del proyecto se han tenido los siguientes factores:

- Nómina del departamento de ingeniería por los siguientes 5 años (Tiempo de adquisición de la licencia), el incremento de los salarios de los miembros del departamento de ingeniería de GVS será del 6% cada año.

Con fines de la estimación se presentan a continuación los salarios del departamento de ingeniería.

CARGO	SALARIO
Jefe de dibujo	\$ 3.000.000
Dibujante 1	\$ 1.500.000
Dibujante 2	\$ 1.500.000
Jefe de producción	\$ 3.000.000
Supervisor 1	\$ 2.000.000
Supervisor 2	\$ 2.000.000
Jefe de montajes	\$ 3.000.000
Ingeniero Residente	\$ 2.500.000

Tabla 10. Nomina por mes departamento de ingeniería de GVS -Fuente de elaboración propia

- Mantenimiento de equipos de cómputo (Se realiza de manera individual a cada equipo con una periodicidad de 4 meses) tiene un valor de \$ 60.000 este valor aumentará cada año un 6 %.
- Servicio de internet el cual tiene una tasa fija de \$ 120.000 que aumentará de valor de la tasa un 6% por año.
- Costos de papelería aproximados en \$ 125.000 por mes.

ITEMS	AÑO 2020	AÑO 2021	AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024	TOTAL
COSTO DE EMPLEADOS	\$ 293.346.135	\$ 310.946.896	\$ 329.603.724	\$349.379.918	\$ 370.342.701	\$ 1.653.619.374
COSTOS DE MANTENIMIENTO	\$ 1.440.000	\$ 1.526.400	\$ 1.617.984	\$ 1.715.040	\$ 1.818.000	\$ 8.117.424
INTERNET	\$ 1.440.000	\$ 1.526.400	\$ 1.617.984	\$ 1.715.064	\$ 1.817.964	\$ 8.117.412
PAPELERIA	\$ 1.500.000	\$ 1.590.000	\$ 1.687.200	\$ 1.788.000	\$ 1.896.240	\$ 8.461.440
TOTAL, COSTOS DE MANTENIMIENTOS Y OPERACIÓN						\$ 1.678.315.650

Tabla 11. Costos de mantenimiento y operación del producto -Fuente de elaboración propia

6.3 Análisis de tasas de interés para costos de oportunidad

Se ha realizado un sondeo de tasas de interés brindadas por entidades bancarias para la realización de un CDT:

AV Villas 4,32 % E. A.

Banco de Bogotá 4,5 % E.A

Colpatria Scotiabank 3,8 % E. A.

Se ha escogido la mejor tasa brindada por el Banco de Bogotá como costo de oportunidad

6.4 Análisis de tasas de interés para costos de financiación

GVS construcciones es una compañía en crecimiento, razón por la cual no cuenta con un flujo de efectivo para llevar a cabo este proyecto, para la implementación del software Tekla Structures la compañía realizará una financiación total por el valor total del presupuesto estimado en un periodo de 12 meses, este es el periodo mínimo que ofrecen las entidades bancarias para este tipo de desembolsos. El desembolso de los recursos por parte de la entidad bancaria será de manera total al inicio del proyecto debido a la corta duración de este (50 días).

Se realiza un sondeo de las tasas de interés ofrecidas en el mercado para este tipo de financiaciones:

AV Villas 13.42 % E. A.

Banco de Bogotá 22.42 % E.A

Colpatria Scotiabank 14,75% E. A.

Al compararse las tasas ofrecidas, se considera que la mejor opción para financiar el proyecto la ofrece el banco AV villas.

6.5 Tablas de amortización y/o capitalización

El crédito solicitado a la entidad financiera tendrá un valor de \$ 138.924.310, al compararse las tasas ofrecidas, se considera que la mejor opción para financiar el proyecto la ofrece el banco AV villas.

A continuación, se realiza la conversión de la tasa de interés de E.A a E.M

$$\text{tasa Efectiva. Mensual} = \frac{13,42 \%}{12 \text{ meses}} = 1,118 \%$$

Se procede a calcular el valor de la cuota del crédito a pagar

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = \$138'924,310 \left[\frac{1,118\% (1 + 1,118\%)^{12}}{(1 + 1,118\%)^{12} - 1} \right]$$

$$A = \$ 12'474,190$$

El banco AV villas presenta la siguiente tabla de amortización del crédito

PERIODO	SALDO INICIAL	VALOR DE CUOTA	INTERES $I = SI * i$	ABONO CAPITAL $AC = VC - I$	SALDO FINAL $SF = SI - AC$
0					\$ 138.924.310
1	\$ 138.924.310	\$ 12.474.190	\$ 1.638.008,86	\$ 10.836.180,68	\$ 127.978.129,32
2	\$ 127.978.129,32	\$ 12.474.190	\$ 1.510.141,93	\$ 10.964.047,61	\$ 117.014.081,71
3	\$ 117.014.081,71	\$ 12.474.190	\$ 1.380.766,16	\$ 11.093.423,37	\$ 105.920.658,34
4	\$ 105.920.658,34	\$ 12.474.190	\$ 1.249.863,77	\$ 11.224.325,77	\$ 94.696.332,57
5	\$ 94.696.332,57	\$ 12.474.190	\$ 1.117.416,72	\$ 11.356.772,81	\$ 83.339.559,75
6	\$ 83.339.559,75	\$ 12.474.190	\$ 983.406,81	\$ 11.490.782,73	\$ 71.848.777,02
7	\$ 71.848.777,02	\$ 12.474.190	\$ 847.815,57	\$ 11.626.373,97	\$ 60.222.403,05
8	\$ 60.222.403,05	\$ 12.474.190	\$ 710.624,36	\$ 11.763.565,18	\$ 48.458.837,87
9	\$ 48.458.837,87	\$ 12.474.190	\$ 571.814,29	\$ 11.902.375,25	\$ 36.556.462,62
10	\$ 36.556.462,62	\$ 12.474.190	\$ 431.366,26	\$ 12.042.823,28	\$ 24.513.639,34
11	\$ 24.513.639,34	\$ 12.474.190	\$ 289.260,94	\$ 12.184.928,59	\$ 12.328.710,75
12	\$ 12.328.710,75	\$ 12.474.190	\$ 145.478,79	\$ 12.328.710,75	\$ 0,00

Tabla 12 Amortización de crédito con el Banco AV Villas (Tiempo de duración 12 meses)-Fuente de elaboración propia

GVS Construcciones ha realizado la proyección de sobrecostos en mano de obra de fabricación y montaje en los proyectos asignados por valor de \$252'960.000 (se toma como valor futuro a recibir) estos se estiman en un tiempo de 12 meses que equivale al tiempo de ejecución de los proyectos.

Teniendo en cuenta este valor futuro al final de la ejecución de los proyectos asignados, se procede a realizar el cálculo del valor que GVS Construcciones pagaría a AV villas.

$$A = F \left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1} \right]$$

$$A = \$ 252'960.000 \left[\frac{1,118\%}{(1 + 1,118\%)^{12} - 1} \right]$$

$$A = \$19'746.669$$

Teniendo en cuenta que la cuota presentada por AV Villas es de \$ 12'474,190 y la que GVS Construcciones tiene proyectado pagar es de \$ 19'746.669 se realizan abonos a capital por valor \$ 7'272.479; de esta manera el crédito será pagado en un tiempo menor.

A continuación, se presenta la tabla de amortización del crédito que será pagado por GVS Construcciones:

PERIODO	SALDO INICIAL	VALOR DE CUOTA	INTERES $I = SI * i$	ABONO CAPITAL $AC = VC - I$	SALDO FINAL $SF = SI - AC$
0					\$ 138.924.310
1	\$138,924,310	\$ 19,746,669.23	\$1,771,691	\$ 17,974,978.34	\$132,168,318
2	\$132,168,318	\$ 19,746,669.23	\$1,559,586	\$ 18,187,083.09	\$113,981,235
3	\$113,981,235	\$ 19,746,669.23	\$1,344,979	\$ 18,401,690.67	\$95,579,544
4	\$95,579,544	\$ 19,746,669.23	\$1,127,839	\$ 18,618,830.62	\$76,960,713
5	\$76,960,713	\$ 19,746,669.23	\$908,136	\$ 18,838,532.82	\$58,122,180
6	\$58,122,180	\$ 19,746,669.23	\$685,842	\$ 19,060,827.51	\$39,061,353
7	\$39,061,353	\$ 19,746,669.23	\$460,924	\$ 19,285,745.27	\$19,775,608
8	\$19,775,608	\$ 19,746,669.23	\$233,352	\$ 19,513,317.06	\$262,291
9	\$262,291	\$265,386	\$3,095	\$ 262,290.63	\$0

Tabla 13. Amortización de crédito con el Banco AV Villas (Tiempo de duración 9 meses)-Fuente de elaboración propia

De esta manera finalizando el crédito en 9 meses siendo un pago un valor final de \$158'238,740

6.6. Flujo de caja

El flujo de caja del proyecto tiene un horizonte de tiempo de un año, en el cual se han tenido en cuenta los beneficios generados por la implementación del software (Reducción de sobre costos) y las cuotas del crédito que es un apalancamiento financiero para el mismo.

El horizonte financiero del proyecto se ha estipulado en 12 meses ya que es el tiempo de ejecución (Fabricación y montaje) de los proyectos que han sido asignados y los sobre costos que estos dejarán de generar gracias a la implementación de Tekla Structures serán tomados como beneficios recibidos (ingresos) a la compañía.

FLUJO DE EFECTIVO	BENEFICIOS RECIBIDOS DURANTE EL PROYECTO (INGRESOS) 2020	EGRESOS (PRÉSTAMO) 2020	FLUJO DE EFECTIVO NETO 2020
ENERO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
FEBRERO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
MARZO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
ABRIL 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
MAYO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
JUNIO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
JULIO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
AGOSTO 2020	\$ 19.746.669	\$ 19.746.669	\$ -
SEPTIEMBRE 2020	\$ 19.746.669	\$ 265.388	\$ 19.481.281
OCTUBRE 2020	\$ 19.746.669		\$ 19.746.669
NOVIEMBRE 2020	\$ 19.746.669		\$ 19.746.669
DICIEMBRE 2020	\$ 19.746.669		\$ 19.746.669
TOTAL	\$ 236.960.028	\$ 158.238.740	\$ 78.721.288

Tabla 14. Flujo de caja del proyecto para el año 2020-Fuente de elaboración propia

El concepto de beneficio en el proyecto son aquellos sobrecostos que se han dejado de generar en los proyectos asignados a la compañía, se ha realizado una estimación paramétrica para este valor teniendo en cuenta proyectos ejecutados previamente en condiciones similares a los ejecutados, esto nos arroja un valor de \$ 236.960.028.

6.7. Evaluación financiera y análisis de indicadores

Relación costo beneficio

Se ha realizado un sondeo de tasas de interés brindadas por entidades bancarias para la realización de un CDT:

AV Villas 4,32 % E. A.

Banco de Bogotá 4,5 % E.A

Colpatria Scotiabank 3,8 % E. A.

Se ha escogido la mejor tasa brindada por el Banco de Bogotá como costo de oportunidad

RELACION COSTO- BENEFICIO			
CONCEPTO	PERIODO 1 (AÑO 2020)	COSTO DEL CAPITAL (4.5%)	NETOS
BENEFICIOS	\$ 236.960,028	\$ 10,663,201	\$ 226,960,827
COSTOS	\$ 158,238,740		\$ 158,238,740
RELACIÓN COSTO BENEFICIO			1,43

Tabla 15. Relación Costo beneficio de implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones-Fuente de elaboración propia

Se presenta la relación costo beneficio del proyecto teniendo en cuenta un horizonte de 12 meses. Con este indicador se puede concluir que la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida, por ende, el proyecto se puede aceptar.

PRC

Para el cálculo de recuperación de capital tenemos en cuenta la inversión inicial que es de \$158,238,740 (Valor del crédito) y el flujo de efectivo generado en el horizonte del tiempo proyecto para esta inversión.

$$PRC = \frac{\$ 158'238,740}{\$ 236,960,028}$$

$$PRC = 0,66 \text{ años}$$

$$PRC = 0,625 \text{ año} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 8 \text{ meses}$$

Comparando con la expectativa que tiene la gerencia de GVS Construcciones de recuperar la inversión inicial en 12 meses (Ver tabla 3) podemos concluir que el proyecto es viable.

Valor actual neto (VAN)

Se procede a calcular el valor actual neto teniendo en cuenta el flujo de caja presentado anteriormente.

Teniendo en cuenta que el crédito será pagado al finalizar 9 meses el valor de este no se tiene en cuenta como inversión inicial si no como **APALANCAMIENTO FINANCIERO**, por lo tanto, la inversión inicial es 0, para este cálculo se deben tener en cuenta solo los beneficios netos generados por la implementación de Tekla structures por valor de \$ 78.721.288.

Como se había relacionado anteriormente el costo de oportunidad tendrá una tasa de 4,5% E.A

INVERSIÓN INICIAL	PERIODO 1
\$0.00	\$78'721,288

Tabla 16. Valor actual neto del proyecto-Fuente de elaboración propia

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + K)^1} + \frac{Q_n}{(1 + K)^n}$$

$$VAN = \frac{\$78'721,288}{(1 + 4,5\%)^1}$$

$$VAN = \$75'331.376$$

Al calcular el VAN y este ser **positivo se concluye que el proyecto crea valor.**

TIR (tasa interna de retorno)

$$TIR = \frac{\$236.960.028}{(1 + 0,456793)^1} = 0$$

<i>VAN</i>	<i>INVERSIÓN INICIAL</i>	<i>PERIODO 1</i>
\$0.00	-\$158,238,740.00	\$236,960,028
<i>TIR</i>	45,86%	

Tabla 17. Cálculo de TIR-Fuente de elaboración propia

Al realizar la comparación del costo de oportunidad ofrecido por el mercado y la TIR que nos ofrece el proyecto se concluye que realizar la inversión generará valor agregado en la compañía.

7. ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL

El impacto social de los proyectos va desde la generación de empleos hasta la mejora en las condiciones para ejecutarlo. Si bien, el impacto no siempre es fácil de medir, debe ser tomado en cuenta buscando siempre indicadores que ayuden a esta evaluación.

El estudio social y ambiental del proyecto analiza el efecto de las acciones de inversión ocurridas en el medio físico y biológico, social, económico y cultural.

Teniendo en cuenta los beneficios generados y los impactos a través de un análisis PESTLE y empleando la metodología RAM, generando planes de acción para amenazas que pueden afectar la correcta ejecución del proyecto.

7.1. Análisis y categorización de riesgos

Posterior a la ejecución de un análisis de riesgos con la metodología RAM Ver Apéndice P Matriz de identificación de riesgos, se concluye que la valoración de impacto y probabilidad para la mayoría de los riesgos potenciales que se presentan en las distintas fases del proyecto son bajos, sin embargo, el riesgo biológico del COVID-19 es muy alto, razón por la cual se propone seguir lineamientos emitidos por el gobierno nacional para el control de esta pandemia.

7.2 Análisis ambiental del ciclo de vida de proyecto

Análisis PESTLE

Al realizar el análisis PESTLE del proyecto se concluye que en la región (Eje cafetero), se otorgan beneficios tributarios a proyectos de desarrollo industrial, lo cual es beneficioso para la implementación de este software ya que hace más eficiente los procesos constructivos de las estructuras metálicas. Por otra parte, el cierre de las importaciones provenientes de china impacta de manera negativa la ejecución del proyecto debido a que la tecnología necesaria para la implementación de Tekla structures

viene del país asiático, se resalta el impacto económico que trae al proyecto el precio actual del dólar al momento de realizar importaciones que permiten la normal ejecución de este. Ver Apéndice B Análisis Pestle

7.3. Responsabilidad social-empresarial (RSE)

A continuación, se presentan los lineamientos de responsabilidad social empresarial (RSE).

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	FÓRMULA	PERIODICIDAD	TIPOLOGÍA
Uso eficiente de energía	Se identificó como causa importante de generación de emisiones de carbono	KWh consumidos por etapa del proyecto	Sumatoria de KWh consumidos por etapas (Verificados en medidor)	Etapas del proyecto	Gestión
Uso eficiente del papel	Se identificó como causa de generación de emisiones, no obstante, estas generaciones son mínimas con respecto a las emisiones de energía	Numero de hojas usadas por departamento involucrado en el proyecto	Sumatoria de hojas de papel consumidas por los diferentes departamentos del proyecto.	Semanal	Gestión

Tabla 18. Lineamientos RSE-Fuente de elaboración propia

8. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

La gestión de la integración del proyecto implementación de Tekla structures en GVS Construcciones contiene los siguientes procesos, los cuales se mencionan a continuación:

- **Desarrollar el acta de constitución del proyecto:** Aquí se desarrolla un documento, en cual se autoriza de manera formal el proyecto. Realizando una descripción del mismo, una descripción del producto final teniendo en cuenta los objetivos estratégicos del proyecto acorde a las restricciones de costo, cronograma, alcance, calidad y satisfacción del cliente. Ejecutando un análisis de costos y beneficios, estableciendo cronograma e hitos del proyecto, un presupuesto, un listado de interesados claves, determinando de esta manera supuestos y restricciones.

Como entrada para este proceso se tienen factores ambientales de la compañía y los activos de los procesos de la organización, este documento será desarrollado a través de un juicio de expertos los cuales brindan información valiosa para la constitución de este documento.

- **Desarrollar plan de gestión de beneficios:** En el plan se han establecido los beneficios tangibles determinado básicamente por el rendimiento de los indicadores financieros como lo son la VAN, TIR y la relación costos beneficio. Por otra parte, se establecen beneficios intangibles como lo son mayor planeación estratégica para futuros proyectos, un mejor posicionamiento de la compañía en el mercado y por último se asigna un tiempo para obtener los beneficios planeados y dueños de los beneficios. Para el seguimiento y control de este plan se han establecidos reuniones del proyecto para informar y documentar el estado de los beneficios a fechas de corte establecidas.
- **Desarrollar plan de gestión de cambios:** Se establece la metodología para presentar solicitudes de cambio a lo largo del ciclo de vida del proyecto, presentado formatos de solicitud, estableciendo procedimientos de recepción y

evaluación de solicitudes de cambio, integrando un comité de control integrados formado por involucrados del proyecto, estableciendo un seguimiento en la matriz general de control integrado de cambios.

- **Registro de lecciones aprendidas:** Se documentan los eventos que han generado un impacto negativo en el proyecto, estableciendo causas con la finalidad de realizar una trazabilidad y sirva como documento de entrada en futuros planes de gestión de proyectos de la compañía.

8.1. Acta de Constitución (Project Charter)

PROYECTO	Implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones
NOMBRE DEL CLIENTE O SPONSOR	GVS Construcciones

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO
La implementación del software Tekla Structures en la generación de ingeniería de detalle, fabricación y montaje de estructuras metálicas se realizará con la finalidad de disminuir los sobrecostos presentados en de mano de obra de fabricación y montaje en futuros proyectos asignados a la compañía y de esta manera poder entregar en los tiempos pactados, generando así una mayor utilidad y la optimización de sus procesos, llegando a ser GVS Construcciones una compañía atractiva para ser aliado estratégico de sus clientes en futuros proyectos de construcción en acero. La implementación de este software se dará de manera inicial a través de un programa de capacitaciones de 40 horas donde básicamente el departamento de ingeniería de GVS Construcciones será instruido en la generación de planos de taller, archivos DXF para la maquinaria CNC, listados de materiales para compra de material, ejecución de secuencia de montaje y finalmente los planos de montaje de la estructura a construir. El proyecto tendrá inicio el 20 de enero del 2020, tendrá una duración de 50 días calendario y será liderado por el ingeniero Elan Sánchez quien será designado como director del proyecto. El proyecto inicia con la compra de equipos de cómputo con requerimientos necesarios para un óptimo funcionamiento del software, sus toolboxes y bibliotecas; seguido de la instalación del software y una jornada de capacitaciones continuas acompañadas de ejercicios prácticos para la puesta en marcha del mismo.

2. DESCRIPCION DEL PRODUCTO DEL PROYECTO

La implementación de Tekla structures consta de las siguientes etapas:

- Compra de equipos de cómputo con requerimientos necesarios para el óptimo funcionamiento del software
- Instalación del software en equipos de cómputo adquiridos
- Pruebas y sondeos para verificar rendimiento del software
- Implementación de plan de capacitaciones presenciales desarrolladas en la planta de GVS para los miembros de los departamentos implicados (Dibujo, diseño y montajes).

3. ANALISIS COSTO - BENEFICIO

Costos de Implementación de Tekla structures en GVS Construcciones		Disminución de sobrecostos en mano de obra de fabricación y montaje	
Compra de licencia de software	\$ 45.342.274	Reducción de sobrecostos en mano de obra en proyecto Alegra Barranquilla	\$89.760.000
Capacitaciones	\$24.000.000	Reducción de sobrecostos en mano de obra en proyecto Construcción de complejo Cine Colombia Medellín	\$81.600.000
Equipos de computo	\$55.000.000	Construcción de centro de felicidad (SUBA) Bogotá D.C	\$ 65.600.028
Intereses generados por crédito	\$ 19.314.419		
Reserva de contingencia	\$9.282.036		
Reserva de gestión	\$ 5.300.000		
TOTAL	\$158.238.740	TOTAL	\$236.960.028
TIEMPO RECUPERACIÓN DE LOS COSTOS			
Los proyectos mencionados en la parte derecha han sido asignados a la compañía, como se había calculado con anterioridad el PRC para el proyecto es de 8 meses			

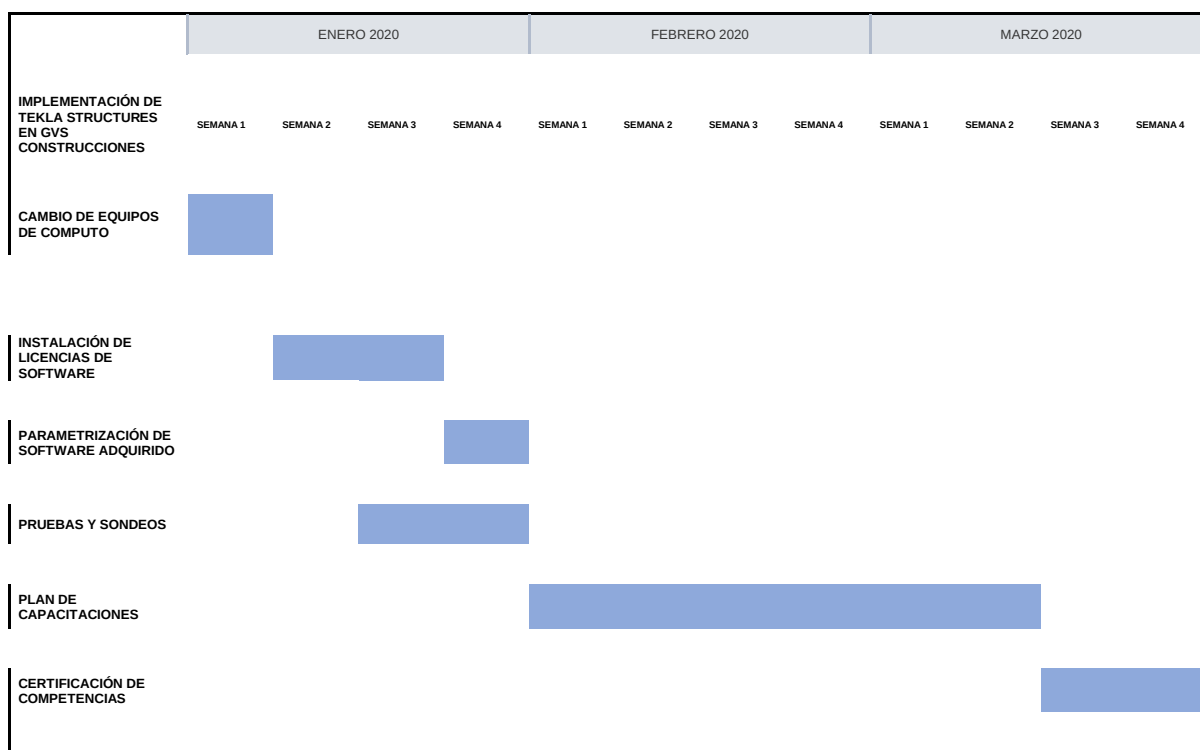
4. OBJETIVOS DEL PROYECTO			
CONCEPTO	OBJETIVOS	MÉTRICA	INDICADOR DE ÉXITO
1. ALCANCE	Implementación de software tekla structures para la generación de ingeniería de detalle de futuros proyectos asignados: Incluye cambio de equipos de cómputo, compra de licencia de software y programa de capacitaciones.	Porcentaje de miembros del departamento de ingeniería que aprueban las evaluaciones que avalan las competencias para la implementación de Tekla Structures.	100 % de los miembros deben aprobar
		Ejecución de entregables del proyecto	Cumplimiento del 100% de las actividades programadas para la óptima ejecución de los entregables
		Reducción de sobrecostos gracias a la implementación de tekla structures	10% de los sobrecostos de mano de obra de fabricación y montaje se deben reducir
		Porcentaje de reducción de sobrecostos en materiales	10% de sobrecostos en estimaciones de materiales deben ser reducidas.

2. CRONOGRAMA	El cronograma del proyecto tiene una duración de 50 días a comprendidos entre el 20 de enero del 2020 y el 25 de marzo del mismo año, se tiene objetivo cumplir con los tiempos de entrega de cada uno de los entregables y las métricas establecidas a través de indicadores de valor ganado	$SPI > 90\% < 99\%$ $SV > 0 < -\$1.598.371$ $TCPI > 85\% < 105\%$	$SPI > 99\%$ $SV = 0$ $TCPI = 85\%$
----------------------	---	---	---

3. COSTO	Se ha estimado un presupuesto para la correcta ejecución del proyecto. Teniendo en cuenta los entregables, paquetes de trabajo y actividades. Se han estimado indicadores de valor ganado para tener mediciones constantes y de esta manera realizar seguimiento al proyecto	$CPI > 90\% < 99\%$ $EV > 90\% PV$ $< 99\% PV$ $EAC > \$159.821.127$ $< \$ 166.150.677$ ETC $= BAC - PV * 1.05$ $EAC > \$ 1.598.371$ $< \$ 17.582.082$	$CPI > 99\%$ $EV = 99\% PV$ $EAC = \$ 158.238.740$ $ETC = BAC - (PV * 1)$ $VAC = 0$
4. CALIDAD	Ejecución de los entregables del proyecto Ejecución del cronograma del proyecto Ejecución del presupuesto del proyecto	Verificación del paso a paso del cumplimiento de los diferentes requerimientos técnicos y de calidad determinados. Asegurar el cumplimiento del cronograma en un 92 % acorde a lo programado. Asegurar el cumplimiento del cronograma en un 95 % acorde a lo programado.	Cumplimiento del 100% de las actividades programadas para la óptima ejecución de los entregables Cumplimiento del 100% de las actividades programadas según cronograma. SPI = 1 Cumplir con el 100% de los recursos

	Cumplimiento del plan de comunicaciones Resultados de evaluación de competencias para implementación de tekla structures	Asegurar el cumplimiento del 100 % de las solicitudes de los interesados. Asegurar una aprobación del 100 % en la evaluación realizada a cada uno de los miembros del departamento de ingeniería	programados. CPI = 1 Cumplir al 100% con las solicitudes recibidas Aprobación del 100% de las evaluaciones de los miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones.
5. SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	Puesta en marcha del software para generar Ingeniería de detalle	Cumplimiento de examen final de capacitación con una nota superior a 4.5/5 por parte de miembros de departamento de ingeniería de GVS Construcciones	100% de evaluaciones de competencia aprobadas por los miembros del departamento e ingeniería

5. CRONOGRAMA DEL PROYECTO



6. HITOS DEL PROYECTO.

HITO O EVENTO SIGNIFICATIVO	FECHA PROGRAMADA
Firma de acta de inicio del proyecto	19-01-2020
Llegada de equipos de cómputo a planta de GVS Construcciones	25-01-2020
Firma de contrato con proveedor de licencias de software	26-01-2020
Inicio de capacitaciones	10-02-2020
Puesta en marcha del software	20-03-2020
Fin del proyecto	25-03-2020

7. RESTRICCIONES DE ALTO NIVEL

INTERNOS A LA ORGANIZACIÓN	AMBIENTALES O EXTERNOS A LA ORGANIZACIÓN
Presupuesto asignado al proyecto	Ambientales
Falta de proveedores a nivel regional de licencia de softwares BIM	Externos a la organización
Falta de personal capacitado en la región en este tipo	

de herramientas	
8. SUPUESTOS	
INTERNOS A LA ORGANIZACIÓN	AMBIENTALES O EXTERNOS A LA ORGANIZACIÓN
La compra de equipos de cómputo será con requerimientos necesarios para un óptimo funcionamiento del software	Ambientales
La compra de las licencias de software será con los toolboxes y bibliotecas necesarias para ejecutar diseño y representaciones estructurales	Ambientales
El departamento de ingeniería cuenta con las competencias necesarias para la implementación del software que generará la ingeniería de detalle.	Ambientales/Externos a la organización

9. PRINCIPALES RIESGOS DE ALTO NIVEL
Retiro de personal capacitado en manejo de estas herramientas (Razones externas que pueden ser mejor oferta laboral o termino de contrato)
Problemas con equipos de cómputo y licencia adquirida con el proveedor.
A causa de tener una TRM (Tasa representativa del mercado) inestable, puede ocurrir el riesgo de que se aumente el valor de las adquisiciones del proyecto (Licencias de software y equipos de cómputo), generando sobrecostos en el presupuesto.
Debido a la no existencia de personal calificado en herramientas BIM en la región, se puede presentar que no se tenga respaldo en caso de una renuncia por parte del instructor del software.
A causa de presentar tiempos de entrega inadecuados por parte de los proveedores de equipos de cómputo, se pueden presentar retrasos en las actividades 1.1.3.1 y 1.1.3.2, impactando de manera significativa el cronograma del proyecto.
A causa de presentar tiempos inadecuados de respuesta de parte de proveedores para presentar ofertas comerciales, se pueden generar retrasos en la actividad 1.1.2.1, impactando de manera significativa en el cronograma del proyecto.
Debido a la contingencia internacional (COVID-19), se puede presentar el riesgo de que se presenten tiempos de importaciones mayores a lo estipulado en cronograma, generando retrasos significativos en las actividades 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.2.1 y 1.1.2.2, las cuales hacen parte de la ruta crítica del proyecto.
Debido a la no aprobación del examen de certificación de parte de los miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones, se podría generar un reproceso (Presentar nuevamente el examen de certificación), afectando el cronograma del proyecto generando tiempos adicionales para la puesta en marcha.
A causa de un rendimiento inadecuado y por debajo del estándar de tarjeta gráfica, procesador y memoria RAM, se

pueden presentar retrasos en los programas de capacitaciones para herramientas bien, generando tiempos adicionales en cronograma.

A causa de la falta de detalle en especificaciones técnicas emitidas para adquirir software BIM, se pueden generar retrasos en la adquisición del software para generar ingeniería de detalle, impactando de manera significativa el cronograma del proyecto

10. PRESUPUESTO PRELIMINAR

CONCEPTO		MONTO (\$)
1. Compra de licencia de software		\$ 45.342.274
2. Capacitaciones		\$ 24.000.000
3. Equipos de computo		\$ 55.000.000
4. Intereses generados por crédito (Apalancamiento financiero)		\$19.420.430
5. Reserva de Contingencia		\$9.282.036
TOTAL, LÍNEA BASE		\$152.939.040
6. Reserva de gestión		\$5.300.000
TOTAL, PRESUPUESTO		\$ 158.238.740

11. LISTA DE INTERESADOS CLAVES (STAKEHOLDERS)

NOMBRE	ROL EN EL PROYECTO	FASE DE MAYOR INTERÉS	EXPECTATIVAS PRINCIPALES	CLASIFICACIÓN	
				INTERNO / EXTERNO	APOYO / NEUTRAL / OPOSITOR
GVS Construcciones	Sponsor	Compras y/o adquisiciones- Capacitaciones- Puesta en marcha	Cumplimiento del alcance del proyecto	Interno	Apoyo
Elan Sánchez	Project Manager	Compras y/o adquisiciones- Capacitaciones- Puesta en marcha	Cumplimiento del alcance del proyecto	Interno	Apoyo
BIM Solutions	Proveedor de licencias de software	Capacitaciones	Cumplimiento del alcance del proyecto	Externo	Apoyo
Departamento de ingeniería GVS	Asistentes a capacitación	Capacitación y puesta en marcha	Cumplimiento del alcance del proyecto	Interno	Apoyo
Instructor de capacitaciones	Dar capacitación a Ing. GVS	Capacitaciones	Cumplimiento del alcance del proyecto	Externo	Apoyo

Dpto. de Compras	Responsable de adquisiciones	Compras y/o adquisiciones-	Cumplimiento del alcance del proyecto	Externo	Apoyo
-------------------------	------------------------------	----------------------------	---------------------------------------	---------	-------

12. NIVELES DE AUTORIDAD	
AREA DE AUTORIDAD	DESCRIPCION DEL NIVEL DE AUTORIDAD
SPONSOR	Suministro de recursos para implementación del proyecto
PROJECT MANAGER	Dirección del proyecto (Control en las distintas áreas del proyecto)

13. DESIGNACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO		
NOMBRE	Elan Sánchez	NIVEL DE AUTORIDAD
REPORTA A	GVS Construcciones (SPONSOR)	Project Manager
SUPERVISA A	Team members	

8.2. Registro de supuestos y restricciones

Restricciones:

- Presupuesto (No se debe superar el valor asignado a las adquisiciones del proyecto)
- Personal técnico calificado en la región (Pocas opciones)
- Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución.
- Las capacitaciones tienen una duración de 40 horas
- Las pruebas y sondeos a los equipos de cómputo adquiridos con una puesta en marcha del software deben ser 80% mayor en componentes como RAM y tarjeta gráfica.
- Se aprueba examen de certificación con una nota de 4.5/5.
- Se admite una duración máxima de 53 días.

Supuestos:

- Integrantes del departamento de ingeniería tienen experiencia en estructuras metálicas.
- Integrantes el departamento de ingeniería tienen conocimientos básicos en tecnologías BIM
- Especificaciones técnicas de equipos de cómputo son las adecuadas para la ejecución del software.
- Las reuniones entre el sponsor y el director del proyecto serán de manera virtual.
- Director del proyecto tiene disponibilidad 24/7 para atender solicitudes del sponsor.
- Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)
- Los involucrados conocen los requerimientos técnicos del proyecto para cada una de las adquisiciones.
- El departamento de ingeniería de GVS conoce herramientas de dibujo asistido por computador.
- El instructor de capacitaciones conoce el software tekla structures.

8.3. Plan de Gestión de Beneficios

PLAN DE GESTIÓN DE BENEFICIOS	
PROYECTO	Implementación de Tekla structures en GVS Construcciones

1. BENEFICIOS TANGIBLES				
CONCEPTO	PLANEADO	REAL	% VARIACIÓN	RESULTADO DE LA MEDICIÓN
1. VALOR ACTUAL NETO (NPV)	\$78.771.288	75.771.288	0,03%	No se produjo variación significativa
2. RETORNO DE LA INVERSIÓN (ROI)	8 meses	8 meses	8 meses	No se produjeron variaciones
3. TASA INTERNA DE INVERSIÓN (TIR)	45,86 %	45,70%	0,02 %	No se produjo variación significativa
4. RELACIÓN COSTO-BENEFICIO (BCR)	1.45	1.42	0,01 %	No se produjo variación significativa

2. BENEFICIOS INTANGIBLES			
DESCRIPCIÓN	PLANEADO	REAL	RESULTADO DE LA MEDICIÓN
Acceso más rápido a los datos para tomar decisiones oportunas (Al disminuir los tiempos de generación de la ingeniería de detalle se obtiene la información preliminar en menor tiempo y por ende se toman decisiones administrativas más acertadas)	Se pretende disminuir los tiempos de entrega un 20 %.	Se disminuyeron tiempos de entrega en proyectos asignados en el orden del 15% del tiempo contractual	Beneficios reales están por debajo de los planeados
Mayor competitividad en el mercado (Al tener mayor cumplimiento en los tiempos de entrega, el posicionamiento de GVS ante posibles aliados estará en alza)	Con la mejora en los tiempos de entrega se pretende que a GVS Construcciones se le asignen 2 proyectos por mes (viéndose reflejado los mejores tiempos de entrega y la calidad en el producto final)	Se ha asignado 2 proyectos nuevos a la compañía	Los resultados reales son iguales a los planeados
Mayor planeación estratégica	Optimizando los procesos de dibujo, producción y montaje con las herramientas que nos provee el software, el tiempo para la planeación y asignación de recursos será mayor y más acertada se pretende que el tiempo de planeación por proceso aumente un 20 %	Se logró tener un mayor tiempo de planeación en los proyectos asignados 20%	Beneficios planeados son iguales a los reales
Mayor satisfacción del cliente	Cliente no presentará no conformidades en cuanto a temas de calidad y tiempos de entrega.	No se han entregado proyectos	No se han entregado proyectos

3. INTEGRACIÓN DE LOS ENTREGABLES EN EL ENTORNO OPERATIVO DE LA ORGANIZACIÓN

El proyecto se integra a la organización optimizando los procesos de dibujo, mejorando de esta manera los tiempos de entrega de la ingeniería de detalle (Planos de taller, archivos DXF, listados de materiales), obteniendo una información más detallada para el departamento de compras y así poder solicitar a los proveedores cantidades exactas. Los procesos de producción al tener una ingeniería de detalle más completa, se disminuyen los reprocesos que se pueden presentar en los procesos constructivos. Los operarios de corte, armado y soldadura contarán con planos de taller con detalles específicos, que con la implementación del software se pretende eliminar errores por interpretación inadecuada. Se contará con una secuencia lógica de despachos de material a obra asignando fechas de envío a obra y así poder realizar mayor seguimiento a las entregas del departamento de producción. La secuencia de montaje y los planos de esta muestran el orden en el cual la estructura metálica será montada (Acorde a la solicitud del cliente ya sea por niveles, ejes entre otras).

Optimizando los procesos que están involucrados en los procesos constructivos se tiene mayor cumplimiento en los tiempos de entrega, eliminación de reprocesos, ejecución acorde al presupuesto y por ende mayor planeación estratégica.

4. PLAZO PARA OBTENER LOS BENEFICIOS

1. PLAZO PARA OBTENER LOS BENEFICIOS

El plazo para obtener los beneficios es justo después de la implementación del software, ya que al tener asignado 3 proyectos se dejarán de generar sobrecostos en el presupuesto de estos, los cuales están estimados en \$ 252'960.000.

2. ESTADO FUTURO DESEADO DE LA ORGANIZACIÓN	Contar con mejor clima organizacional, mayor planeación estratégica, procesos constructivos optimizados y cumplimiento en las entregas pactadas.
--	--

5. DUEÑO DE LOS BENEFICIOS - INTERESADOS (STAKEHOLDERS)		
BENEFICIO OBJETIVO	INTERESADO	SEGUIMIENTO
Menor tiempo de entrega en generación de ingeniería de detalle	Departamentos de dibujo, producción y montajes	Director del proyecto
Disminución de sobre costos en mano de obra fabricación	Junta directiva, gerencia general	Director del proyecto
Disminución de sobre costos en mano de obra montaje	Junta directiva, gerencia general	Director del proyecto
Cumplimiento en tiempos de entrega	Junta directiva, gerencia general	Director del proyecto

8.4. Plan de gestión de cambios

En la Imagen.7 se presenta el proceso que se debe seguir para la revisión, aprobación y gestión de los cambios que se presenten en el proyecto y su respectivo registro y comunicación, este se desarrolla durante el ciclo de vida del proyecto.

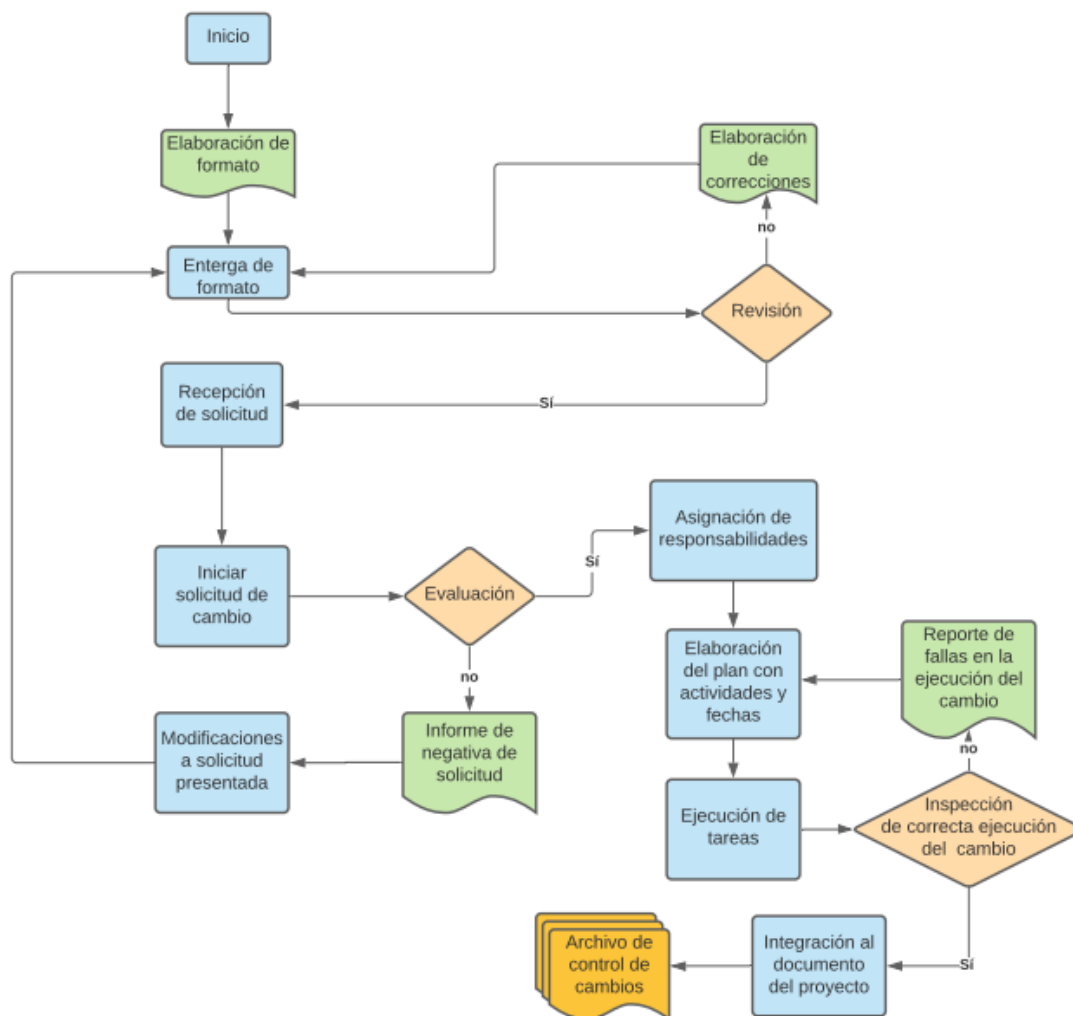


Imagen 7. Diagrama de flujo proceso control de cambios- Fuente: Elaboración propia

Descripción Del Proceso De Control De Cambios

1. **Elaboración del formato:** Se elabora un formato donde el solicitante diligencia la solicitud de cambio para esta ser atendida y tramitada.

2. **Entrega del formato:** Se entrega el formato solicitud de cambio junto a sus anexos si así lo requiere el contexto de la solicitud.
3. **Revisión:** El comité de control de cambios recibe la solicitud y revisa que el formato cumpla con todos los campos diligenciados y la información se encuentre estructurada.
4. **Recepción de la solicitud:** Una vez revisada la documentación se procede a radicarla y remitirla a Evaluación.
5. **Evaluación:** En este caso el comité evalúa la solicitud y las alternativas de solución, se evalúan los antecedentes, justificación e impactos de la solicitud presentada.
6. **En caso de no aprobarse el cambio,** el comité de control de cambios realiza un informe donde se justifique la negación del cambio y las acciones a tomar para mitigar y atender la problemática expuesta.
7. Una vez realizado el cambio se procede a contactar al solicitante y a hacer entrega del informe y a su socialización.
8. **En caso de aprobarse el cambio,** se procede a nombrar a los líderes y responsables del cambio y las actividades que deben hacerse.
9. Después de asignadas las tareas y responsables se procede a realizar el plan que dará la ruta a seguir los tiempos y costos.
10. Determinado el plan se procede a su ejecución que estará bajo liderazgo del coordinador del proyecto.
11. Durante la ejecución del plan se realiza la inspección de este y que se encuentre atendiendo la problemática inicial planteada.
12. Iniciadas las actividades e inspeccionadas se procede a incluir toda la información en el documento general del proyecto.
13. Garantizando la eficacia y eficiencia el comité procede a reevaluar las acciones tomadas para atender las solicitudes de cambio.
14. Realizada la reevaluación del proceso se procede al respectivo reporte y archivo.

Comité Del Sistema Control De Cambios

Teniendo en cuenta que el equipo de trabajo del proyecto es reducido y que todo el personal es relevante en la toma de decisiones el comité es conformado por el sponsor, el coordinador del proyecto y 2 representantes del departamento de ingeniería (Jefe de dibujo y jefe de producción). Con el ánimo de cumplir con el cronograma del proyecto y los entregables pactados de manera inicial, el comité se reunirá semanalmente (Cada viernes) días o cuando se presente la solicitud de un cambio con alta relevancia.

Las solicitudes de cambio serán presentadas por cualquier miembro de los grupos de interés del proyecto, estas serán radicadas con 3 días de anticipación a la reunión semanal de control de cambios para su estudio y aprobación.

A continuación, se presentan los roles y responsabilidades del personal en el comité:

- Validador, esta labor está a cargo del Sponsor, líder del comité, por ende, es el responsable de que los cambios aprobados atiendan realmente la problemática que dio lugar a los mismos.
- Ejecutor, esta labor está a cargo del coordinador del proyecto, recibe la solicitud después de ser radicada, se encargará de adicionar la evaluación de los impactos que pueden generar los cambios solicitados. Se encarga de realizar el plan para ejecutar el cambio y quien lo liderará.

Todos los miembros del comité de control de cambios no cuentan con voz y voto, aunque las acciones de inspección y reevaluación están a cargo de todo el equipo de todo del comité, en la tabla 2 se presenta una matriz donde se refleja la relevancia de cada uno de los miembros del comité.

MIEMBROS DE COMITÉ DE CONTROL DE CAMBIOS	VOZ	VOTO	INTERNO/EXTERNO
Sponsor	X	X	INTERNO
Director del proyecto	X		INTERNO
Jefe de Producción	X		INTERNO

Jefe de Dibujo	X	INTERNO
Instructor de capacitaciones	X	EXTERNO

Tabla 19. Voz y voto en comité de control de cambios- Fuente de elaboración propia

Formato Solicitud De Cambio

Con el objetivo de optimizar los procesos y atender las solicitudes de los interesados, se presenta el formato de solicitud de cambio. Ver Apéndice O Formato de solicitud de cambio

Matriz De Seguimiento De Cambios

Con la finalidad de llevar una trazabilidad de los cambios presentados a lo largo del ciclo del proyecto, se presenta una matriz de seguimiento la cual, reflejará el estado del mismo, esta será actualizada en cada reunión semanal del comité. Ver Apéndice N Matriz de seguimiento de cambios.

9. PLAN DE GESTIÓN DE INTERESADOS

Se han elaborado estrategias de gestión apropiadas para que los interesados participen de manera efectiva en todo el ciclo de vida del proyecto. Esto basado en el análisis de sus necesidades, intereses e impacto potencial en el éxito del mismo.

El plan de gestión de interesados del proyecto cuenta con el grupo de procesos mencionado a continuación:

- **Identificar a los interesados:** Aquí se identifican a los actores interesados, se procede a analizar sus niveles de interés, expectativas, importancia e influencia. Como documento de entrada se tiene el acta de constitución del proyecto, se establece como herramienta y técnica el análisis de los interesados donde se recopila de manera sistemática información cualitativa a fin de determinar expectativas e influencias de los interesados, este es un proceso que se ejecuta a lo largo del ciclo de vida del proyecto debido a que la influencia y el interés de los mismos puede cambiar.
- **Planificar el involucramiento:** ejecutada la identificación de los interesados entonces se desarrolla una estrategia para acercarse a cada stakeholder y decidir qué nivel de participación debe tener. Se trata de maximizar las influencias positivas y mitigar los potenciales impactos negativos. Cada estrategia debe de ser periódicamente examinada y valorada durante la ejecución de Proyecto para hacer los ajustes correspondientes cuando proceda.
- **Gestionar el involucramiento de los interesados:** Se comunica y se trabaja con los interesados para satisfacer sus necesidades, expectativas y fomentar la participación adecuada de los mismos. La finalidad de este proceso es permitir a la dirección del proyecto incrementar el apoyo y minimizar la resistencia de los interesados, este proceso se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida del proyecto, se maneja como entrada el plan de gestión de las comunicaciones, como herramienta y técnicas se implementarán reuniones con los interesados, finalmente se generan actualizaciones al plan de gestión de los interesados sí así es requerido.

- **Monitorear el involucramiento:** Se monitorean las relaciones de los interesados con el proyecto con la finalidad de adaptar las estrategias para involucrar y minimizar cualquier posible reticencia de cualquier interesado.

Se emplearán matrices de evaluación de participación de los interesados como herramientas y técnicas y se generan como salidas actualizaciones al plan de gestión de los interesados si se requiere.

9.1 Registro de interesados

El propósito de este proceso es, además de identificar a todas las personas y organizaciones afectadas por el proyecto (actores interesados o stakeholders), documentar cualquier información relevante acerca de su interés, influencia, actitud y compromiso con el éxito del mismo.

Ver Apéndice E Registro de interesados

9.2 Estrategias para involucrar a los interesados

La gestión de los interesados se está enfocada a direccionar las comunicaciones a fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos. Normalmente, el director del proyecto es el responsable de la gestión de los interesados.

Ver Apéndice F Estrategias de involucramiento

10. PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE

El alcance del proyecto para la implementación de Tekla structures en GVS Construcciones se ejecutará de acorde a la metodología presentada a continuación:

- Por medio de una reunión entre el Sponsor, y el equipo del proyecto, se realizará un análisis que permitirá identificar la necesidad a desarrollar, con el fin de validar que esté acorde a los objetivos estratégicos de GVS Construcciones.
- Se recolectará información de fuentes primarias y secundarias con el fin de identificar los interesados del proyecto, recopilando información de sus intereses y necesidades, y donde a su vez, se definirá y dará a conocer la necesidad a satisfacer.
- Se ejecutarán reuniones del proyecto donde se validará y aprobará el acta de constitución que comprende lo que se pretende realizar en la implementación del software.
- Recopilar información, antecedentes y revisar el registro de lecciones aprendidas de proyectos de implementación interna que haya ejecutado GVS Construcciones, con el fin de identificar falencias y así tener el modelo para la implementación de mejores prácticas.
- Con la información recopilada y analizada se obtendrá el enunciado del alcance del proyecto, el cual incluirá toda la información de lo que se ejecutará, incluirá y no incluirá el proyecto.

Procedimiento para crear, mantener y aprobar la EDT

Definido el alcance del proyecto se procede a crear una estructura de desglose de trabajo, esto se realiza estableciendo entregables y subdividiendo los mismos en componentes más pequeños (paquetes de trabajo y actividades).

Para crear la EDT se requiere:

- Identificar y determinar los entregables principales que tendrán lugar en el proyecto, estos, corresponderán a las fases del proyecto (Se identificaron 3 fases), adquisiciones, pruebas del software y equipos y finalmente capacitaciones
- Se realizará codificación de manera ascendente, los cuales corresponderán a las cuentas de control.
- Se realizará la respectiva descomposición de los principales entregables que corresponderán a los paquetes de trabajo.
- Adicionalmente se anexará el diccionario de la EDT.

Para mantener la EDT:

- Es necesario realizar seguimiento y control a todos los entregables relacionados en la EDT.
- Se harán cambios a la EDT cuando sea indispensable, siempre y cuando exista aprobación por parte del sponsor.

Para aprobar la EDT:

- Debe ser revisada, evaluada y avalada por el Sponsor con su respectiva firma.

Procedimiento para documentar el diccionario de la EDT

Luego de ser aprobada la EDT, se procede a realizar el diccionario de la EDT, el cual se asocia a una plantilla la cual plasmará el detalle de todas las actividades que corresponden en cada uno de los paquetes de trabajo conteniendo lo siguiente:

- ID EDT
- Cuenta de control
- Entregable
- Actualización
- Responsable Cuenta de Control

- Fecha de actualización
- Descripción
- Criterio de aceptación
- Supuestos
- Recursos asignados
- Hitos
- Costo asociado

Procedimiento para la validación y aceptación formal de entregables

A través de una reunión de la dirección del proyecto y el sponsor, se realizará la respectiva validación y aprobación de los entregables, los cuales deberán cumplir con lo descritos en el diccionario de la EDT y en el enunciado del alcance; en caso de no cumplir con las características mencionadas, se devolverá para que se ejecuten los cambios que correspondan. Cabe aclarar que la aceptación o no de estos entregables se hará mediante un acta con la respectiva firma de los asistentes.

Procedimiento de solicitud de cambios al alcance del proyecto

(controlar el alcance)

Es indispensable la validación, verificación y autorización por parte del representante del sponsor, cuando haya lugar para la respectiva solicitud de cambios, mediante un acta, donde se deja la respectiva sustentación, que indicará si se aprueban o no dichos cambios. Para solicitar cualquier cambio en el proyecto en el que haya lugar debe realizar la solicitud formal escrita acorde al formato presentado en el ANEXO C formato de solicitudes cambio.

10.1. Plan y matriz de trazabilidad de requisitos

La matriz de trazabilidad de requisitos actúa como un apoyo para mantener al día el estado de cada uno de los requisitos y especificaciones del proyecto. Este estado puede cambiar con el tiempo y en la matriz de trazabilidad se lleva el registro de estos cambios desde su inicio hasta su consecución

Matriz de trazabilidad de requisitos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE REQUISITO	NECESIDADES DE NEGOCIO, OPORTUNIDADES, METAS Y OBJETIVOS	OBJETIVOS DEL PROYECTO	ENTREGABLES DE LA EDT/MBS	DISEÑO DEL PRODUCTO	DESARROLLO DEL PRODUCTO	CASOS DE PRUEBA
RE01	GVS Construcciones debe aplicar integralmente la metodología de gestión de proyectos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.	Satisfacer al cliente (Gerencia GVS-Sponsor)	Cumplimiento de metodología PMI para entregable 1.4	1.4 Gerencia de proyectos	Se incluye curso de Gestión de Proyectos según la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) del Project Management Institute, Inc	Metodología de acuerdo a la (Guía del PMBOK®)	No aplica
RE02	El proyecto debe estar formalizado con un contrato con los proveedores.	Satisfacer al cliente (Gerencia GVS-Sponsor)	Cumplimiento con objetivos específicos *Cambio de equipos de cómputo, *Adquisición de licencias de software *Generar competencias para puesta en marcha del software	1.1 Compra de nuevos equipos 1.2. Compra de licencia de software 1.3 Programa de capacitaciones	Se ha considerado todo lo referido al contrato	Se contratan servicios con 50% de anticipo y 50 % del pago a 60 días	No aplica
RE03	El personal para instruir recibirá las capacitaciones acordes a las exigencias de la certificación BIM en Tekla structures.	Solicitud del Sponsor	Cumplimiento de contar con certificación de competencias para puesta en marcha del software	1.3 Programa de capacitaciones	Se incluyen capacitaciones de acorde a la certificación BIM de Tekla structures, con la finalidad de gestionar la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido.	Los materiales del curso se hacen de acuerdo con la (Certificación BIM en Tekla structures®)	No aplica
RE04	El Sponsor debe recibir informes semanales y uno al final del proyecto.	Solicitud del sponsor	Seguimiento y control al proyecto	1.4 Gerencia de proyectos	Se ha considerado un informe de performance	Se monitorea indicadores de valor ganado del proyecto	No aplica

Tabla 20. Matriz de trazabilidad de requisitos-Fuente de elaboración propia

10.2. Enunciado del alcance

ENUNCIADO DEL ALCANCE	
PROYECTO	Implementación del software Tekla Structures en GVS Construcciones

1. ENTREGABLES.		
ID	ENTREGABLE	DEFINICIÓN
1.1	Cambio de equipos de cómputo	Cambio de equipos de cómputo actuales que no cuentan con tecnología adecuada para la puesta en marcha de un software BIM, por equipos con requerimientos de hardware necesarios para la ejecución de la ingeniería de detalle con Tekla structures. Este entregable está comprendido por la generación de especificaciones técnicas para la adquisición de equipos, hasta la instalación de los equipos en los puestos de trabajo seguido de las pruebas y sondeos realizados a los mismos.
1.1.1	Recepción de ofertas de proveedores	La actividad permite establecer límites de recepción de ofertas comerciales para adquisición de productos y servicios en la etapa inicial del proyecto.
1.1.2	Compra de nuevos equipos	Como resultado de esta actividad se obtienen los equipos de cómputo con las especificaciones técnicas requeridas para implementar el software BIM, estos ser reciben en la planta de producción de GVS.
1.1.3	Instalación de equipos de computo	La actividad tiene como finalidad la correcta instalación de los equipos en los puestos de trabajo de los miembros del departamento de ingeniería de GVS.
1.1.4	Pruebas y sondeos	Las pruebas y sondeos tienen como finalidad medir el rendimiento de los equipos de cómputo con softwares con características similares a las de Tekla Structures
1.2	Adquisición de licencia de software	Adquisición de licencia de software con los toolboxes necesarios para la Generación de ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero, Acompañado de una serie de pruebas ejecutando ejercicio práctico.
1.2.1	Instalación del software	Se ejecuta la correcta instalación de las licencias de software en cada uno de los equipos de cómputo adquiridos por GVS, teniendo en cuenta cada uno de los toolboxes inherentes a las aplicaciones requeridas.
1.2.2	Ejercicio Práctico	Ejecución de un proyecto de construcción en acero con la finalidad de verificar rendimiento y aplicaciones del software adquirido, se generan planos de taller, archivos DXF, listados de materiales y planes de montaje
1.3	Plan de capacitaciones	Generación de competencias necesarias para que el departamento de ingeniería ejecute planos de taller, archivos DXF, listados de materiales, planes de envío montaje de proyectos de construcción en acero.
1.3.1	Planos de taller, archivos DXF y listado de materiales	Capacitación teórica practica de 40 horas de duración donde se emite información necesaria para la generación de planos de taller, archivos DXF y listados de materiales con Tekla Structures. Va dirigida al departamento de ingeniería de GVS

1.3.2	Plan de envío de estructura y montaje	Capacitación teórica práctica de 40 horas de duración donde se emite información necesaria para la generación de planes de envío y montaje de la estructura metálica con Tekla Structures. Va dirigida al departamento de ingeniería de GVS.
1.4	Gerencia de proyectos	Plan para la gerencia de proyectos acorde a los lineamientos del PMI, estos incluyen planes subsidiarios como el plan de costos, calidad, seguimiento y control entre otros, sin excluir el registro de lecciones aprendidas.
1.4.1	Planes de gestión del proyecto	Esta actividad incluye la generación de planes de gestión de costo, cronograma, calidad, riesgos, seguimiento y control entre otros planes subsidiarios necesarios para la correcta aplicación de las prácticas del PMI
1.4.2	Registro de lecciones aprendidas	Se emite registro de lecciones aprendidas como documento de entrada para futuros proyectos.

2. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.

1. TÉCNICOS	• Adquisiciones deben estar acorde a las especificaciones técnicas emitidas por el departamento de Ingeniería. • Miembros del departamento de ingeniería debe aprobar examen de certificación de competencias para uso de software BIM. • Adquisiciones deben cumplir con rendimientos teóricos plasmados en las fichas técnicas emitidas por proveedores al momento de realizar adquisición.
2. CALIDAD	• Adquisiciones deben tener garantía y servicio postventa • Cumplimiento de métricas de calidad establecidas en el plan de calidad del proyecto (métricas de calidad del proyecto y del producto final)
3. ADMINISTRATIVOS	• Cumplimiento con el plan de gestión de requisitos • Adquisiciones deben estar en el rango del presupuesto asignado. • Cumplimiento con plan de gerencia del proyecto • Cumplimiento de planes subsidiarios (costos, calidad, comunicaciones...)

3. EXCLUSIONES

El proyecto no incluye puesta en marcha para generar ingeniería de detalle en proyectos asignados.

10.3. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

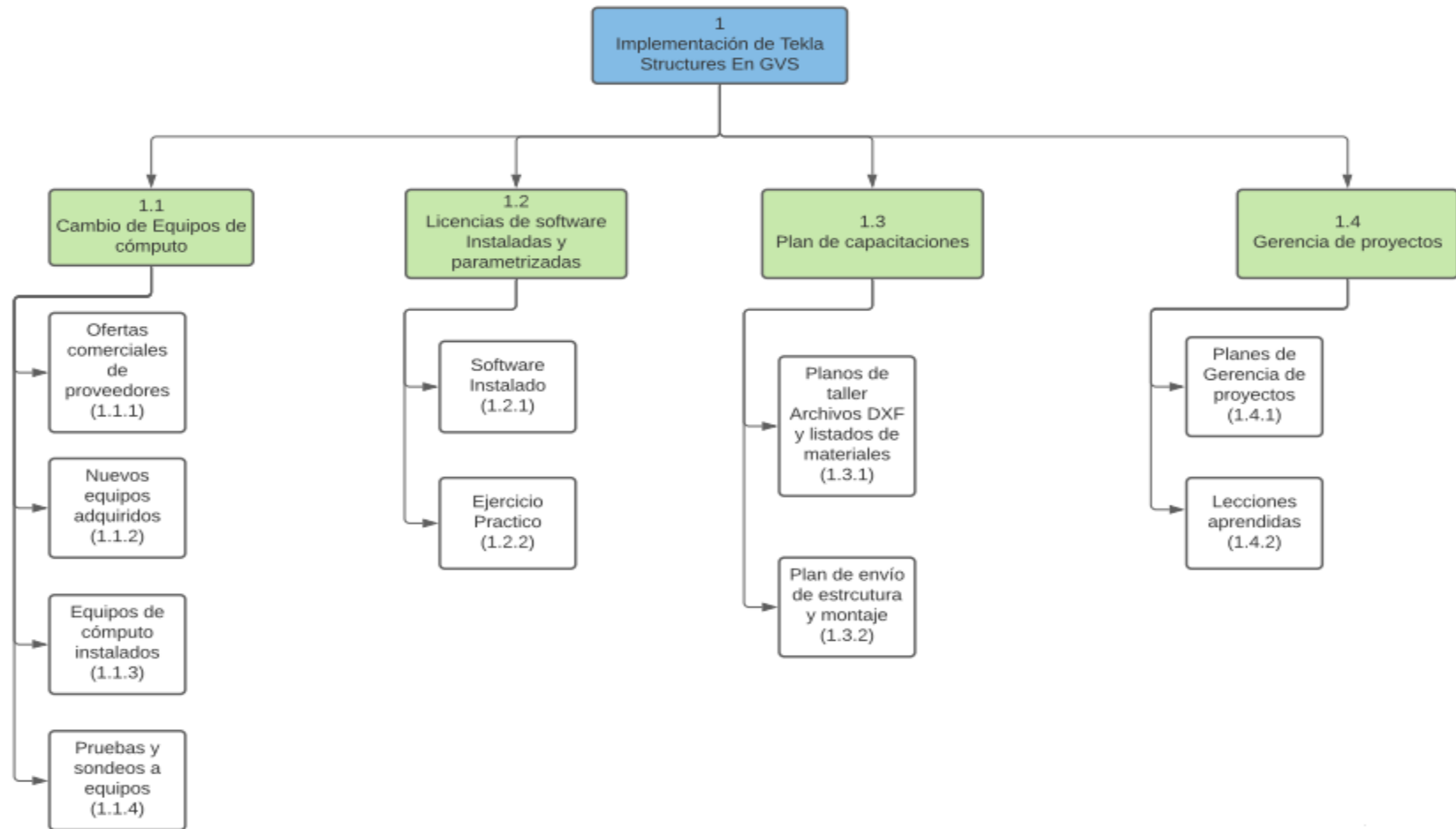


Imagen 8. EDT de implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones- Fuente de elaboración propia

10.4. Diccionario de la EDT

El Diccionario de la EDT del Proyecto consiste en la descripción detallada del contenido de cada uno de los componentes de la EDT. Es un documento que acompaña y respalda a la EDT.

Ver Apéndice A Diccionario de la EDT

11. GESTION DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

11.1 Plan de gestión de cronograma

El plan de gestión del cronograma del proyecto implementación de Tekla structures en GVS Construcciones será ejecutado acorde a la metodología presentada a continuación:

Proceso de definición de actividades: Luego de aprobación de la declaración del alcance, se construirá la EDT o Estructura de Desglose del Trabajo, donde se evidenciarán los paquetes de trabajo, la definición de las actividades se encontrará en el Diccionario de la EDT.

Proceso de secuenciamiento de actividades: Para esta tarea, se identifican y documentan las relaciones entre las actividades del proyecto. Se establecen relaciones lógicas, se conectan con al menos un predecesor y un sucesor. Esto se podrá apreciar en el diagrama de red del proyecto.

Proceso de estimación de duración de las actividades: Se estimará la duración de las actividades identificando la cantidad de periodos de trabajos necesarios para culminar las actividades y teniendo en cuenta los recursos necesarios. Este proceso se llevará a cabo utilizando las estimaciones pesimistas, más probable y optimista o también llamada PERT.

Proceso de desarrollo de cronograma: La programación se realizará haciendo uso del software Project 2013. Cada paquete de trabajo contará con sus actividades, las cuales deben tener un orden lógico y sus predecesoras. Se realizará además una estimación de tiempos de duración y la asignación de recursos para determinar cuáles de éstos se utilizarán en cada una de las actividades. El desarrollo del cronograma será responsabilidad del Gerente de Proyecto, revisado por el equipo quien da su visto bueno y se envía a Sponsor para revisión y análisis

Proceso de control de cronograma: Para este proceso, se utilizará la técnica del Valor Ganado, además de cálculos de desviaciones, indicadores de desempeño y pronósticos, más el control integrado de cambios y varianza que identifica las diferencias entre el

avance del cronograma con respecto a la línea base. El Gerente de Proyecto será el encargado de realizar la gestión del cronograma.

Control de horarios: El horario de trabajo será de lunes a viernes de 8:00 A.M a 5:30 P.M, sábados, domingos y festivos no se realizarán actividades. El Gerente del Proyecto es responsable de gestionar las actualizaciones de la programación; determinar los impactos de las variaciones en el horario; la presentación de solicitudes de cambio de horario y la presentación de informes de estado de horario de acuerdo con el Plan de Comunicaciones.

11.2. Listado de actividades con análisis PERT

Como herramienta y técnica para determinar la duración optimista, esperada y pesimista de estas actividades se ha usado el juicio de expertos, analizando registros de lecciones aprendidas de proyectos similares. Ver Apéndice C listados de actividades con análisis PERT

11.3. Diagrama de red del proyecto

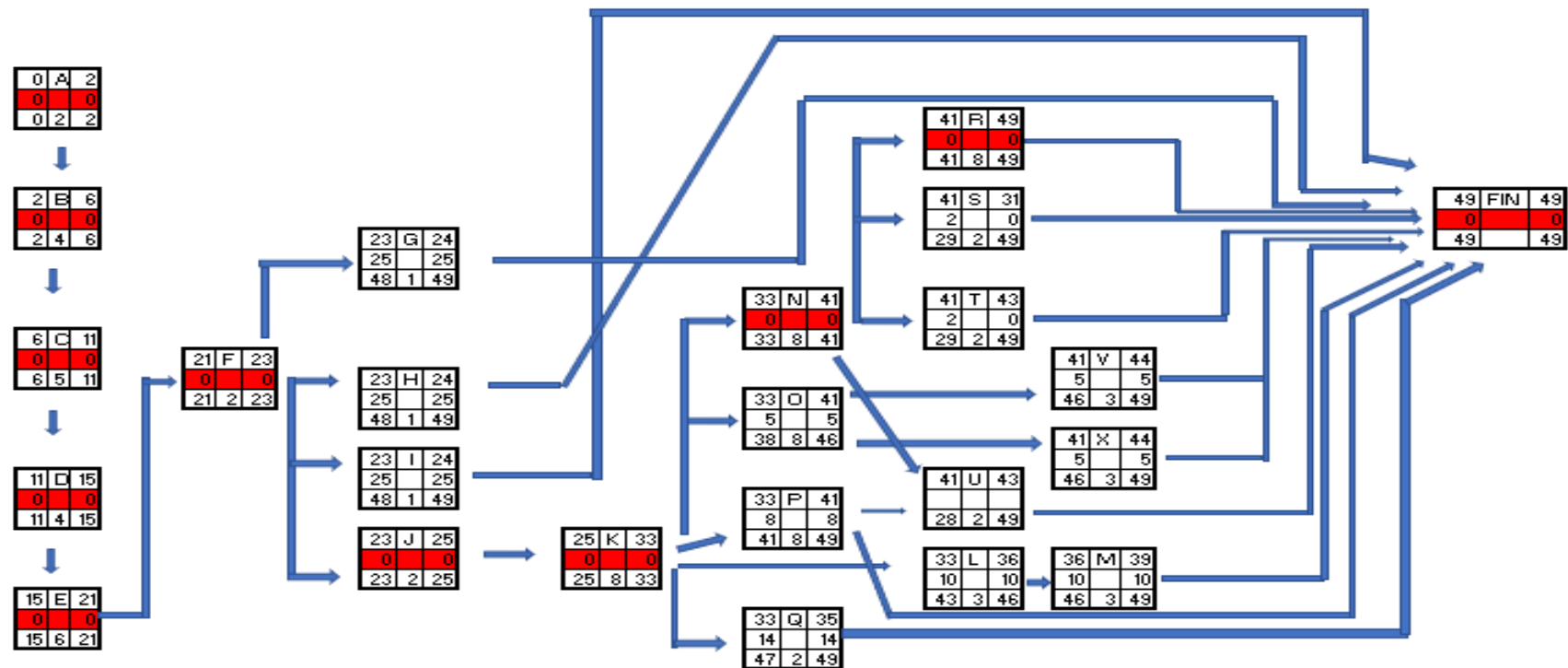


Imagen 9. Diagrama de Red- Fuente de elaboración propia

$$\sum \text{Varianza (A, B, C, D, E, F, J, K, N, R)} = 4,77$$

$$\text{Desviación estándar} = \sqrt{4,77} = 2,38 \text{ Días}$$

Se realiza un análisis probabilístico para determinar la duración del proyecto con una probabilidad del 84,1 %

$$\text{Duración del proyecto} = \text{Media} + \text{Desviación estándar} = 49 \text{ días} + 2,38 \text{ días} = 51,38 \text{ días}$$

11.4. Línea base del cronograma

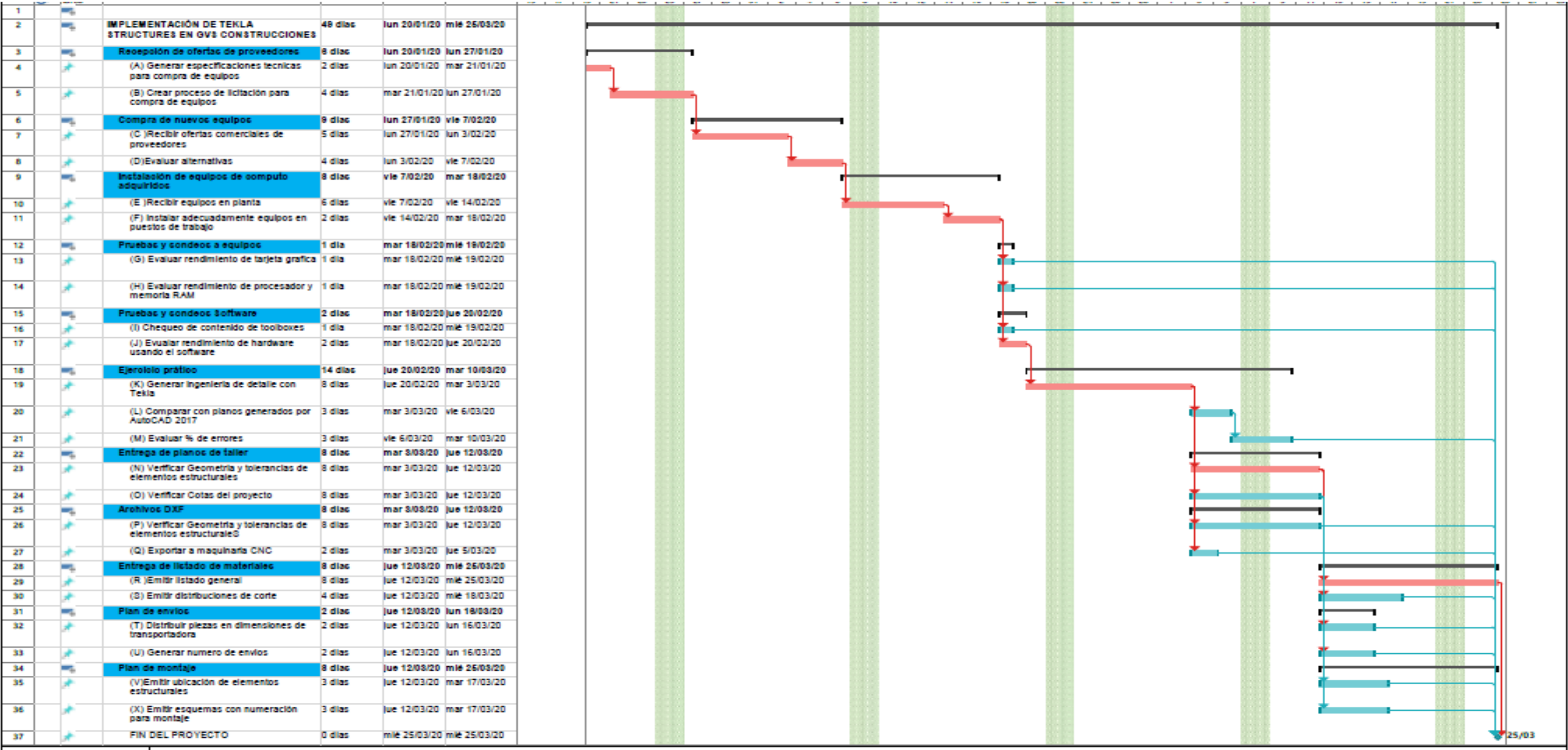


Imagen 10. Diagrama de Gant- Imagen adaptada de Ms Project 2013

Línea base del cronograma desarrollada a partir del análisis PERT y el diagrama de red.

La sobreasignación se presenta en las actividades (E, F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V y X) y en los recursos (Técnico de instalación, Instructor de Tekla Structures, jefe de dibujo, dibujante 1, dibujante 2, jefe de producción, supervisor 1, supervisor 2, director de montajes, ingeniero residente y director del proyecto). La sobreasignación de los recursos del proyecto empleando fast tracking en las actividades identificadas con sobreasignación de recursos, finalmente no se han presentado cambios en las fechas de entrega de proyecto, ni se han necesitado recursos adicionales para ejecutar las actividades.

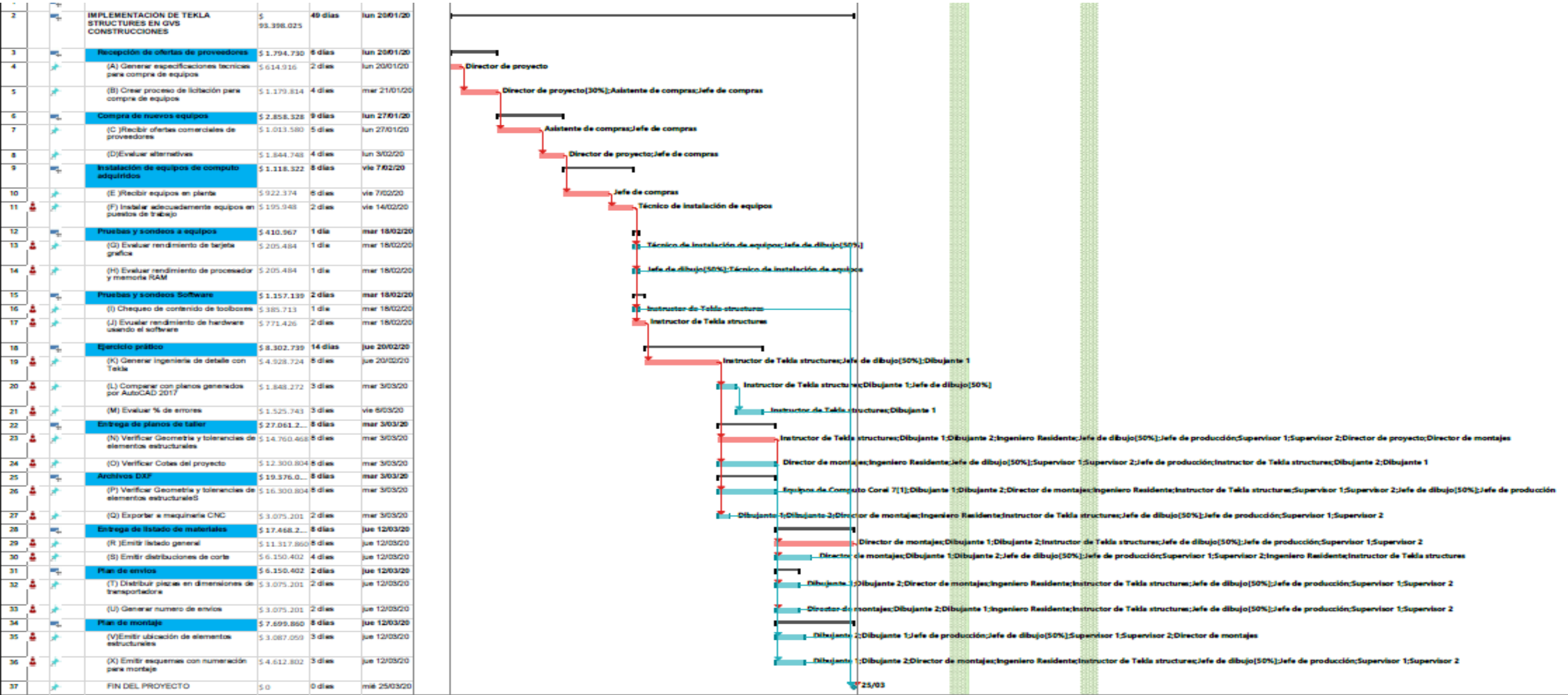


Imagen 12. Diagrama de Gant- Imagen adaptada de Ms Project 2013 (Sin sobreasignación de recursos)

12. GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

12.1 Plan de gestión de costos

Este proceso se realiza mediante la estimación ascendente, en el que se estima el costo de cada paquete de trabajo, con el mayor grado de detalle posible, de manera que el costo se resume en niveles superiores. Para la estimación de recursos se tomarán las siguientes unidades de medida:

TIPO DE RECURSO	UNIDADES DE MEDIDA
Recurso personal	Costo/Hora
Recurso material o consumible	Unidades
Recurso maquina o consumible	Unidades

Tabla 21. Unidades de medida en la estimación de costos- Fuente de Elaboración propia

Este proceso es responsabilidad del Gerente de Proyecto y debe recibir aprobación del patrocinador.

Proceso de determinar el presupuesto: Durante este proceso, se suman los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo, para establecer una línea base de costos. La línea base incluye los presupuestos y reservas para contingencias. La reserva de gestión se suma a la línea base de costos para obtener así el presupuesto. El presupuesto debe ser desarrollado por el Gerente de Proyecto, equipo de proyecto y aprobado por el sponsor.

Proceso de controlar los costos: El control de los costos se realiza mediante el análisis del valor ganado comparando la línea base para la medición del desempeño con respecto al desempeño real del cronograma y del costo, analizando tendencias y ayudando a la toma de decisiones con estos pronósticos.

Se emplean las siguientes fórmulas:

Variación del costo **(CV)=EV-AC**

Dónde:

EV =Valor ganado; AC= Costo real

Índice de desempeño del costo **CPI=(EV/AC)**

Estimado del costo total del proyecto **EAC=BAC/CPI**

Dónde:

BAC= Presupuesto total del proyecto; CPI= Índice de desempeño del costo

Estimación del CPI a partir de la fecha **TCPI = (BAC-EV) / (BAC-AC)**

Estimado para completar **ETC = EAC – AC**

Fuentes de financiación: Se realiza uso del préstamo solicitado a la Entidad AV Villas para apalancar financieramente el proyecto.

12.2. Estimación de costos en MS Project

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Costo
1				
2			IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES (RESUMEN DEL PROYECTO)	\$ 158.238.740
3	✓		RESERVA DE CONTIGENCIA	\$ 14.382.036
4			INTERESES GENERADOS POR CREDITO	\$ 19.314.430
5	✓		Recepción de ofertas de proveedores	\$ 2.194.730
6	✓		(1.1.1.1) Generar especificaciones técnicas para compra de equipos	\$ 1.014.916
7	✓		(1.1.1.2) Crear proceso de licitación para compra de equipos	\$ 1.179.814
8	✓		Compra de nuevos equipos	\$ 3.800.000
9	✓		(1.1.2.1) Recibir ofertas comerciales de proveedores	\$ 1.300.000
10	✓		(1.1.2.2) Evaluar alternativas	\$ 2.300.000
11	✓		Instalación de equipos de computo adquiridos	\$ 31.346.621
12	✓		(1.1.3.1) Recibir equipos en planta	\$ 4.000.000
13	✓		(1.1.3.2) Instalar adecuadamente equipos en puestos de trabajo	\$ 27.346.621
14	✓		Pruebas y sondeos a equipos	\$ 152.404
15	✓		(1.1.4.1) Evaluar rendimiento de tarjeta grafica	\$ 103.417
16	✓		(1.1.4.2) Evaluar rendimiento de procesador y memoria RAM	\$ 48.987
17	✓		Pruebas y sondeos Software	\$ 77.060.000
18	✓		(1.2.1.1) Chequeo de contenido de toolboxes	\$ 77.000.000
19	✓		(1.2.1.2) Evaluar rendimiento de hardware usando el software	\$ 60.000
20	✓		Ejercicio práctico	\$ 480.000
21	✓		(1.2.2.1) Generar ingeniería de detalle con Tekla	\$ 300.000
22	✓		(1.2.2.2) Comparar con planos generados por AutoCAD 2017	\$ 90.000
23	✓		(1.2.2.3) Evaluar % de errores	\$ 90.000
24	✓		Entrega de planos de taller	\$ 2.650.000
25	✓		(1.3.1.1) Verificar Geometría y tolerancias de elementos estructurales	\$ 2.600.000
26	✓		(1.3.1.2) Verificar Cotas del proyecto	\$ 30.000
27	✓		Archivos DXF	\$ 3.520.000
28	✓		(1.3.2.1) Verificar Geometría y tolerancias de elementos estructurales	\$ 3.300.000
29	✓		(1.3.2.2) Exportar a maquinaria CNC	\$ 20.000
30			Entrega de listado de materiales	\$ 2.829.949
31			(1.4.1.1) Emitir listado general	\$ 2.706.520
32			(1.4.1.2) Emitir distribuciones de corte	\$ 123.428
33			Plan de envíos	\$ 123.428
34			(1.4.2.1) Distribuir piezas en dimensiones de transportadora	\$ 61.714
35			(1.4.2.2) Generar numero de envíos	\$ 61.714
36			Plan de montaje	\$ 185.142
37			(1.4.2.3) Emitir ubicación de elementos estructurales	\$ 92.571
38			(1.4.2.4) Emitir esquemas con numeración para montaje	\$ 92.571
39			FIN DEL PROYECTO	\$ 0

Imagen 13. Listado de actividades y costos- Imagen adaptada de Ms Project 2013

Los costos se estiman para todos los recursos asignados al proyecto, es decir, recursos de trabajo, recursos materiales, costos de servicios e instalaciones y posibles costos por contingencias. Para la estimación de los costos de las actividades se han necesitado los resultados de los procesos de planificación de otras áreas como el cronograma del proyecto y las asignaciones de personal.

12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto

Definidas las cuentas de control del proyecto CC1 - CC2 y su relación con la EDT se procede a realizar la estimación ascendente y la determinación del presupuesto del proyecto.

CUENTA DE CONTROL	PAQUETE DE TRABAJO	ID ACTIVIDAD	COSTO POR ACTIVIDAD	COSTOS POR PAQUETE DE TRABAJO	COSTO POR CUENTA DE CONTROL		
CC1	1.1.1	1.1.1.1	\$ 1.014.916	\$ 2.194.730	\$ 43.923.784		
		1.1.1.2	\$ 1.179.814				
		1.1.2.1	\$ 1.013.580				
		1.1.2.2.	\$ 1.844.748				
	1.1.2	1.1.2.3	\$ 922.374	\$ 41.729.05			
		1.1.2.4	\$ 37.795.948				
		1.1.2.5	\$ 103.417				
		1.1.2.6	\$ 48.987				
		1.2.1	1.2.1.1			\$ 68.500.315	\$ 68.886.028
			1.2.1.2			\$ 385.713	
1.2.2.1	\$ 246.856						
CC2	1.2.2.	1.2.2.2	\$ 92.571	\$ 431.998			
		1.2.2.3	\$ 92.571				
		1.3.1.1	\$ 2.706.520		\$ 2.953.376		
	1.3.1	1.3.1.2	\$ 246.856				
		1.3.13	\$ 4.946.656				
		1.3.1.4	\$ 61.714	\$ 5.008.370			
		1.3.2.1	\$ 1.569.259				
	1.3.2	1.3.2.2	\$ 1.569.259	\$ 3.138.518			
		SUMATORIA DE CUENTAS DE CONTROL				\$ 124.342.074	
	INTERESES GENERADOS POR APALANCAMIENTO FINANCIERO				\$ 19.314.429		
RESERVA DE CONTINGENCIA				\$ 9.282.036			
LINEA BASE DE COSTOS				\$ 152.938.740			
RESERVA DE GESTIÓN				\$ 5.300.000			
PRESUPUESTO				\$ 158.238.740			

Tabla 22. Presupuesto de proyecto- Fuente de elaboración propia

13. GESTIÓN DE RECURSOS DEL PROYECTO

13.1 Plan de gestión de los recursos

A través de una reunión con el equipo del proyecto, se realizará un análisis que permitirá identificar las necesidades de los recursos para las actividades, de esta manera asignado fechas de adquisición y un área de apoyo para la consecución de recursos, asegurando que los recursos adecuados estén disponibles en las diferentes etapas del proyecto.

El desarrollo del equipo del proyecto es clave para mejorar las competencias, la interacción entre los miembros del equipo y el ambiente en general para lograr un mejor desempeño en el proyecto, esto se realizará a través de un programa de entrenamiento de inteligencia emocional, programación neurolingüística, comunicación asertiva y clima organizacional contratado por la compañía, para todos los miembros de las distintas áreas.

Dirigir al equipo del proyecto consiste en hacer seguimiento al desempeño de los miembros del equipo, proporcionando retroalimentación constante a los mismo, esto se dará a través de reuniones de equipo del proyecto y se darán beneficios de salario emocional.

Finalmente, el control de los recursos será ejecutado a través de un cronograma de recursos al cual la dirección del proyecto le ejecutará seguimiento de manera diaria, emitiendo informes de manera semanal en conjunto con el departamento de compras.

13.2 Estimación de los recursos

Estimar los recursos de las actividades es en donde se identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar las actividades, lo que permite estimar el costo y la duración de manera más precisa. Para el proyecto se ha realizado la siguiente estimación de recursos humanos y físicos:

RECURSOS HUMANOS	CANTIDAD
Sponsor	1
Director de proyectos	1
Jefe de compras	1
Asistente de compras	1
Técnico de instalación de equipos	2
Instructor de tekla structures	1
Asistentes a capacitación	8

Tabla 23. Recursos humanos del proyecto- Fuente de elaboración propia

RECURSOS FISICOS	
TECNOLOGICOS	CANTIDAD
Equipos de computo	9
Licencias de tekla structures	8
Videobeam	1
Cámara fotográfica	1
Plotter	1
SUMINISTROS	CANTIDAD
Sala de capacitaciones	1
papelería	1
Material de capacitación	1

Tabla 24. Recursos Físicos del proyecto- Fuente de elaboración propia

A partir de esta estimación se genera la estructura de desglose de recursos.

13.3 Estructura de desglose de recursos (RBS)

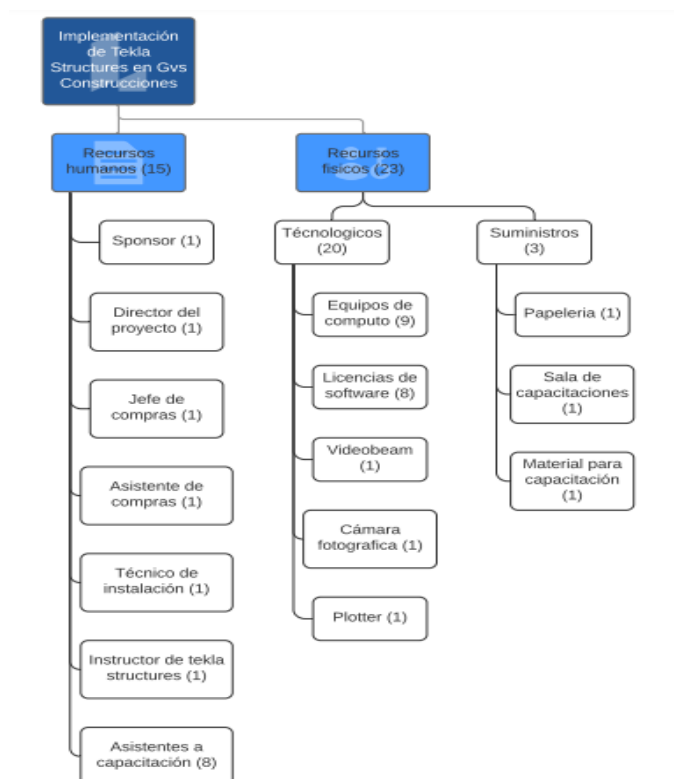


Imagen 14. Estructura de desglose de recursos (RBS)- Fuente de elaboración propia

13.4 Asignación de recursos

Ver Apéndice G Asignación de recursos

13.5 Calendario de recursos

NOMBRE DEL RECURSO	TIPO	FECHA DE INICIO EN EL PROYECTO	FECHA FIN EN EL PROYECTO
SPONSOR	humano	20/01/2020	25/02/2020
DIRECTOR DEL PROYECTO	humano	20/01/2020	25/02/2020
JEFE DE COMPRAS	humano	20/01/2020	20/02/2020
ASISTENTE DE COMPRAS	humano	20/01/2020	20/02/2020
TECNICO DE INSTALACION	humano	27/01/2020	28/01/2020
INSTRUCTOR DE TEKLA STRUCTURES	humano	10/02/2020	25/03/2020
ASISTENTES A CAPACITACION (DPTO DE INGENIERIA)	humano	10/02/2020	25/03/2020
EQUIPOS DE COMPUTO	tecnológico	28/01/2020	25/03/2020
LICENCIAS DE SOFTWARE	tecnológico	28/01/2020	25/03/2020
VIDEOBEAM	tecnológico	10/02/2020	25/03/2020
CAMARA FOTOGRAFICA	tecnológico	10/02/2020	25/03/2020
PLOTTER	tecnológico	10/02/2020	25/03/2020

Tabla 25. Calendario de recursos del proyecto- fuente de elaboración propia

13.6 Plan de capacitación y desarrollo del equipo

A continuación, se presenta un plan de capacitaciones para el equipo de trabajo y las diferentes áreas involucradas en el proyecto. Para estas capacitaciones se realizó un contrato con la empresa BMB experiences quien brindará las capacitaciones.

CAPACITACIÓN		DIRIGE	DIRIGIDO	DURACIÓN	FECHA
Trabajo en equipo		Coach Ana Méndez	Departamento de Compras, Ingeniería, Producción y Montajes	4 horas	21/02/2020
Programación neurolingüística		Coach Ana Méndez	Departamento de Compras, Ingeniería, Producción, Gerencia y Montajes	4 horas	28/02/2020
Clima organizacional		Coach Ana Méndez	Departamento de Compras, Ingeniería, Producción, Gerencia y Montajes	4 horas	6/03/2020
Comunicación Asertiva		Coach Ana Méndez	Departamento de Compras, Ingeniería, Producción, Gerencia y Montajes	4 horas	20/03/2020

Tabla 26. Plan de capacitaciones para desarrollo del equipo de trabajo -Fuente de elaboración propia

14. GESTIÓN DE COMUNICACIONES

14.1 Plan de gestión de comunicaciones

El plan de gestión de las comunicaciones tiene como objetivo principal garantizar la adecuada y oportuna recopilación, distribución, almacenamiento, recuperación y disposición final de la información del proyecto. El plan de gestión de las comunicaciones contiene los procesos para llevar a cabo una comunicación eficaz y efectiva, con la finalidad de crear un puente entre los diferentes involucrados en el proyecto, conectando diferentes entornos culturales y organizacionales, diferentes niveles de experiencia, así como, perspectivas e intereses diversos en la ejecución o resultado del proyecto.

A continuación, se presentan los procesos contenidos por el plan de comunicaciones:

- **Planificar la Gestión de las Comunicaciones** con la finalidad de determinar las necesidades de información de los interesados y definir cómo abordar las comunicaciones con ellos.
- **Gestionar las Comunicaciones** con la finalidad de crear, recopilar, distribuir, almacenar y disponer finalmente la información del proyecto.
Lo cual será siempre de acuerdo con el Plan de Gestión de las Comunicaciones. La principal ventaja de este proceso es que permite un flujo de comunicación eficiente y eficaz entre las partes interesadas del proyecto.
- **Controlar las Comunicaciones** permitirá monitorear y controlar las comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, de esta manera, se asegura que las necesidades de información de los interesados en el proyecto se están cumpliendo.

14.1.1. Canales de comunicación

Cálculo de los canales potenciales de comunicación

Teniendo en cuenta el número de interesados identificados previamente se procede a calcular el número de canales de comunicación

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

$$\text{Canales de Comunicación} = 7 * \frac{(7 - 1)}{2}$$

$$\text{Canales de Comunicación} = 21$$

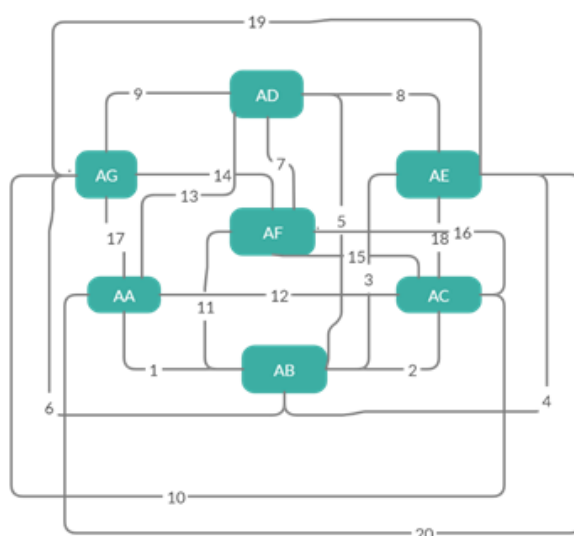


Imagen 15. Canales de comunicación del proyecto- fuente de elaboración propia

Canales de comunicación regulados

Después de haber realizado el cálculo de los canales de comunicación, el siguiente paso es escoger que canales de comunicación permitirán un flujo de información de manera eficaz garantizando una comunicación asertiva entre las partes involucradas, es por ello que la dirección del proyecto debe tener una comunicación directa con el sponsor y de esta manera asegurar los flujos de efectivo necesarios para cada etapa del proyecto, dando a conocer de manera secuencial el estado del proyecto para tomar decisiones en el momento adecuado.

El departamento de compras debe tener contacto directo con los proveedores con la finalidad de darle cumplimiento al plan de adquisiciones del proyecto, este flujo de información permitirá a la dirección del proyecto tomar decisiones para la correcta ejecución de la implementación del software. La dirección del proyecto en conjunto con el departamento de compras están encargados del plan de adquisiciones del proyecto, para esto se debe tener en cuenta las restricciones del mismo (Calidad de servicio o bien contratado, tiempo de entrega acorde al cronograma y presupuesto), el seguimiento continuo por parte de los involucrados mencionados y la evaluación correcta de las alternativas para una oportuna toma de decisiones hacen de este canal de comunicación una necesidad primordial para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Concluida la fase de adquisiciones el departamento de ingeniería entrará en contacto directo tanto con el instructor de capacitaciones como con la dirección del proyecto, esto con la finalidad de generar las competencias necesarias del Dpto. de Ingeniería para implementación del software, la dirección del proyecto hará seguimiento a la ejecución de este plan.

Teniendo en cuenta lo relacionado anteriormente los canales de comunicación aceptados para este plan son:

1. Sponsor-Director del proyecto:
2. Director del proyecto- Departamento de Ingeniería
3. Director del proyecto- Departamento de Compras:
4. Departamento de compras – Proveedor de equipos de cómputo)
5. Departamento de compras – Proveedor de Licencia de software):
- 6 Departamento de compras – Instructor de capacitaciones
7. Director del proyecto-Instructor de capacitaciones:
8. Departamento de ingeniería- Instructor de capacitaciones:

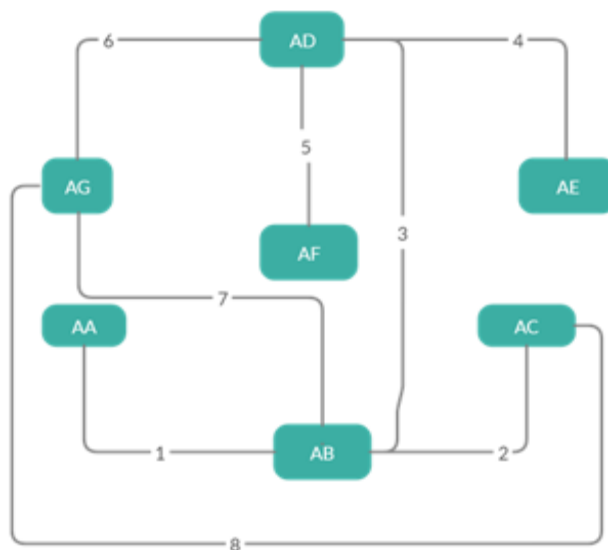


Imagen 16. Canales de comunicación aceptados- Fuente de elaboración propia

14.1.2. Sistema de información de las comunicaciones

Actualmente la gestión documental se está convirtiendo en parte fundamental para el éxito global de las empresas y en factor clave para avanzar hacia la competitividad empresarial, esto es debido principalmente a que el volumen de documentos que reciben y generan no paran de crecer, por lo que gestionar estos documentos de forma organizada, segura y estructurada es una tarea cada vez más compleja. GVS Construcciones cuenta con un software de gestión documental llamado **Soadoc** este permite escanear todos los documentos y archivos de una empresa para convertirlos a formato electrónico. A partir de ese momento, los documentos escaneados se almacenan dentro del nuevo archivo central ubicado en una nube. Así, la gestión documental permite recuperar cómodamente la información contenida en los documentos, modificarla y archivarla el tiempo que se precise.

En cuanto a las tecnologías y sistemas a utilizar a lo largo del ciclo de vida del proyecto se encuentran las herramientas ofimáticas y las herramientas de ambientes virtuales de trabajo como Zoom y Microsoft Teams.

14.1.3. Diagramas de flujo

Cada canal de comunicación maneja protocolos y secuencias las cuales se siguen al momento de compartir información entre las partes involucradas. Referenciando lo mencionado en el 5.7.1 los canales de comunicación de este proyecto tendrán un flujo bidireccional y se da la comunicación de manera interactiva, donde se puede intercambiar los roles de receptor y emisor de la información dependiendo la etapa que se esté ejecutando del proyecto.

- **Canal 1 (Sponsor- Director del proyecto)**

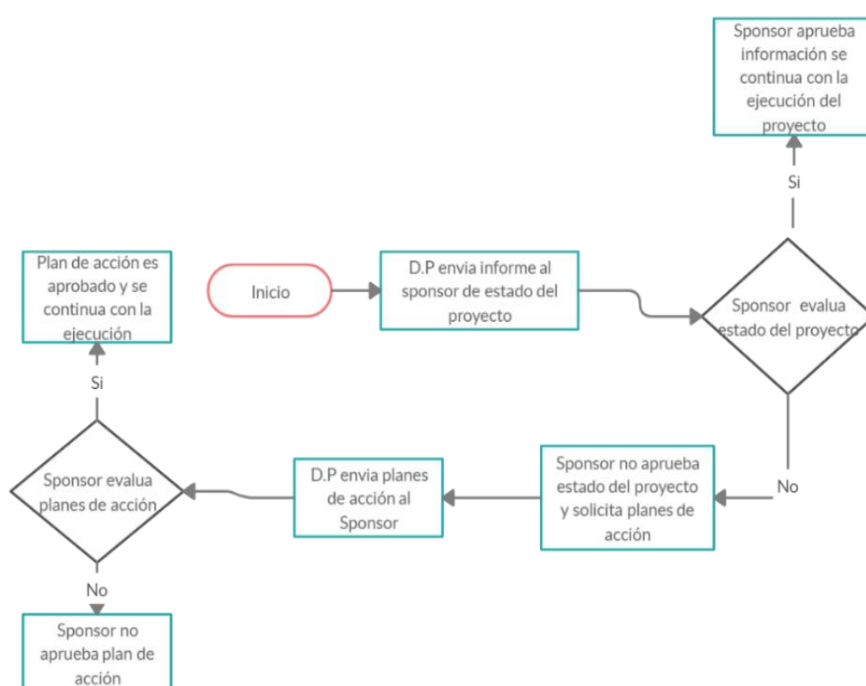


Imagen 17. Canal 1 de comunicación- Fuente de elaboración propia

Tomando como referencia el esquema 4, de esta manera funcionará el canal de comunicación, la dirección del proyecto envía informe de estado, sponsor revisa y aprueba y si es necesario se toma algún plan de acción.

Supuestos

Las reuniones entre el sponsor y el director del proyecto serán de manera virtual

Los involucrados cuentan con conexión a conexión Wi Fi

Los involucrados conocen la aplicación zoom

Director del proyecto tiene disponibilidad 24/7 para atender solicitudes del sponsor

Restricciones

Se debe enviar el informe semanal de estado del proyecto los días sábado cada semana durante la ejecución del proyecto.

Se realizarán reuniones semanales donde el director del proyecto dará a conocer el estado del proyecto.

- **Canal 2 (Director del proyecto-Dpto. de Ingeniería)**

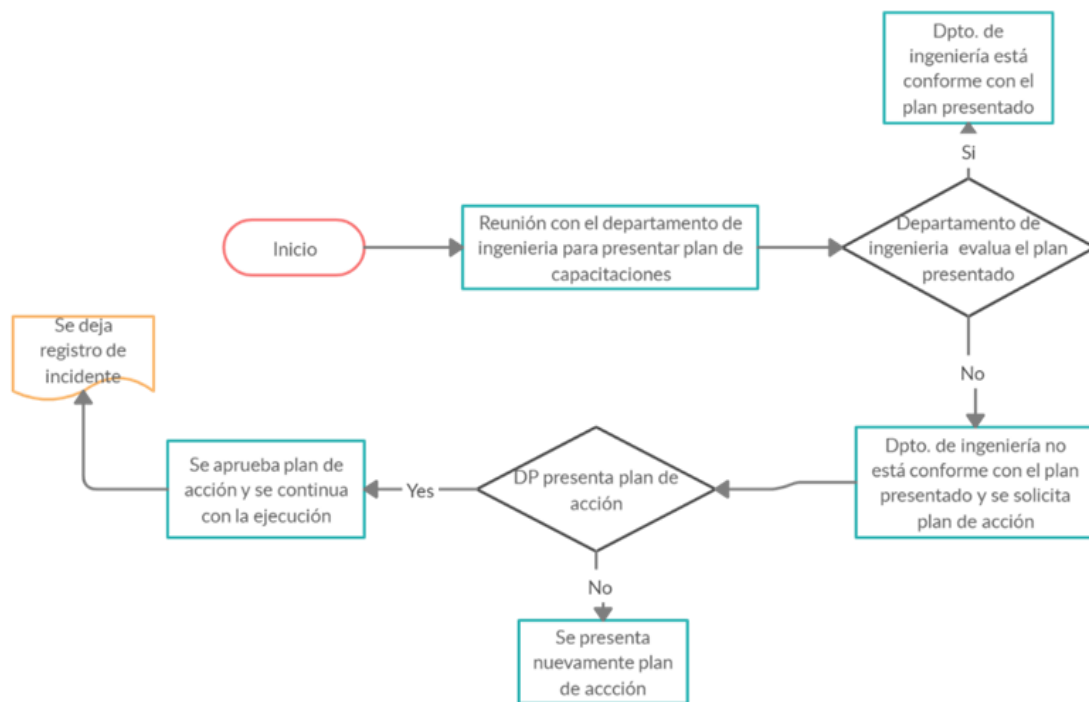


Imagen 18. Canal 2 de comunicación- Fuente de elaboración propia

Referenciando el esquema 6, la dirección del proyecto y el departamento de ingeniería mantendrán un flujo de comunicación bidireccional donde el departamento de ingeniería cumple con el rol de receptor de información, hasta el momento de dar aprobación al plan de capacitaciones presentado para adquirir las competencias necesarias para la implementación del software.

Supuestos

Los involucrados tienen conexión WIFI

Los involucrados conocen y tienen conocimiento de la aplicación zoom

Plan de capacitaciones fue socializado al inicio del proyecto

Los involucrados conocen el estado del plan de capacitaciones

Restricciones

Se realiza reunión semanal todos los martes de cada semana durante la ejecución del proyecto

• Canal 3 (Director del proyecto- Departamento de compras)

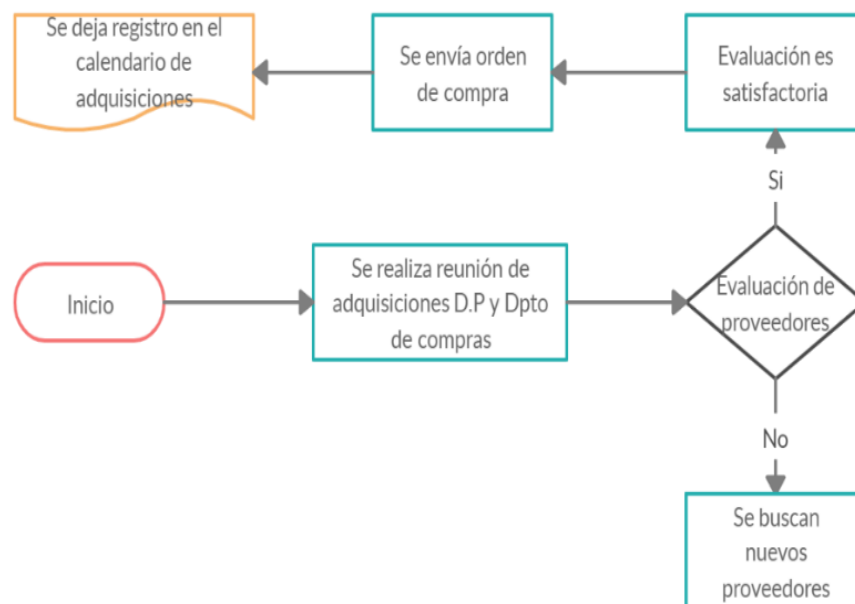


Imagen 19. Canal 3 de comunicación- Fuente de elaboración propia

Referenciando el esquema 6. Se realizarán reuniones virtuales sobre el plan de adquisiciones del proyecto y el estado de este, las ofertas comerciales serán presentadas a la dirección del proyecto con la finalidad de ser evaluadas y tomar las respectivas decisiones.

Supuestos

Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)

Los involucrados tienen conexión WI FI

Los involucrados tienen conocimiento de la aplicación zoom

Los involucrados conocen el plan de adquisiciones del proyecto

Los involucrados conocen los requerimientos técnicos del proyecto para cada una de las adquisiciones

Restricciones

Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto

Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto

Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución

• Canal 4 (Departamento de compras- Proveedor de equipos de cómputo)

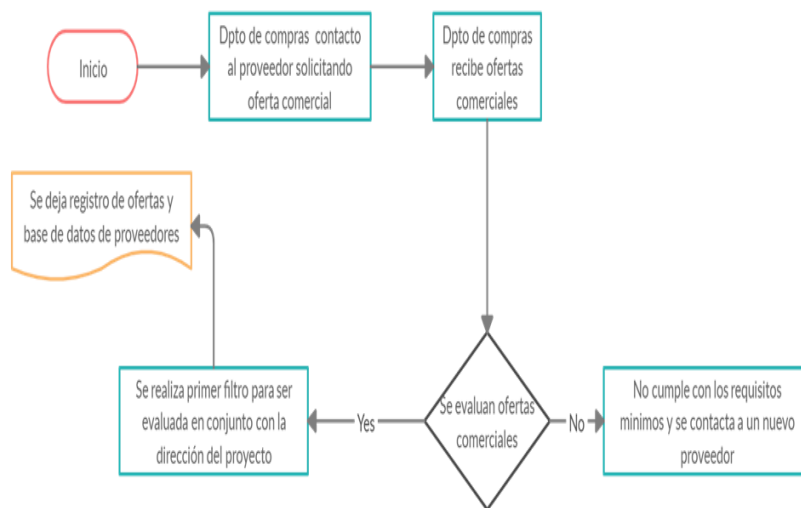


Imagen 20. Canal 4,5,6 de comunicación- Fuente de elaboración propia

La comunicación entre el departamento de compras y el proveedor de licencias de software solo estará activa en la etapa de adquisiciones del proyecto. El Dpto. de compras envía los requerimientos y especificaciones técnicas para que el proveedor pueda enviar su oferta comercial, esta tendrá su posterior revisión con la dirección del proyecto.

Supuestos

Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)

Los involucrados tienen conexión WI FI

Los involucrados conocen y tienen conocimiento de la aplicación zoom

Los involucrados conocen los requerimientos técnicos de la adquisición

Restricciones

Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto

Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto

Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución.

- Canal 5 (Departamento de compras-Proveedor de licencias de software)**

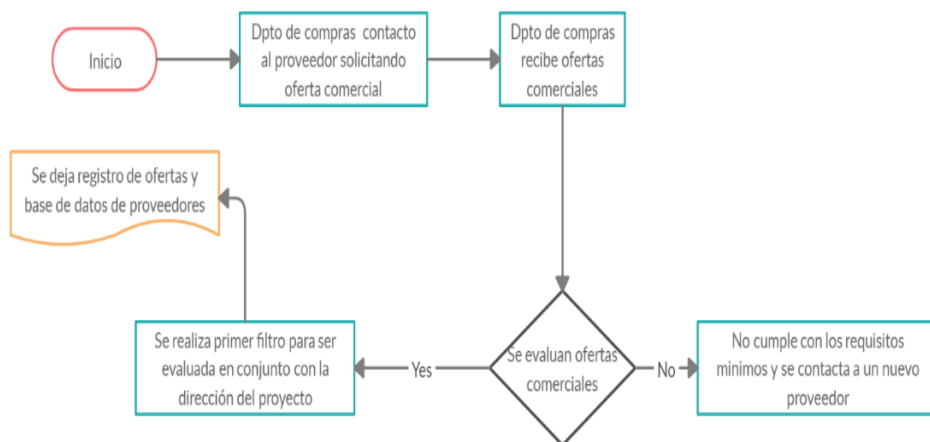


Imagen 21. Canal 7 de comunicación- Fuente de elaboración propia

La comunicación entre el departamento de compras y el proveedor de licencias de software solo estará activa en la etapa de adquisiciones del proyecto. El Dpto. de compras envía los requerimientos y especificaciones técnicas para que el proveedor pueda enviar su oferta comercial, esta tendrá su posterior revisión con la dirección del proyecto.

Supuestos

Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)

Los involucrados tienen conexión wi fi

Los involucrados conocen y tienen conocimiento de la aplicación zoom

Los involucrados conocen los requerimientos técnicos de la adquisición

Restricciones

Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto

Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto

Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución

• Canal 6 (Dpto. de compras- Instructor de capacitaciones)

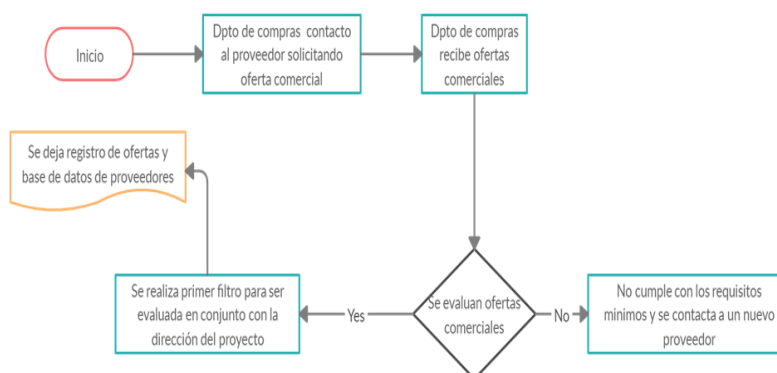


Imagen 22. Canal 6 de comunicación- Fuente de elaboración propia

La comunicación entre el departamento de compras y el instructor de capacitaciones solo estará activa en la etapa de adquisiciones del proyecto. El Dpto. de compras envía los requerimientos y especificaciones técnicas para que el proveedor pueda enviar su oferta comercial, esta tendrá su posterior revisión con la dirección del proyecto.

Supuestos

Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)

Los involucrados tienen conexión WI FI

Los involucrados conocen y tienen conocimiento de la aplicación zoom

Los involucrados conocen los requerimientos técnicos de la adquisición

Restricciones

Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto

Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto

Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución.

- Canal 7 (Director del proyecto- Instructor de capacitaciones)**

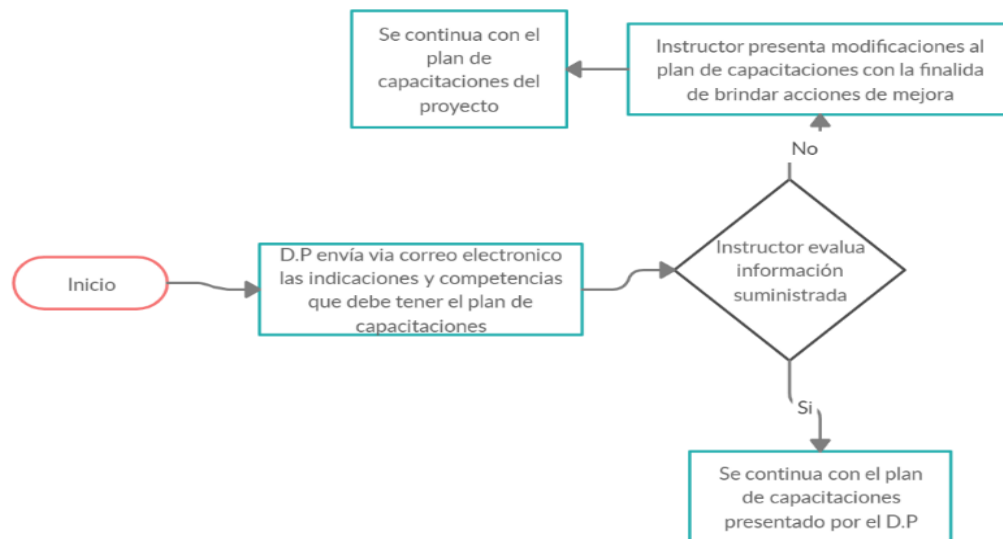


Imagen 23. Canal 7 de comunicación- Fuente de elaboración propia

La comunicación entre la dirección del proyecto y el instructor de capacitaciones estará activa en la etapa de capacitaciones del proyecto, donde se socializará la información

requerida para el plan de capacitaciones y el método de evaluación y certificación de competencias.

Supuestos

Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)

Los involucrados tienen conexión wi fi

Los involucrados conocen y tienen conocimiento de la aplicación zoom

Restricciones

Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto

Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto

- **Canal 8 (Departamento de Ingeniería- Instructor de capacitaciones)**

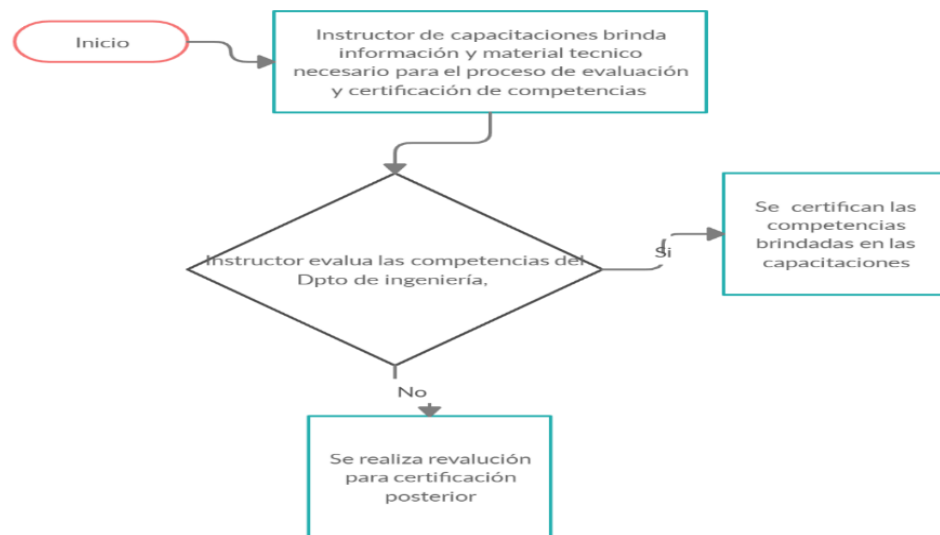


Imagen 24. Canal 8 de comunicación- Fuente de elaboración propia

La comunicación entre el departamento de ingeniería de GVS y el instructor de capacitaciones se dará únicamente en la etapa de capacitación, evaluación y certificación de competencias donde el Dpto. de ingeniería tomará un rol de receptor de información.

Supuestos

El departamento de ingeniería de GVS conoce herramientas de dibujo asistido por computador.

El departamento de Ingeniería de GVS cuenta con experiencia en construcción de estructuras metálicas

El instructor de capacitaciones conoce el software tekla structures

El instructor de capacitaciones brinda material técnico al departamento de ingeniería

Después de las capacitaciones del departamento de ingeniería tendrá competencias necesarias para la puesta en marcha del software

Restricciones

Las capacitaciones se realizarán de presencial

Las capacitaciones tienen una duración de 40 horas

14.1.4 Matriz de comunicaciones

La matriz de comunicaciones contiene una descripción de toda la información que se debe comunicar a los involucrados del proyecto. La matriz identifica quiénes serán los responsables de recolectar, editar y distribuir la información.

VER APENDICE H (Matriz de comunicaciones del proyecto)

14.1.5 Estrategia de comunicaciones

Como se puede observar en el **Apéndice P Interesados, necesidades y requisitos de información**, a cada uno de los involucrados del proyecto se le asigna un código y se relacionan las necesidades y requisitos de información. Una vez generado el listado de involucrados e identificando previamente sus necesidades y requerimientos de información se plantea la siguiente estrategia de comunicación.

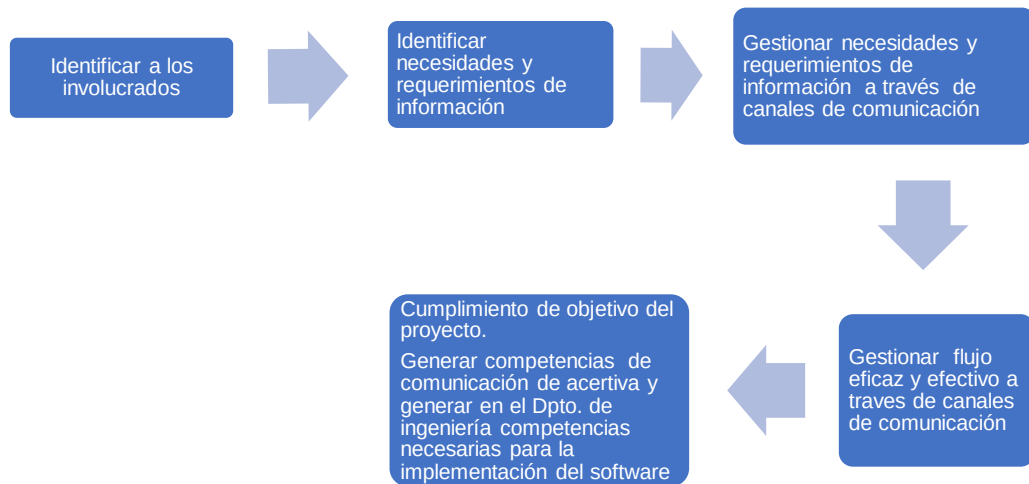


Imagen 25. Estrategia de comunicaciones- fuente de elaboración propia

15. GESTIÓN DE CALIDAD DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

15.1 Plan de gestión de la calidad

Se ha establecido métricas de calidad las cuales son específicas para cada entregable y para el producto final que generará la ejecución del mismo y se documenta como el proyecto demostrará cumplimiento de las mismas.

A través de reuniones del equipo del proyecto y de auditorías de calidad se identifican los procesos ineficientes en la ejecución del proyecto identificando las causas raíz de los mismos y se gestiona utilizando los datos y resultados del control del proceso para reflejar el estado actual de los entregables acorde a las métricas establecidas en la planificación.

Finalmente, el seguimiento y control de la calidad monitorea y registra los resultados de la ejecución de las actividades para evaluar el desempeño y que las salidas del proceso cumplan con la satisfacción del cliente.

Para este proceso se emplean formatos de verificación de entregables y formatos de prueba y evaluación, la dirección del proyecto será responsable del proceso de monitoreo y control.

15.2 Métricas de calidad

Una métrica de calidad es una definición operativa que describe un atributo del producto o del proyecto. Una medición es un valor real. Una métrica indica la manera en que el proceso de control de calidad medirá el trabajo o el producto. A su vez, la tolerancia define la variación permisible de las métricas

METRICAS DE CALIDAD PROYECTO	
Nombre de la métrica:	Ejecución de los entregables del proyecto
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Asegurar la ejecución de los entregables del proyecto a través de la medición del SPI verificando el cumplimiento estado de cumplimiento de las mismas verificando los requerimientos de calidad.
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Verificación del paso a paso del cumplimiento de los diferentes requerimientos técnicos y de calidad determinados.
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Comparar los requisitos previos establecidos en cada entregable y la ejecución realizada en cada uno de ellos
Frecuencia de medición	La medición se realiza cada semana de acuerdo con las actividades programadas para el desarrollo del entregable.
Meta (Resultado deseado para la métrica)	Cumplimiento del 100% de las actividades programadas para la óptima ejecución de los entregables
Responsable del factor de calidad	Director del proyecto

Tabla 27. Métricas de calidad del proyecto – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

METRICAS DE CALIDAD PROYECTO	
Nombre de la métrica:	Ejecución del cronograma del proyecto
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Determinar el cumplimiento del cronograma
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Asegurar el cumplimiento del cronograma en un 92 % acorde a lo programado.
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Se realiza a través de un informe presentado al sponsor sobre el status del proyecto donde se presentan los indicadores de valor ganado SPI (Schedule performance index).
Frecuencia de medición	Semanal

Meta (Resultado deseado para la métrica)	Cumplimiento del 100% de las actividades programadas según SPI = 1
Responsable del factor de calidad	Director del proyecto

Tabla 28. Métricas de calidad del proyecto – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

METRICAS DE CALIDAD PROYECTO	
Nombre de la métrica:	Ejecución del presupuesto del proyecto
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolle la métrica).	Determinar el cumplimiento del presupuesto establecido vs el presupuesto ejecutado
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Asegurar el cumplimiento del cronograma en un 95 % acorde a lo programado.
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Se realiza a través de un informe presentado al sponsor sobre el status del proyecto donde se presentan los indicadores de valor ganado CPI (Cost performance index).
Frecuencia de medición	Semanal
Meta (Resultado deseado para la métrica)	Cumplir con el 100% de los recursos programados. CPI = 1
Responsable del factor de calidad	Coordinador del proyecto

Tabla 29. Métricas de calidad del proyecto – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

METRICAS DE CALIDAD PROYECTO	
Nombre de la métrica:	Cumplimiento del plan de comunicaciones
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolle la métrica).	Determinar el cumplimiento de la matriz y protocolos de comunicación asegurando que las solicitudes y requerimientos de los interesados sean atendidos
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Asegurar el cumplimiento del 100 % de las solicitudes de los interesados.
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Comparar las solicitudes recibidas con las atendidas efectivamente en tiempos adecuados y contexto requerido.

Frecuencia de medición	La medición se realiza cada semana solicitudes recibidas vs las atendidas $\frac{\text{solicitudes recibidas}}{\text{solicitudes atendidas}} * 100 \%$
Meta (Resultado deseado para la métrica)	Cumplir al 100% con las solicitudes recibidas
Responsable del factor de calidad	Coordinador del proyecto

Tabla 30. Métricas de calidad del proyecto – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

1.6.2 Métricas de calidad de entregables

METRICAS DE CALIDAD ENTREGABLE	
Nombre de la métrica:	Resultados de prueba de eficiencia de equipos adquiridos
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Verificar que los equipos adquiridos para la implementación del software tengan el rendimiento adecuado para la generación de ingeniería de detalle
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Asegurar un rendimiento no menor del 80 % en procesadores y tarjetas gráficas de equipos, en esto se incluye el desempeño total del equipo.
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Se verifica rendimiento de los equipos haciendo una prueba con un software con requerimientos de hardware similares a tekla structures
Frecuencia de medición	1 vez al recibir los equipos
Meta (Resultado deseado para la métrica)	Cumplimiento con una eficiencia del 80 % del procesador y la tarjeta gráfica de los equipos
Responsable del factor de calidad	Coordinador del proyecto

Tabla 32. Métricas de calidad de los entregables – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

METRICAS DE CALIDAD ENTREGABLE	
Nombre de la métrica:	Resultados de evaluación de competencias para implementación de tekla structures
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Verificar que los miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones cuente con las competencias necesarias para la implementación de tekla structures para generar ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Asegurar una aprobación del 100 % en la evaluación realizada a cada uno de los miembros del departamento de ingeniería

Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	$= \frac{\text{Evaluaciones aprobadas}}{\text{Evaluaciones presentadas}} * 100 \%$
Frecuencia de medición	Una vez realizada la evaluación de competencias
Meta (Resultado deseado para la métrica)	Aprobación del 100% de las evaluaciones de los miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones.
Responsable del factor de calidad	Coordinador del proyecto

Tabla 33. Métricas de calidad de los entregables – Plantilla suministrada por la Universidad Piloto de Colombia

15.3 Documentos de prueba y evaluación

Dentro del proceso verificación del cumplimiento de requisito de calidad se establece el formato prueba y evaluación general del proyecto, esta herramienta orienta y soporta, en proceso de gestión. Ver Apéndice I Formato de prueba y evaluación.

15.4 Entregables verificados

A la fecha se ha realizado la verificación de todos los entregables del proyecto, ver Apéndice J Formato de verificación de entregables- Diligenciado.

16. GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

16.1 Plan de gestión de riesgos

El plan de riesgos del proyecto tiene como alcance identificar las estrategias para afrontar riesgos, establecer roles y responsabilidades en el plan de gestión, definir el financiamiento de las actividades que conciernen al plan de gestión de los riesgos, calendario, categorías de riesgo, apetito al riesgo de los interesados, definiciones de la probabilidad, impacto de los riesgos, matriz de probabilidad e impacto, formatos de registro de los riesgos e informes de impacto e incidencia de los riesgos presentados; lo anterior, enmarcado en los procesos que se ejecutan en la Gestión de los Riesgos del PMBOK 6ta edición, el presente plan tiene vigencia durante la ejecución de “Implementación de Tekla structures en GVS” (50 días). Se cuenta con un presupuesto de \$ 158.238.740 y la reserva de contingencia tiene un valor de \$14.302.286

Estrategia de riesgos

La gestión de los riesgos incluye también objetivos tales como adoptar estrategias de respuesta ante las posibles contingencias que puedan presentarse durante la ejecución del proyecto, así como evaluar las que sean más efectivas, teniendo en cuenta la estructura del proyecto se tomarán tres (3) estrategias: Evitar, mitigar y aceptar.

Todos los riesgos asociados al proyecto serán monitoreados de manera activa. En el **Apéndice T Estrategias de riesgos**, se observa las estrategias a implementar ante los distintos tipos de amenazas teniendo en cuenta el impacto y la probabilidad de ocurrencia.

Metodología

La metodología implementada para la gestión de los riesgos es descrita en la imagen 1, donde se muestra un diagrama de flujo que indica cada uno de los pasos y secuencias para llevarla a cabo.

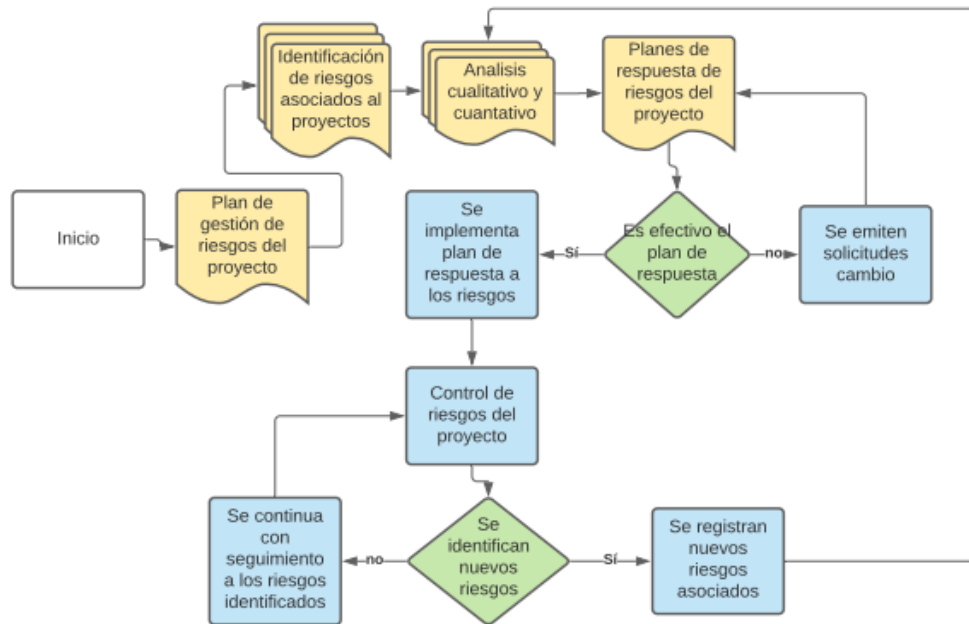


Imagen 26. Metodología de plan de gestión de riesgos del proyecto -fuente de elaboración propia

Paso 1 Elaboración de un plan de la gestión de riesgos: Se elaborará un plan de gestión de riesgos del proyecto acorde a la Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos PMBOK 6ta edición, en este paso se definen que actividades deben realizarse y cómo, para lograr atender los riesgos del proyecto. Liderado por la dirección del Proyecto, sin embargo, participa todo el equipo de trabajo, se realiza al inicio del proyecto.

Paso 2. Identificar los riesgos: Se identifican los riesgos a través de la evaluación causa – riesgo – consecuencia evaluando los entregables junto al cronograma, presupuesto, calidad y alcance los eventos que pueden en algún momento generar riesgos para el proyecto, posterior a esto se categorizan. Paso a cargo de la dirección del proyecto, sin embargo, en dicha actividad participa el equipo del proyecto, el paso es desarrollado al

inicio del proyecto, así como también en cada etapa de ejecución donde se pueden presentar nuevas amenazas.

Paso 3. Realizar análisis cualitativo: Acorde a los riesgos previos identificados se procede a determinar la probabilidad e impacto de los mismos dentro del Proyecto. Paso a cargo de la dirección del proyecto y las actividades relacionadas al paso son desarrolladas al inicio del Proyecto, así como también en cada etapa de ejecución donde se pueden presentar nuevas amenazas.

Paso 4. Elaboración de planes de respuesta, paso donde se determinan las estrategias a seguir para gestionar los riesgos, que acciones abordar para lograr atender individualmente los riesgos. Actividades a cargo de la dirección del proyecto,

Paso 5. Implementar la respuesta a los riesgos. Paso donde se ejecutan las acciones para atender los riesgos acordes a la estrategia establecida. Actividades lideradas por la dirección del proyecto, dichas respuestas son implementadas a lo largo del ciclo de vida del mismo o cuando se presente los eventos que representan riesgo para el proyecto.

Paso 6. Monitorear los riesgos. Paso donde se monitorea acciones determinadas para dar respuesta a los riesgos, paso desarrollado por la dirección del proyecto y es ejecutado en todo el ciclo de vida del proyecto, se presentarán informes de seguimiento y solicitudes de cambio cuando aplique.

Calendario

En la tabla 4 se establecen las fechas en las cuales se ejecutarán los procesos que hacen parte de la gestión de riesgos del proyecto, asignando momento clave de la ejecución y periodicidad del mismo.

PROCESOS	MOMENTO DE EJECUCIÓN	PERIODICIDAD
PLANIFICAR GESTIÓN DE RIESGOS	Inicio del proyecto	Una vez
IDENTIFICAR RIESGOS	Inicio del proyecto Cada reunión del equipo del proyecto	Una vez por semana
REALIZAR ANÁLISIS CUALITATIVO	Inicio del proyecto Cada reunión del equipo del proyecto	Una vez por semana
REALIZAR ANÁLISIS CUANTITATIVO	Inicio del proyecto Cada reunión del equipo del proyecto	Una vez por semana
PLANIFICAR RESPUESTA A LOS RIESGOS	Cada reunión del equipo del proyecto	Una vez por semana
IMPLEMENTAR RESPUESTA A LOS RIESGOS	Cada reunión del equipo del proyecto	Una vez por semana
MONITOREAR RIESGOS DEL PROYECTO	Cada fase del proyecto	Una vez por semana

Tabla 4. Calendario de gestión de los riesgos del proyecto - fuente de elaboración propia

Cabe destacar que los procesos de planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo a los riesgos del proyecto están asociados a la ejecución de cada una de las etapas del proyecto (Etapas de adquisiciones, Pruebas, sondeos y capacitaciones).

Categorías de riesgo

Riesgos técnicos: Son riesgos que se pueden dar por el bajo cumplimiento o incumplimiento en los requisitos establecidos para cada entregable; por la baja implementación de tecnología en el caso del resguardo de la información y uso tecnología

en la implementación de las comunicaciones, riesgos asociados a problemas con especificaciones y rendimientos técnicos de equipos asociados al proyecto.

Riesgos de gestión: Son los riesgos que se pueden presentar relacionados al desarrollo de los planes de gestión; la gestión de las actividades como tal del proyecto, las comunicaciones, y la calidad de los entregables.

Riesgos Comerciales: Son los riesgos asociados a los términos y acuerdos contractuales a los que se llega con los proveedores con los que se va a contar con el proyecto, en estos se relacionan los tiempos de entrega de las adquisiciones

Riesgos externos: Son los riesgos asociados a los factores ambientales de la compañía, como lo son economía local, comercio local, políticas, legislaciones, decretos que incidan en la correcta ejecución del proyecto.

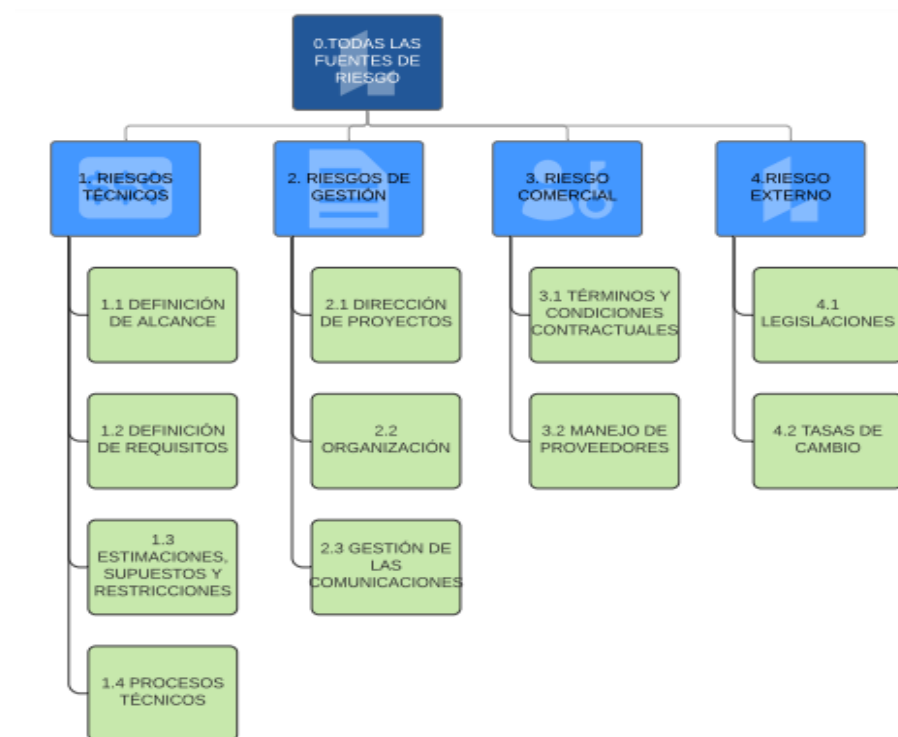


Imagen 27. RBS implementación de Tekla structures en GVS Construcciones- Fuente de elaboración propia

Apetito al riesgo del interesado

Determinando que el Interesado clave para el Proyecto es el Patrocinador teniendo en cuenta que es el que decide si se implementa posteriormente el plan o no, una vez se entregue el mismo al patrocinador, se identifica que el umbral de riesgo medible en torno al proyecto es:

- En cronograma, es tolerable que se presente retraso de menos de 7 días.
- En costo, se considera tolerable de \$ 200.000 COP a \$ 6'000.000 COP.
- En alcance, se considera intolerable la modificación del alcance del proyecto.

Definiciones de la probabilidad e impactos de los riesgos

En el desarrollo e implementación de la matriz se establece:

Evaluación de Probabilidad e impacto: La escala para la identificación de la probabilidad se define acorde a lo establecido en las tablas 6, 7 y 8.

PROBABILIDAD	
Nada probable	0,10
Poco probable	0,30
Medianamente probable	0,50
Bastante probable	0,70
Muy probable	0,90

Tabla 35. Escala Probabilidad -Fuente: Elaboración propia

IMPACTO	
Muy bajo	0,05
Bajo	0,10
Moderado	0,20
Alto	0,40
Muy alto	0,80

Tabla 36. Escala Impacto -Fuente: Elaboración propia

CONDICIONES DEFINIDAS PARA LAS ESCALAS DE IMPACTO DE UN RIESGO SOBRE LOS PRINCIPALES OBJETIVOS DEL PROYECTO					
Objetivo del proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo / 0,05	Bajo / 0,10	Moderado/0.20	Alto /0.40	Muy alto / 0,80
Costo	Aumento de costos en el intervalo (\$ 10.000 COP, \$ 190.000 COP]	Aumento de costos en el intervalo entre (\$ 200.000 COP, \$ 500.000 COP]	Aumento de costos en el intervalo (\$ 500.000 COP, \$ 2'500.000 COP]	Aumento de costos en el intervalo (\$ 2'500.000 COP, \$ 5'000.000 COP]	Aumento de costos en el intervalo (\$ 5'000.000 COP, \$ 15'000.000 COP]
Cronograma	Retraso en actividades en el orden del 1%	Retraso en actividades en el orden < 2%	Retraso en actividades en el orden < 4 %	Retraso en actividades en el orden < 6%	Retraso en actividades < 10% .
Alcance	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible

Tabla 37. Condiciones definidas para escala de impacto para riesgos del proyecto- fuente de elaboración propia

Matriz de probabilidad e impacto de amenazas

PROBABILIDAD	AMENAZAS				
Muy alta (0.9)	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
Alta (0.7)	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
Mediana (0.5)	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4
Baja (0.3)	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
Muy baja (0.10)	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
IMPACTO	Muy bajo 0.05	Bajo (0.10)	Moderado (0.20)	Alto (0.40)	Muy alto (0.80)

SEVERIDAD	
COLOR	RIESGO
(0,56-0,72)	Muy alto
(0,18-0,56)	Alto
(0,08-0,18)	Medio
(0,04-0,07)	Bajo
(0,01-0,03)	Muy Bajo

Tabla 38. Matriz de probabilidad e impacto de amenazas - fuente de elaboración propia

Formatos de la gestión de riesgos del proyecto

Acorde a lo presentado en la tabla 10, se define como se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de gestión de riesgos del proyecto.

FORMATOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

FORMATO	NOMBRE	CONTENIDO	PROCESO EN QUE SE GENERA	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Plan de gestión de riesgos	PT-IMPGVS-2020-1-PLAN RIESGOS	Documenta como realizar actividades de gestión de riesgos del proyecto	Planificación de gestión de riesgos	Director del proyecto	Una vez
Identificación, evaluación cualitativa, cuantitativa de riesgos	PT-IMPGVS-2020-1-REGISTRO DE RIESGOS	Documenta la priorización, probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos	Identificación de riesgos Análisis cualitativo Análisis cuantitativo	Lidera: Director del proyecto Apoya: Compras GVS Ingeniería GVS	Semanal
Plan de respuesta de riesgos	PT-IMPGVS-2020-1-PLAN RESPUESTA	Documenta las opciones y acciones para mejorar y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto	Planificación de respuesta a los riesgos	Lidera: Director del proyecto Apoya: Compras GVS Ingeniería GVS	Semanal
Informe de monitoreo de riesgos	PT-IMPGVS-2020-1-MONITOREO	Documenta el estado de riesgos del proyecto	Controlar riesgos	Lidera: Director del proyecto Apoya: Compras GVS Ingeniería GVS	Semanal

Solicitudes de cambio	PT-IMPGVS-2020-1-SOLICITUD DE CAMBIO	Documenta acciones correctivas y preventivas, reparación de defectos o actualizaciones que se presenten	Controlar riesgos	Director del proyecto	Semanal
-----------------------	--------------------------------------	---	-------------------	-----------------------	---------

Tabla 39. Control documental procesos de gestión de riesgos del proyecto - fuente de elaboración propia

Seguimiento

El seguimiento y control de riesgos del proyecto identifica, analiza y planifica nuevos riesgos; se ejecuta el seguimiento de los riesgos identificados, se realiza el seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencia; sin olvidar, revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras se evalúa su efectividad. Este proceso, así como los demás procesos de gestión de riesgos, es un proceso continuo que se realiza durante la vida del proyecto.

En la imagen 2, se observa un flujograma que describe el paso a paso a seguir para ejecutar el seguimiento a los procesos que hacen parte de la gestión de riesgos del proyecto.

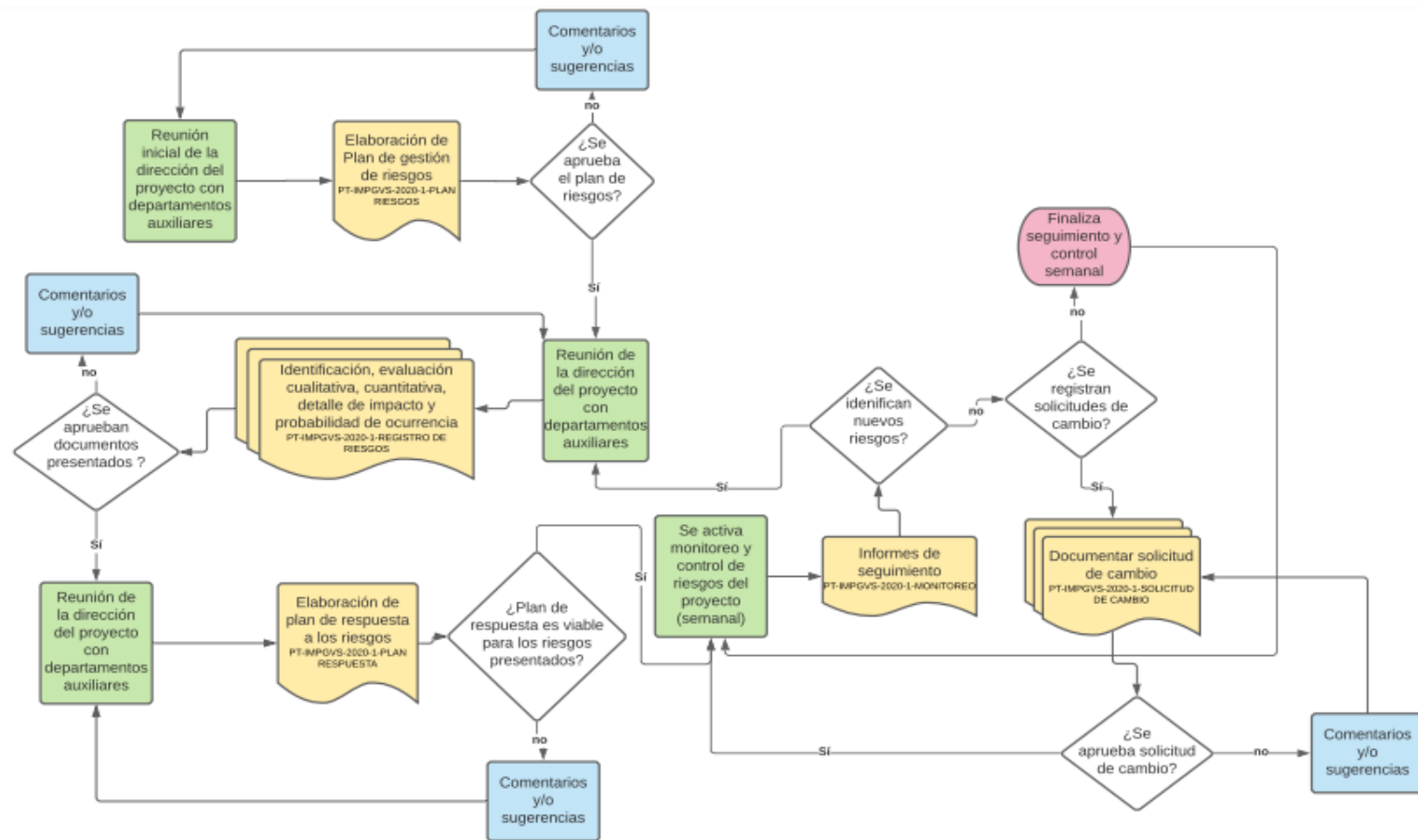


Imagen 28. Seguimiento y control de procesos de gestión de riesgos del proyecto- Fuente de elaboración propia

16.2 Matriz de riesgos

Acorde a la identificación de riesgos y su análisis cualitativo y cuantitativo se logra establecer que el proyecto presenta dos (2) riesgos muy altos, seis (6) riesgos altos, tres (3) riesgos medios, dos (2) riesgos bajos y dos (2) riesgos muy bajos. Ver apéndice N matriz de riesgos.

Como riesgos muy altos se clasifican los relacionados con las adquisiciones del proyecto y a la falta de personal calificado para la puesta en marcha del software BIM. Como riesgos altos se clasifican los asociados a los tiempos de entrega de los proveedores y los relacionados con pruebas y sondeos a equipos y a licencias adquiridas. Como riesgos medios se clasifican los asociados a identificar la baja o mala implementación de los planes de gestión de buenas prácticas del PMBOK.

La presencia de eventos que permitan la activación de los riesgos muy altos, altos y medios afecta considerablemente el desarrollo y entrega del producto final el cual es la implementación de Tekla structures en GVS Construcciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establece el plan de respuesta a dichos riesgos, cuyo objetivo es minimizar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos y en caso de ocurrir mitigar su impacto.

Ver Apéndice P Matriz de riesgos del proyecto

16.3 Matrices de probabilidad – Impacto (inicial y residual)

Para la estimación de la reserva de contingencia preliminar se ha tenido en cuenta el efecto que tiene la materialización de los riesgos en las actividades, paquetes de trabajo y entregables del proyecto, determinando la incidencia que estos tendrían en los involucrados demandando tiempos adicionales de trabajo, así como también recursos necesarios para afrontar la materialización de los riesgos.

Ejecutado el análisis cuantitativo y cualitativo de los riesgos asociados al proyecto, en la imagen 3 se observa un mapa calor donde se asocian los riesgos a sus respectivos niveles de amenazas con la finalidad de tener monitoreo y control sobre los mismos.

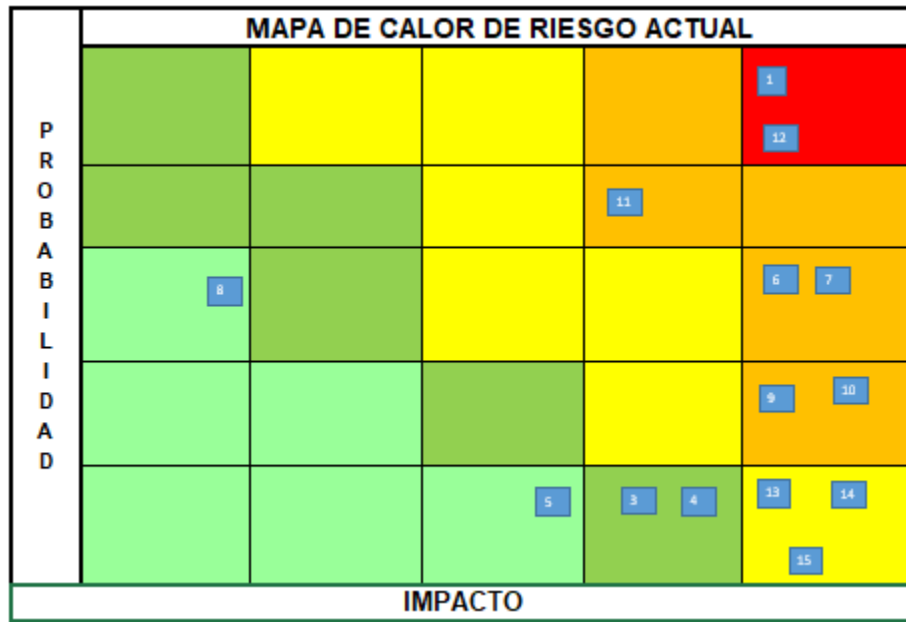


Imagen 29. Mapa de calor de riesgos Evaluación cualitativa y cuantitativa- Fuente de elaboración propia.

La implementación de los planes de respuesta es liderada por la dirección del proyecto, con el respectivo apoyo de los departamentos de ingeniería y compras. Implementado el plan de respuesta de los riesgos del proyecto, se tiene una reasignación de los riesgos residuales, los cuales serán mostrados en un mapa calor similar al de la imagen 3.

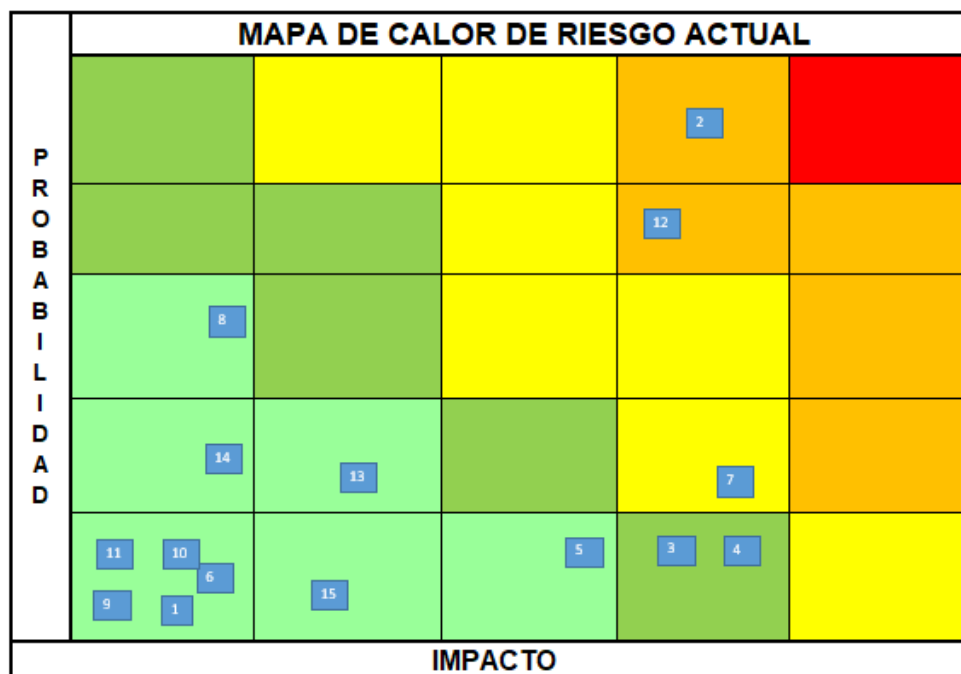


Imagen 30. Mapa de calor de riesgos implementación de planes de respuesta- Fuente de elaboración propia.

17. GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

17.1 Plan de gestión de adquisiciones del proyecto

Durante la ejecución del proyecto, el proceso planificar la gestión de las adquisiciones identifica las necesidades que pueden satisfacerse adquiriendo productos y/o servicios fuera de la organización del proyecto y qué necesidades del proyecto pueden ser satisfechas por el propio equipo.

La finalidad de este proceso es definir que se va a adquirir, de qué manera hacerlo y en qué etapa del proyecto. Al revisar la EDT del proyecto se resaltan entregables y paquetes de trabajo en los cuales se realizarán adquisiciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Aquí se define el método de contratación de las adquisiciones del proyecto, la fecha indicada para las mismas, esto será documentado en una matriz a la cual se le asignará un responsable de ejecutar el seguimiento al estado de estas; la dirección del proyecto emite informes semanales verificando el estado y aplicando el cierre cuando estas tengan un estado de finalización. Las adquisiciones serán aceptadas a través de un acta de cumplimiento del servicio brindado firmada por el director del proyecto y por un representante del contratista.

Los pagos serán a 50 % de anticipo y 50 % finalizado el servicio pagado a 60 días, se debe presentar como soporte a la facturación el acta de aceptación del servicio.

En la imagen 1 se presenta la EDT del proyecto **“Implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones”** donde se muestran cada uno de los entregables y paquetes de trabajo que componen al mismo.

Al revisar la EDT del proyecto se resaltan entregables y paquetes de trabajo en los cuales se realizarán adquisiciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto ver **Imagen 2.**, en la **Tabla 1** se describen las adquisiciones mencionadas en los mismos.

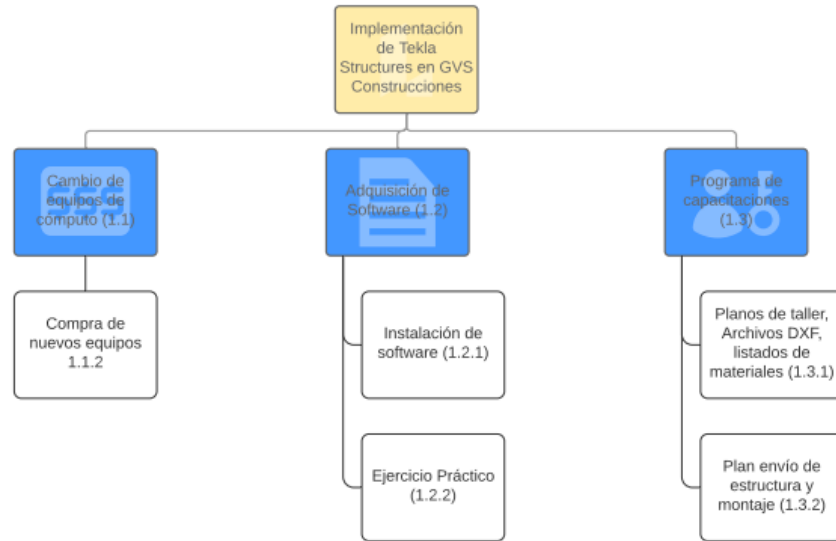


Imagen 31. EDT de Adquisiciones- Fuente de elaboración propia

ADQUISICIONES		
ENTREGABLES	ID	DESCRIPCION
CAMBIO DE EQUIPOS DE COMPUTO	1.1	Se renovarán los equipos de cómputo de la compañía ya que estos son obsoletos para implementar tecnologías BIM las cuales son necesarias para generar la ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero
ADQUISICIÓN DE SOFTWARE	1.2	Serán adquiridas licencias del software TEKLA STRUCTURES con toolboxes para generar ingeniería de detalle (bibliotecas de contenido de tornillería, perfiles estructurales entre otras) e instalación y puesta en marcha del software en equipos adquiridos por GVS
PROGRAMA DE CAPACITACIONES	1.3	Programa de capacitaciones y certificación de los miembros del departamento de ingeniería de GVS en el software adquirido
PAQUETES DE TRABAJO	ID	DESCRIPCION
COMPRA DE NUEVOS EQUIPOS	1.1.2	Adquisición de equipos de cómputo acorde a las especificaciones técnicas emitidas por el departamento de ingeniería de GVS

INSTALACIÓN DE SOFTWARE	1.2.1	Adquisición de Tekla structures con Toolboxes para generar ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero, se incluye instalación del software en equipos adquiridos
EJERCICIO PRACTICO	1.2.2	Puesta en marcha del software para evaluar rendimiento de equipos con el software adquirido
PLANOS DE TALLER, ARCHIVOS DXF, LISTADOS DE MATERIALES	1.3.1	20 horas de capacitación en como generar ingeniería de detalle con el software adquirido
PLAN ENVIO DE ESTRUCTURA Y MONTAJE	1.3.2	20 horas de capacitación en generar planes de montaje y envío de estructura metálica

Tabla.1 Entregables y paquetes de trabajo de adquisiciones-Fuente de elaboración propia

17.2 Matriz de adquisiciones

Teniendo en cuenta las adquisiciones se hace necesario establecer fechas y forma de adquisición, por ende, se genera una matriz de adquisiciones a la cual se le realizará seguimiento de manera diaria, por parte de la dirección del proyecto. Ver Apéndice K Matriz de adquisiciones del proyecto.

17.3 Cronograma de compras

Las adquisiciones requieren no solo de la identificación de las características específicas que deben cumplirse para una compra, de la forma para realizar la misma, también requieren de la identificación del tiempo oportuno en el que debe iniciarse el proceso de compra, procurando que las necesidades sean suplidas antes de iniciar una actividad, permitiendo no solo el desarrollo en el tiempo planeado de la actividad, sino anticiparnos al desarrollo de la misma. Ver apéndice L Cronograma de compras.

18. GESTIÓN DEL VALOR GANADO

18.1 INDICADORES DE MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO

En este apartado se presentan indicadores los cuales miden variación y rendimiento de costos, cronograma y el avance de entregables del proyecto, esto con la finalidad de realizar el correcto seguimiento, levantar alertas y activar el control integrado de cambios cuando sea requerido acorde a los umbrales definidos para estos indicadores, ver apéndice S tabla de umbrales de valor ganado.

18.2 ANÁLISIS DE VALOR GANADO Y CURVA S

Con la finalidad de realizar un correcto análisis de los indicadores de valor ganado del proyecto se han presentado informes de seguimiento en distintas fechas de ejecución del proyecto.

Informe De Seguimiento Y Control (Implementación De Tekla Structures En Gvs Construcciones)

Fecha de inicio: 20 de enero 2020

Fecha de Finalización: 25 de marzo 2020

Fecha de Reporte: 15 de febrero 2020

Reporte 01

Estado De Indicadores Del Proyecto

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer el estado actual del proyecto **“implementación de Tekla structures en GVS Construcciones”** brindando información acerca de cada uno de los entregables del mismo

A continuación, se presenta tabla de indicadores de valor ganado a corte del 15 de febrero del 2020, teniendo en cuenta esta como fecha estimada para la finalización de las etapas 1 y 2 del proyecto

Etapas 1: Cambio de equipos de cómputo

Etapas 2: Adquisición de licencias de software.

Etapas 3: Plan de capacitaciones (Pendiente por ejecutar)

Indicadores de valor ganado

INDICADOR	VALOR	INTERPRETACION Y OBSERVACIONES
PV	\$ 123.230.210	Valor planeado incluye las etapas de adquisiciones de equipos de cómputo y licencias de software
EV	\$ 110.003.829	$EV > 90\% PV < 99\% PV$, valor ganado está por debajo del PV El director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones.
AC	\$ 130.740.210	Costo actual es cercano al valor planeado por ende se acepta este indicador.
SV	-\$ 13.226.381	La variación en cronograma se presenta debido a los riesgos asociados al proyecto. $SV > -\\$ 1.598.371$ Se debe convocar a reunión extraordinaria para tomar correctivos acerca de las variaciones
CV	-\$ 3.995.233	Las variaciones en costo se han presentado debido a los riesgos asociados al proyecto, acorde a lo establecido previamente solo se permite $CV < -\\$ 1.598.371$ Por ende, se debe convocar a reunión extraordinaria para tomar correctivos acerca de las variaciones
SPI	0,90	Se estima que el rendimiento de cronograma es aceptable
CPI	0,84	Se ACTIVAN alertas para emplear rubros de reserva ante la presencia de riesgos en el proyecto
TCPI	1,75	Lo admisible para este indicador es $TCPI > 105\%$

		Se interpreta con este indicador de que los recursos deben tener una disponibilidad mayor al 100%, se debe trabajar más horas para conseguir los objetivos del proyecto.
EAC	\$ 188.067.245	Se debe convocar al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones (Se cuenta con reserva de contingencia de gestión para atacar ese indicador)
		$EAC > \\$145.821.127 < \\$ 159.821.127$
		El valor estimado para concluir presenta variaciones con lo admisible
ETC	\$ 57.327.530	$ETC = BAC - PV * 1.05$ Por ende se tomarán los correctivos necesarios para ser más eficientes en la gestión de costos del proyecto

Tabla 40. Indicadores de valor ganado Implementación de Tekla structures GVS - Fuente de elaboración propia

Realizando un análisis de los indicadores de valor ganado del proyecto se destaca que el AC (Actual Cost) de las actividades presenta desviaciones considerables debido a contingencias presentadas con el suministro de información (Ofertas comerciales, apoyo técnico y comercial al proyecto) y servicios (Suministro de equipos, licencias de software, instalación y pruebas) por parte de los proveedores contactados, esto como consecuencia de la poca oferta en el mercado local de los servicios solicitados, por ende se contactan a proveedores del centro del país, lo que conlleva a variaciones en costos encontrados en el mercado.

Por otra parte el retraso presentado del 12% se debe a la no ejecución hasta el momento de la actividad (Generación de ingeniería de detalle con Tekla structures), esta al ser parte de la ruta crítica afecta de manera considerable el cronograma, teniendo en cuenta que el proyecto tiene contemplados unos porcentajes adicionales en el presupuesto, como lo son las reservas contingencia y gestión, la primera opción para atender este retraso es el Crashing, asignándole a estas actividad de la ruta crítica un mayor volumen de recursos.

2. CURVA S DEL PROYECTO

La curva S al 15 de febrero del 2020 refleja la variación que se presenta entre el AC y PV del proyecto, en la imagen 2 se observa al EV por debajo de estos 2 indicadores debido a las variaciones en costos de actividades del proyecto.

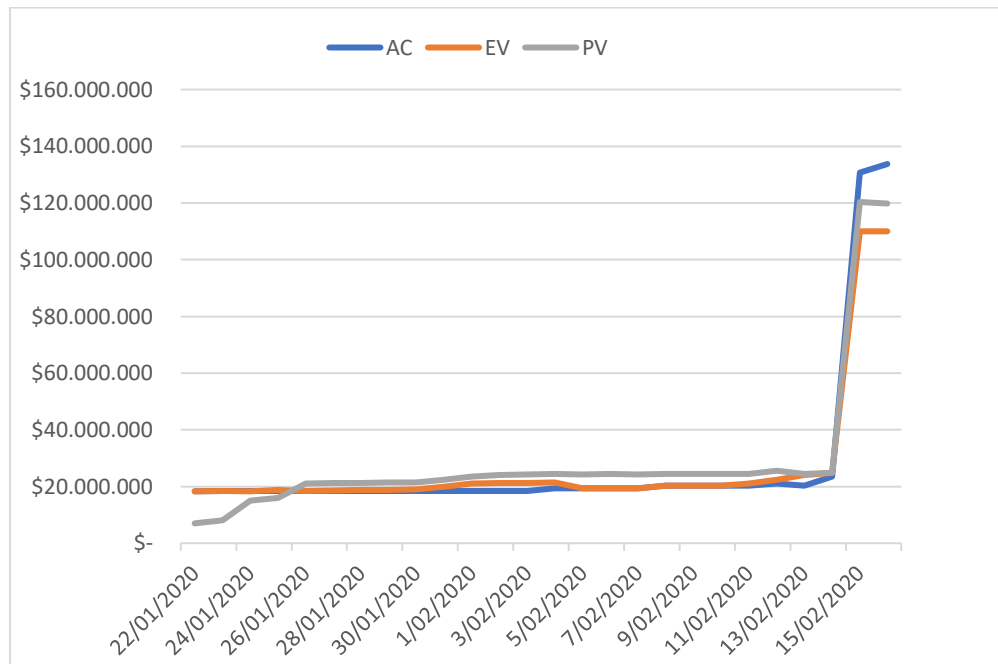


Imagen 33. Curva S a 20/02/20 – Adaptada de Microsoft Project 2016

INFORME DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES)

Fecha de inicio: 20 de enero 2020

Fecha de Finalización: 25 de marzo 2020

Fecha de Reporte: 2 de marzo 2020

Reporte 02

1. ESTADO DE INDICADORES DEL PROYECTO

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer el estado actual del proyecto **“implementación de Tekla structures en GVS Construcciones”** brindando información acerca de cada uno de los entregables del mismo

A continuación, se presenta tabla de indicadores de valor ganado a corte del 2 de marzo del 2020,

INDICADOR	VALOR	INDICACIONES Y OBSERVACIONES
AC	\$ 135.360.350	Indicador aceptado (Costo real cercano al valor planeado)
EV	\$ 121.920.281	Se activan alertas debido a las desviaciones presentadas
SV	- \$ 12.290.169	Indicador por fuera de umbrales establecidos se activan alertas para uso de reservas de contingencia
CV	- \$ 13.440.069	Indicador por fuera de umbrales establecidos se activan alertas para uso de reservas de contingencia
SPI	0,90	Indicador aceptado
CPI	0,90	Indicador presenta una mejoría de 0,6 respecto al informe presentado el 15 de febrero

TCPI	1,33	Debido a la asignación adicional de recursos para atacar actividades que presentaban retraso (Crashing), se ha mejorado notablemente este indicador pasando de 1.75 a 1.33
EAC	\$ 175.682.430	Indicador por fuera de umbrales establecidos
ETC	\$ 40.322.390	Indicador por fuera de umbrales establecidos

Tabla 41. Indicadores de valor ganado Implementación de Tekla structures GVS - Fuente de elaboración propia

Acorde a lo referenciado en la tabla 41, se observa una notable mejoría en los indicadores de valor ganado como TCPI, SPI, CPI, esto debido a que la dirección del proyecto tomó la decisión de atacar los retrasos presentados con un Crashing en las actividades que son parte de la ruta crítica del proyecto, se han disminuido las variaciones en cuanto en costos debido a que la fase de adquisiciones ya ha culminado y los recursos para finalizar se han optimizado logrando de esta manera que el EAC sea menor que el BAC. Finalmente se han empleado los rubros de reserva de contingencia y de gestión para emplear planes de respuesta asociados a riesgos presentados en esta etapa del proyecto (Compra de póliza de sostenimiento de precio para mantener una TRM \$ 3254 COP y contratación de capacitaciones adicionales), lo que finalmente se traduce en un mejoramiento de los indicadores de valor ganado.

2. CURVA S DEL PROYECTO

La curva S al 2 de marzo del 2020 refleja la poca variación que se presenta entre el AC y PV del proyecto, resultado de la planeación estratégica para la ejecución de del mismo y de atacar con recursos adicionales las actividades que hacen parte de la ruta crítica.

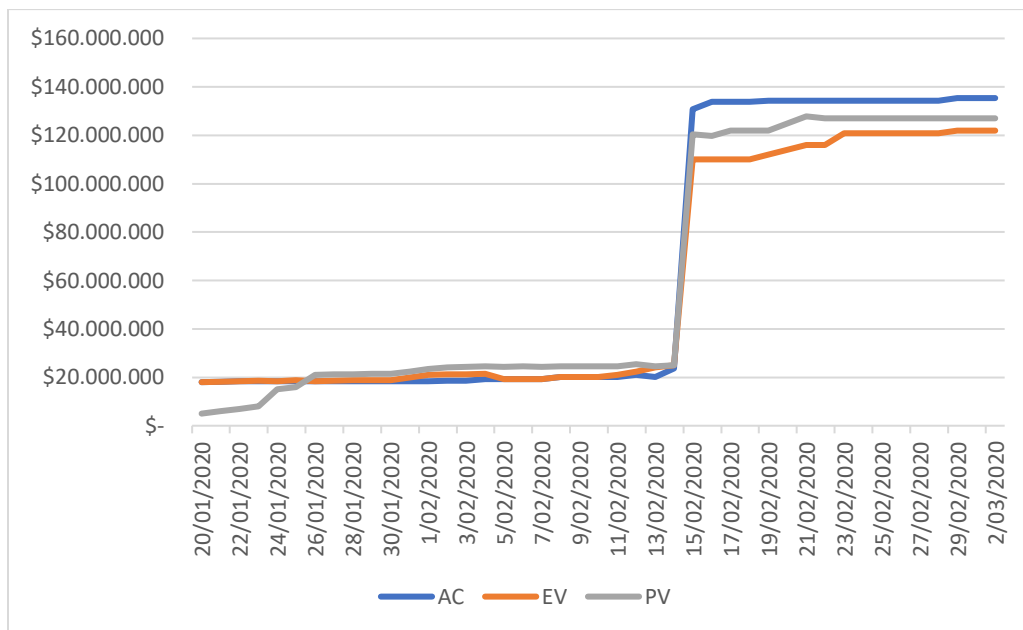


Imagen 35. Curva S a 2/03/20 – Adaptada de Microsoft Project 2016

INFORME DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES)

Fecha de inicio: 20 de enero 2020

Fecha de Finalización: 25 de marzo 2020

Fecha de Reporte: 10 de marzo 2020

Reporte 03

1. ESTADO DE INDICADORES DEL PROYECTO

El presente informe tiene como objetivo dar a conocer el estado actual del proyecto **“implementación de Tekla structures en GVS Construcciones”** brindando información acerca de cada uno de los entregables del mismo

A continuación, se presenta tabla de indicadores de valor ganado a corte del 10 de marzo del 2020,

INDICADOR	VALOR	INDICACIONES Y OBSERVACIONES
AC	\$ 138.863.193	Indicador aceptado (Costo real cercano al valor planeado)
EV	\$ 138.891.193	Indicador aceptado
SV	\$ 91.055	Indicador aceptado
CV	\$ 2.031.828	Indicador aceptado
SPI	1	Indicador aceptado
CPI	0,98	Indicador presenta una mejoría de 0,8 respecto al informe presentado el 2 de marzo

TCPI	1,09	Debido a la asignación de recursos para las actividades y la activación de los rubros de reserva para activar los planes de respuesta de los riesgos se ha mejorado este indicador.
EAC	\$ 160.556.521	Indicador aceptado
ETC	\$ 21.725.390	Indicador aceptado

Tabla 42. Indicadores de valor ganado Implementación de Tekla structures GVS - Fuente de elaboración propia

Acorde a lo referenciado en la tabla 42, se observa que gracias al uso de reservas de contingencia y gestión y a una correcta ejecución de planes de respuesta para riesgos asociados al proyecto, los indicadores de valor ganado han presentado una mejoría notable en el TCPI, SPI y CPI.

2. CURVA S DEL PROYECTO

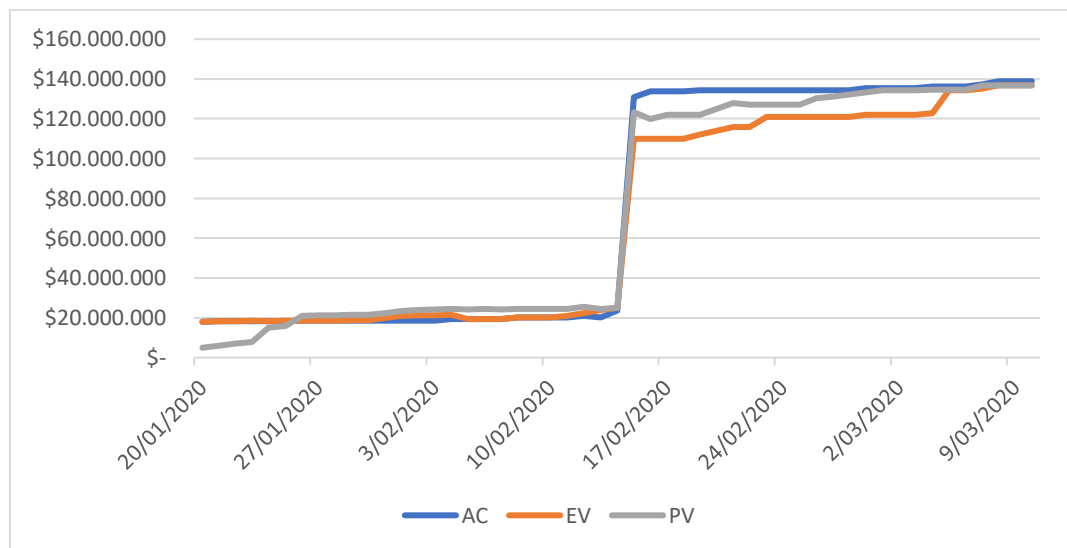


Imagen 36. Curva S a 10/03/20 – Adaptada de Microsoft Project 2016

19. INFORME DE CIERRE DE PROYECTO

CONTROL DE VERSIONES				
Versión	Elaborada por	Aprobada por	Fecha	AJUSTE
1	Elan David Sánchez		10/04/20	

NOMBRE DEL PROYECTO:	Implementación de Tekla structures en GVS Construcciones		
SPONSOR:	GERENCIA GVS CONSTRUCCIONES SAS		
ENTIDAD EJECUTORA:	INGENIERIA GVS CONSTRUCCIONES		
GERENTE DEL PROYECTO	ELAN DAVID SANCHEZ MENDEZ		
FECHA INICIO:	20-01-2020	FECHA FIN:	25-03-20

1. ESTADO GENERAL DEL PROYECTO

Entregables elaborados en su totalidad, como se evidencia en los apéndices:

Cambio de equipos de computo
Compra de licencias de software
Plan de capacitaciones

2. ENTREGABLES DEL PROYECTO EN CURSO

Elemento de la EDT en curso	Id entregable concluido	Fecha de comienzo ejecución	Fecha fin de ejecución
N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A

3. ESTADO DE ENTREGABLES CONCLUIDOS

Elemento de la EDT concluidos a la fecha de corte	Id entregable concluido	Observaciones	Soporte de aceptación del entregable
Cambio de equipos de computo	1.1	Entregable aceptado	Formato de verificación de entregables
Adquisición de licencias de software	1.2	Entregable aceptado	Formato de verificación de entregables
Plan de capacitaciones	1.3	Entregable aceptado	Formato de verificación de entregables
Gerencia de proyectos	1.4	Entregable aceptado	Formato de verificación de entregables

4. FECHA CIERRE PROYECTO

Fecha Final Proyecto	25 de Marzo de 2020
-----------------------------	----------------------------

5. RESULTADOS RELEVANTES A LA FECHA DE CORTE	
#	Actividad
TCPI	1,35
BAC	\$ 158.238.740
EAC	\$ 147.466.245
ETC	\$ 15.262.733

ACEPTADO POR	
NOMBRE DEL CLIENTE, SPONSOR U OTRO FUNCIONARIO	FECHA
LUIS FERNANDO GAVIRIA GERENTE GVS CONSTRUCCIONES	30 DE MARZO 2020
DISTRIBUIDO Y ACEPTADO	
NOMBRE DEL INTERESADO	FECHA
ELAN DAVID SANCHEZ MENDEZ	30 DE MARZO 2020

CONCLUSIONES

Establecer especificaciones técnicas para el proceso de adquisiciones del proyecto permitió ejecutar el mismo de manera dinámica teniendo claridad sobre las actividades y requisitos a cumplir por cada entregable.

Las pruebas y sondeos realizadas a los equipos de cómputo con la finalidad de verificar rendimientos fueron satisfactorias registrando resultados que dan muestras de conformidad para el departamento de ingeniería, así como también los toolboxes adquiridos para la generación de ingeniería de detalle de proyectos de fabricación y montaje de estructuras metálicas mostraron tener las características apropiadas para ejecutar las tareas asignadas. Por otra parte, el plan de capacitaciones del proyecto ha requerido horas adicionales de capacitación (10 horas) debido a la inexperiencia de algunos miembros del departamento de ingeniería con tecnologías BIM, permitiendo de esta manera obtener la certificación de todos los miembros de este departamento.

Estructurar proyectos bajo la metodología de buenas prácticas del PMBOK, garantiza, identificar plenamente el alcance, presupuesto, cronograma, calidad, riesgos, interesados, seguimiento y control de cambios. La implementación de la gestión de costos se mitigan los riesgos a establecer un proyecto con presupuesto errado, que pueda ser cancelado o extendido por falta de recursos. Establecer métricas de calidad garantiza la entrega de productos cumpliendo con los requisitos previos establecidos. Finalmente, la estimación de los recursos por actividad permite la organización y gestión previa al desarrollo de las actividades garantizando contar con lo necesario e iniciar en el tiempo establecido.

La implementación de Tekla Structures mejora de manera sustancial la generación de ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero, haciendo más eficientes a cada uno de los procesos que hacen parte de la producción y el montaje de estructuras metálicas, esto conlleva a que GVS mejore sus tiempos de entrega y su calidad en el producto final.

RECOMENDACIONES

Se recomienda previo a realizar el acta de constitución una correcta identificación de amenazas y oportunidades evaluando sus costos asociados estos conllevan a que en el momento de establecer un presupuesto no varíe en gran medida con respecto al determinado de manera inicial en el acta de constitución.

Establecer métricas de calidad específicas para cada entregable, esto con la finalidad de establecer un correcto seguimiento y sea auditable a la hora de establecer controles en aras de perseguir la consecución de los objetivos estratégicos del proyecto.

REFERENCIAS

Project Management Institute, “A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guides)”, 6a. edición

Software Extension to the PMBOK Guide Fifth Edition, 2013

Harold Kerzner, “Project Management, A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling”, 11th edition.

Dwayne Phillips, “The Software Project Manager’s Handbook – Principles that work at work”, 2000, IEEE Computer Society Press

Gbegnedji, G. (2017, junio 14). 7. Gestión de los Costos del Proyecto.

Gbegnedji, G. (2017a, mayo 27). 7.2. Estimar los Costos del Proyecto.

Pinzón, Liliana. (s.f.-b). (2020, 13 marzo) El Quindío es más vulnerable a deslizamientos por ser zona sísmica explicaron expertos - RCN Radio.

REDACCIÓN EL TIEMPO, E. T. (2019, 17 enero). Polémica por estudio de microzonificación sísmica de Armenia.

Liliana Pinzón Garzón, L. P. G. (2020, 15 marzo). Confirman 10 casos nuevos de coronavirus en Colombia, ya van 34.

Web, E. D (2020, 29 febrero). En Armenia se reportaron 46 casos de dengue en lo corrido de 2020.

Instituto geográfico Agustín Codazzi, (2020, 12 marzo). Mapa de cobertura de energía en el Quindío

Donaterra, D. (2016, 16 julio). HUELLA DE CARBONO.

Rodrigo Alonso, H. Z. (2017, 24 mayo). ¿Cuánto cuesta la electricidad que consume tu PC?

RedUsers, R. U. (2014, 28 enero). ¿Cuál es el consumo eléctrico de nuestros equipos electrónicos?

Macarena Cansino, C. D. (2019, 9 diciembre). Cómo calcular el peso de una resma de papel.

Juan Trucupei, J. T. (2018, 25 mayo). Consumo Energía Equipos de Computación.

Paul Itai Gómez Palestino, P. (2018, 26 abril). Análisis del Ciclo de Vida de Producto. Huellas de Carbono.

Samantha Pamela Mejía Sanchez, E. S. T. (2019, 20 marzo). Los impactos ambientales generados en los procesos de elaboración, creación, mantenimiento, uso y desecho de hardware y software.

Ross, D. (1996). Aplicando los siete hábitos de Covey a una carrera de gestión de proyectos. *PM Network*, 12 (4), 26–30.

Monzón C., Edwin (2006), Planificación de Proyectos con MS Project, Infopuc - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

PMI (2016 Edition). A guide to the Project management Body of knowledges. *PMBOK Guide*.

Londoño, N. (2018). Formulación de Proyectos: Enfoques, procesos y herramientas. Medellín. Escuela Latinoamericana de Cooperación y Desarrollo.

Anderson, LL, y Polkinghorn, P. (2008). Gestión de conflictos en megaproyectos de construcción: liderazgo y principios de terceros. *Resolución de conflictos trimestral*, 26 (2), 167-198.

Dinsmore, PC (1985). Planificación de la gestión de proyectos: dimensionar las barreras. *Project Management Journal*, 3 , 82–87.

Pennypacker, JS (Ed.) (1997). Principios de gestión de proyectos: manuales recopilados del Project Management Institute . Newtown Square, PA: Project Management Institute.

APÉNDICE

Apéndice A Diccionario de la EDT

NOMBRE DEL PROYECTO		Número del proyecto
Implementación de Tekla Structures en GVS Construcciones		001-2020

1.1	CAMBIO DE EQUIPOS DE COMPUTO
OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Reemplazar equipos actuales los cuales no cuentan con los requerimientos necesarios para modelar con tecnologías BIM.
DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO:	A Través de las especificaciones técnicas brindadas por el departamento de ingeniería, se crea un proceso de licitación con la finalidad de adquirir equipos de cómputo con los requerimientos técnicos adecuados para la puesta en marcha del software BIM. Se ejecutará una evaluación de alternativas acorde a las ofertas comerciales presentadas por cada uno de los proveedores. La recepción e instalación de los equipos adquiridos será seguida de una serie de pruebas y sondeos con la finalidad de garantizar la correcta puesta en marcha del software con un rendimiento adecuado de las tarjetas gráficas y la memoria RAM.
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR (ACTIVIDADES):	Lógica o enfoque de la elaboración: Recepción de ofertas- evaluación- selección de proveedor- recepción de equipos- instalación- pruebas y sondeos
	Actividades a realizar:
	- Generar especificaciones técnicas para compra de equipos - Crear proceso de licitación para compra de equipos - Recibir ofertas comerciales de proveedores - Evaluar alternativas - Recibir equipos en planta - Instalar equipos - Evaluar rendimiento de tarjeta grafica - Evaluar rendimiento de procesador y memoria RAM
ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:	Responsable: Elan Sánchez Participa: ingeniería GVS Construcciones Apoya: Compras Revisa: Elan Sanchez Aprueba: Gerencia GVS Da información: Elan Sánchez
FECHAS PROGRAMADAS:	Inicio: 20-01-2020 Fin: 23-01-2020 Hitos importantes: Inicio de proyecto

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:	Stakeholder que acepta: Elan Sánchez
	Requisitos que deben cumplirse: Equipos de cómputo con tarjeta gráfica de 2 Gb, procesador Corei7 y disco de estado sólido (Requerimientos para óptimo funcionamiento)
	Forma en que se aceptará: Reunión del equipo de proyecto y firma de acta de aceptación
SUPUESTOS:	Departamento de ingeniería de GVS Construcciones brinda las especificaciones técnicas necesarias para la compra de los equipos de cómputo.
RIESGOS:	Falta de proveedores de equipos de cómputo especializados en la región
RECURSOS ASIGNADOS Y COSTOS:	Personal: Sponsor – Departamento de Ingeniería de GVS Construcciones, Departamento de compras y director de proyecto Elan Sánchez

1.2	ADQUISICIÓN DE LICENCIAS DE SOFTWARE
OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Adquisición de licencias de software acorde a las especificaciones técnicas emitidas por el departamento de ingeniería haciendo énfasis en Toolboxes que contengan perfiles HEA, IPE, laminas comerciales, tornillería, y especificaciones de la soldadura.
DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Se realizará la adquisición de licencias con las especificaciones técnicas emitidas por la dirección del proyecto y el departamento de ingeniería de GVS. La compra no debe superar los \$ 55.000.000 Esto será acompañado de una serie de pruebas de rendimiento posterior a la instalación.
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR (ACTIVIDADES):	Lógica o enfoque de la elaboración:
	Actividades a realizar:
	- Reunión con el Sponsor. - Presentar ofertas de diferentes proveedores. - Evaluar alternativas. - Seleccionar alternativas - Ejecutar compra de equipos
ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:	Responsable: Elan Sánchez Participa: ingeniería GVS Construcciones Apoya: LM Revisa: RA Aprueba: Gerencia GVS Da información: Elan Sánchez
FECHAS PROGRAMADAS:	Inicio: 18-02-2020 Fin: 20-02-2020

	Hitos importantes: Inicio de proyecto
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:	Stakeholder que acepta: Elan Sánchez
	Requisitos que deben cumplirse: Equipos de cómputo con tarjeta gráfica de 2 Gb, procesador Corei7 y disco de estado sólido (Requerimientos para óptimo funcionamiento) No se debe superar los \$ 55.000.000
	Forma en que se aceptará: Reunión del equipo de proyecto y firma de acta de aceptación
SUPUESTOS:	Departamento de ingeniería de GVS Construcciones brinda las especificaciones técnicas necesarias para la compra de los equipos de cómputo.
RIESGOS:	Falta de proveedores de equipos de cómputo especializados en la región. Aumento de TRM por encima de \$ 3254 COP
RECURSOS ASIGNADOS Y COSTOS:	Personal: Sponsor – Departamento de Ingeniería de GVS Construcciones, Departamento de compras y director de proyecto Elan Sánchez

1.3	PLAN DE CAPCITACIONES
OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Generar en el departamento de ingeniería las competencias necesarias para la implementación del software
DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Las capacitaciones incluyen el desarrollo de: Planos de taller Archivos DXF Listados de materiales Plan de envíos Plan de montaje
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR (ACTIVIDADES):	Lógica o enfoque de la elaboración:
	Actividades a realizar:
	- Generación de planos de taller - Generación de archivos DXF - Generación de plan de envíos - Generación de plan de montaje
ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:	Responsable: Instructor de Tekla structures Participa: Ingeniería GVS Construcciones Apoya: Elan Sanchez Aprueba: Sponsor Da información: Ingeniería GVS Construcciones

FECHAS PROGRAMADAS:	Inicio: 03-03-2020 Fin: 25-03-2020 Hitos importantes: Firma de contrato con proveedor de licencias de software
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:	Stakeholder que acepta: Elan Sánchez Los miembros del departamento de ingeniería de GVS deben certificar sus competencias para la implementación del software, calificación 4.5/5 Forma en que se aceptará: Se acepta con la aprobación de examen de certificación de competencias
SUPUESTOS:	Miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones cuentan con experiencia en manejo de software de diseño asistido por computador Miembros de departamento de ingeniería de GVS cuentan con experiencia en procesos constructivos de estructuras metálicas y construcción en acero.
RIESGOS:	Retiro del personal de la compañía
RECURSOS ASIGNADOS Y COSTOS:	Personal: Instructor de capacitaciones, director de proyecto e ingeniería de GVS Construcciones. Costo: \$ 24.000.000

1.4	GERENCIA DE PROYECTOS
OBJETIVO DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Elaborar un plan para la correcta ejecución del proyecto acorde a los estándares del PMI.
DESCRIPCIÓN DEL PAQUETE DE TRABAJO:	Este plan incluye: Plan de interesados Plan de comunicaciones Plan de costos Plan de cronograma Plan de seguimiento y control Plan de calidad Plan de riesgos Lecciones aprendidas
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR (ACTIVIDADES):	Lógica o enfoque de la elaboración: Actividades a realizar: - Elaborar planes subsidiarios - Elaborar registro de lecciones aprendidas
ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES:	Responsable: Elan David Sánchez Participa: Ingeniería GVS Construcciones Aprueba: Sponsor Da información: Elan David Sánchez

FECHAS PROGRAMADAS:	Inicio: 10-01-2020 Fin: 11-01-2020 Hitos importantes: Inicio de proyecto
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:	Stakeholder que acepta: Sponsor
	Aprobación del sponsor
SUPUESTOS:	Plan de gerencia de proyectos acorde a los lineamientos PMI
RIESGOS:	No cumplimiento de estándares PMI
RECURSOS ASIGNADOS Y COSTOS:	Personal: Director de proyecto e ingeniería de GVS Construcciones.

Apéndice B Análisis PESTLE

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis					Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Mp		
Político	Políticas que regulan el sector en el que se desarrolla el proyecto	En el eje cafetero (Caldas, Quindío y Risaralda), se otorgan beneficios tributarios a proyectos de desarrollo industrial (excepciones de IVA en algunas compras, retenciones entre otros)	X	X	X	X	X					X	Disminución en costos directos de los futuros proyectos de desarrollo industrial	Mayor inversión en la región llevando a GVS Construcciones a ser aliado estratégico en la construcción de este tipo de proyectos.
Político	Acuerdos internacionales	Tratado de libre comercio con china	X	X	X							X	Disminución de aranceles en importaciones de materia prima y tecnologías a territorio colombiano	Disminución de costos de producción en proyectos de desarrollo industrial
Político	Cierre de importaciones desde países asiáticos	Al cerrarse las importaciones desde estos países el aumento del costo en la materia prima es significativo			X			X					Elementos tecnológicos necesarios para la implementación del software son importados desde china	Se evalúan alternativas de otros mercados

Económicos	Principales actividades económicas	Las actividades comerciales en la región tienen sustento principalmente en el comercio, la agricultura, el turismo, la prestación de bienes y servicios, las comunicaciones y, en menor proporción, la industria y la construcción	X		X	Al no ser la construcción y la industria las principales actividades económicas de la región el volumen de producción de la compañía tiene tendencia a disminuir	La gobernación del Quindío ha impulsado proyectos de desarrollo industrial en la región		
Económicos	Aumento del dólar	Debido al aumento de la divisa, el costo de las materias primas se ha elevado significativamente.		X	X	Cambio de presupuesto inicial por un presupuesto más inflado para conseguir los objetivos del proyecto	Evaluar alternativas en otros mercados.		
Económicos	Volúmenes, flujos e infraestructura de producción	Pocas empresas dedicadas a la construcción en acero	X			X	La competencia directa de GVS Construcciones es mínima (En el eje cafetero)	Mayor participación en los proyectos ejecutados en la región	
Social	Cultural	Falta de mano de obra calificada para proyectos de construcción en acero	X			X	Al no ser la construcción y la industria las principales actividades económicas de la región la población tiende a enfocarse en áreas como agricultura y el comercio de bienes	Se debe traer mano de obra calificada de otras regiones del país	
Social	Demográfico	Un porcentaje considerable de la población reside en zonas rurales	X				X	Personal de la región tiende a tener profesiones ligadas a la agricultura y comercio de bienes y servicios	Se debe traer mano de obra calificada de otras regiones del país

Social	Aumento de la construcción en acero en la región	En el eje cafetero (Caldas, Quindío y Risaralda), el aumento de la construcción en acero ha sido en el orden el 20 % con respecto a cifras del año anterior.	x		x	Las nuevas técnicas de construcción han posicionado a GVS Construcciones como un aliado estratégico en proyectos de construcción en la región	Se potencian los efectos positivos con la implementación de tekla structures en los procesos de producción de estructuras metálicas)
Tecnológico	Tecnología disponible	Dificultad para el acceso a tecnología de primera mano en la región	X		X	No se cuenta con centros de distribución especializados de tecnología en la región	Se debe traer elementos tecnológicos de otras regiones del país
Ambientales	Sismicidad	La región se encuentra en zona sísmica alta	X		X	Al GVS Construcciones estar en zona sísmica alta el riesgo por sismos es considerable	Planes de gestión del riesgo enfocados a eventos sísmicos
Ambientales	Derrumbes en vías	Al presentarse derrumbes en las vías que conectan a armenia con el centro del país (Alto de la línea) la llegada de materia prima e insumos afectan la producción de bienes)		X	X	Instructores del software tekla structures no podrán viajar desde Bogotá a armenia a dar la capacitación semanal al grupo.	Se programan las capacitaciones a modalidad virtual.

Biológicos	Pandemia COVID-19	Al declararse el estado de alerta nacional por la propagación del COVID-19, se han cerrado aeropuertos y vías terrestres que comunican a armenia con el centro del país.	X	X	Instructores del software tekla structures no podrán viajar desde Bogotá a armenia a dar la capacitación semanal al grupo.	Se programan las capacitaciones a modalidad virtual.
------------	-------------------	--	---	---	--	--

Apéndice C Listado de actividades con análisis PERT

PAQUETE DE TRABAJO	NOMBRE	ID	ACTIVIDADES	DURACIÓN OPTIMISTA	DURACIÓN ESPERADA	DURACIÓN PESIMISTA	DURACIÓN REAL	PREDECESORAS	VARIANZAS
1.1.1	Recepción de ofertas de proveedores								
		1.1.1.1	Generar especificaciones técnicas para compra de equipos	1	2	3	2	NINGUNA	0,1111111
		1.1.1.2	Crear proceso de licitación para compra de equipos	2	4	6	4	1.1.1.1	0,4444444
1.1.2	Selección de proveedores								
		1.1.2.1	Recibir ofertas comerciales de Proveedores	3	5	7	5	1.1.1.2	0,4444444
		1.1.2.2	Evaluar alternativas	2	4	6	4	1.1.2.1	0,4444444
1.1.3	Instalación de equipos de cómputo adquiridos								
		1.1.3.1	Recibir equipos en planta	4	5	12	6	1.1.2.2	1,7777778
		1.1.3.2	Instalar equipos adecuadamente	1	2	3	2	1.1.3.1	0,1111111
1.1.4	Pruebas y sondeos a equipos								
		1.1.4.1	Evaluar rendimiento de tarjeta grafica	1	1	1	1	1.1.3.1	
		1.1.4.2	Evaluar rendimiento de procesador y memoria RAM	1	1	1	1	1.1.3.1	
1.2.1	Instalación de software								
		1.2.1.1	Chequeo de contenido de toolboxes	1	1	1	1	1.1.3.1	

1.2.2	Ejercicio práctico	1.2.1.2	Evaluar rendimiento de hardware usando el software	1	2	3	2	1.1.3.1	0,11111111
		1.2.2.1	Generar Ingeniería de detalle con Tekla	6	8	10	8	1.2.1.2	0,44444444
		1.2.2.2	Comparar con planos generados por AutoCAD 2017	1	3	5	3	1.2.2.1	
		1.2.2.3	Evaluar % de errores	1	3	5	3	1.2.2.2	
1.3.1	Planos de taller, archivos DXF y listados de materiales								
		1.3.1.1	Verificar geometría y tolerancias de elementos Estructurales	6	8	10	8	1.2.2.2	0,44444444
		1.3.1.2	Verificar Cotas del proyecto	6	8	10	8	1.2.2.2	
		1.3.1.3	Verificar geometría y tolerancias de elementos estructurales	5	7	15	8	1.2.2.2	
1.3.2	Plan de envío de estructura y montaje	1.3.1.4	Exportar a maquinaria CNC	1	2	3	2	1.2.2.2	
		1.3.1.5	Emitir listado general	6	8	10	8	1.2.2.2	
		1.3.1.6	Emitir distribuciones de corte	3	4	5	4	1.2.2.2	
		1.3.2.1	Distribuir piezas en de transportadora	1	2	3	2	1.3.1.1	
		1.3.2.2	Generar número de envíos	1	2	3	2	1.3.1.1	

1.3.2.3	Emitir ubicación de elementos estructurales	6	8	10	8	1.3.1.2
1.3.2.4	Emitir esquemas con numeración para montaje	2	3	4	3	1.3.1.2

Apéndice D Registro de sobrecostos de mano de obra de fabricación y montaje

PROYECTO	FECHA DE INICIO	PRESUPUESTO MANO DE OBRA FABRICACIÓN	RETRASO EN ENTREGA FINAL (DÍAS)	CAUSA	SOBRECOSTOS	% SOBRE EL PRESUPUESTO
Construcción de bodegas Café Quindío	30/04/2017	\$ 297.865.000	14	Falta de detalle en conexiones de contravientos, conexiones columna-viga	\$ 64.765.230	22%
Puente peatonal vía Armenia - Calarcá	10/05/2017	\$ 47.678.890	5	Detalles de soldadura no se especificaron, se generaron reprocesos por el tipo de juntas a aplicar, los ensayos no destructivos rechazaban las juntas realizadas	\$ 12.123.000	25%
Construcción de estructura metálica para centro comercial Guacarí (Sincelejo-Sucre)	1/06/2017	\$ 127.890.612	22	Conexiones de correas de cubierta y fachada sin definición clara, se generaron reprocesos de en corte y soldadura	\$ 8.000.000	6%
Edificio Sanitas Toberín (Bogotá D.C)	8/08/2017	\$ 135.870.780	9	Errores en las tolerancias de fabricación (Perforaciones)	\$ 9.000.000	7%
Ampliación de planta de ensamble AKT motos (Bello-Antioquia)	12/12/2017	\$ 82.123.000	14	No se generaron adecuadamente los archivos DXF para las máquinas CNC, por lo que se genera un desperdicio innecesario en piezas que complementan columnas estructurales	\$ 23.980.120	29%
Suministro fabricación y montaje de estructura metálica para CC portal del Quindío (Armenia)	10/02/2018	\$ 140.780.312	6	Detalles en archivos de corte de material no especificado	\$ 14.896.210	11%

Suministro fabricación y montaje de estructura metálica para estación cámbulos (Manizales- Caldas)	4/04/2018	\$ 62.000.000	3	Detalles de soldadura en columnas armadas no especificado	\$ 4.000.000	6%
Construcción de estructura metálica para centro de la felicidad (Parque Tunal- Bogotá D.C)	10/10/2018	\$ 460.690.000	37	Errores en archivos DXF para máquinas de control numérico en corte de perfiles, detalles de soldadura no especificados en riostras y conexiones de cerchas	\$ 45.098.218	10%
Construcción de parque tecnológico villa maría	4/04/2019	\$ 120.600.500	22	No generación de la totalidad de planos de taller (Se generaban entregas parciales)	\$ 42.000.780	35%
Construcción de ampliación de planta de café Quindío (Calarcá- Quindío)	10/06/2019	\$ 60.560.780	10	No generación de la totalidad de planos de taller (Se generaban entregas parciales)	\$ 5.120.780	8%
Total, sobrecostos en los últimos proyectos					\$ 228.984.338	

Apéndice E. Registro de Interesados

REGISTRO DE INVOLUCRADOS										
INFORMACIÒN DE LA IDENTIFICACIÒN			INFORMACIÒN DE EVALUACIÒN					CLASIFICACIÒN DE LOS INTERESADOS		
INTERESADO	UBICACIÒN	RESPONSABILIDAD	EXPECTATIVAS EN EL PROYECTO	FASE DE MAYOR INTERES	REACCION ANTE EL PROYECTO	PODER	INTERES	INLFUENCIA	INTERNO/EXTERNO	DESCONOCEDOR RETICENTE NEUTRAL APOYO LIDER
Junta directiva GVS Construcciones	ARMENIA QUINDIO	Sponsor del proyecto, aprueba recursos y presupuesto necesario para la ejecución del proyecto, realiza seguimiento para correcta ejecución.	Que se generen competencias necesarias en el departamento de Ingeniería para la implementación del software y se reduzcan los sobrecostos de mano de obra de fabricación y montaje de proyecto adjudicados	TODO EL PROYECTO	Apoyo	Alto	Alto	Alta	Interno	Líder
Director del proyecto	ARMENIA QUINDIO	Cumplimiento del plan del proyecto acorde a las restricciones del mismo (Calidad, cronograma y presupuesto)	Que se generen competencias necesarias en el departamento de Ingeniería para la implementación del software y se reduzcan los sobrecostos de mano de obra de fabricación y montaje de proyecto adjudicados	TODO EL PROYECTO	Apoyo	Alto	Alto	Alta	Interno	Líder
Departamento de Ingeniería GVS Construcciones	ARMENIA QUINDIO	Recibe las capacitaciones necesarias para tener las competencias básicas y poner en marcha el software seleccionado	Implementación del software presentará mejora en tiempos de entrega de la Ingeniería conceptual y detallada, mejorando así la productividad de la compañía haciéndola más competitiva en el mercado	Adquisición de equipos Adquisición de licencia de software Programa de capacitaciones	Apoyo	Bajo	Alto	Baja	Interno	Apoyo
Departamento de compras GVS Construcciones	ARMENIA QUINDIO	Gestión de adecuada del proceso de compras y adquisiciones de proyecto durante su ejecución	Que se genere la Ingeniería conceptual y detallada de los proyectos con un tiempo de entrega menor y de esta manera tomar mejores decisiones administrativas en cuanto a proveedores gracias a la correcta gestión de información Proveer de equipos de cómputo con especificaciones técnicas adecuadas a GVS Construcciones con la finalidad de llevar a cabo del proyecto de manera adecuada	Adquisición de equipos Adquisición de licencia de software	Apoyo	Bajo	Alto	Baja	Interno	Apoyo
Proveedor de equipos de computo	BOGOTA D.C	Cumplimiento del contrato asignado		Adquisición de equipos	Apoyo	Bajo	Alto	Baja	Externo	Apoyo
Proveedor de licencias de software	BOGOTA D.C	Cumplimiento del contrato asignado	Proveer de licencias de software de Tekla structures con sus respectivos Toolboxes adecuados para la correcta ejecución de la Ingeniería de detalle de proyectos de construcción en acero	Adquisición de licencia de software	Apoyo	Bajo	Alto	Baja	Externo	Apoyo

Instructor del software a implementar	BOGOTA D.C	Cumplimiento del contrato asignado	Generar en el departamento de Ingeniería de GVS Construcciones las competencias necesarias para la ejecución de la Ingeniería de detalle en proyectos de construcción en acero.	Programa de capacitaciones	de	Apoyo	Bajo	Alto	Baja	Externo	Apoyo
---------------------------------------	------------	------------------------------------	---	----------------------------	----	-------	------	------	------	---------	-------

Apéndice F Estrategias para involucrar los interesados

INTERESADO	SITUACIÓN ACTUAL	RAZONES DE SU SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN DESEADA	ESTRATEGIAS PARA ALCANZAR LA SITUACIÓN DESEADA
Junta directiva GVS Construcciones	LIDER	El proyecto tiene una importancia relevante y tiene una influencia significativa en el futuro de la compañía	LIDER	Se realizará reunión de apertura con los miembros del equipo del proyecto con la finalidad de mostrar cada uno beneficios a corto, mediano y largo plazo de la correcta ejecución del proyecto.
Director del proyecto	LIDER	El proyecto tiene una importancia relevante y tiene una influencia significativa en el futuro de la compañía	LIDER	Se realizará reunión de apertura con los miembros del equipo del proyecto con la finalidad de mostrar cada uno beneficios a corto, mediano y largo plazo de la correcta ejecución del proyecto.
Departamento de ingeniería GVS Construcciones	DE APOYO	Con la implementación del software el departamento de Ingeniería empleará un tiempo menor en la ejecución de la Ingeniería conceptual de un proyecto, generando de esta manera menores tiempos de producción.	DE APOYO	Se realizará reunión de apertura con los miembros del equipo del proyecto con la finalidad de mostrar cada uno beneficios a corto, mediano y largo plazo de la correcta ejecución del proyecto.
Departamento de compras GVS Construcciones	DE APOYO	Departamento de compras ejecutará las adquisiciones de una manera más eficiente, al tener listados de materiales más claros y con especificaciones técnicas incluidas en el mismo	DE APOYO	Se realizará reunión de apertura con los miembros del equipo del proyecto con la finalidad de mostrar cada uno beneficios a corto, mediano y largo plazo de la correcta ejecución del proyecto.
Proveedor de equipos de computo	DE APOYO	Proveedor generará una venta significativa a la compañía y este es conciente de los beneficios que traerá esta adquisición por parte de la compañía	DE APOYO	Con la implementación del software en GVS Construcciones se pretende ampliar la capacidad de producción de esta, razón por la cual se debe contratar más personal por lo que se hace inminente una compra de equipos significativa a corto plazo
Proveedor de licencias de software	DE APOYO	Proveedor generará una venta significativa a la compañía y este es conciente de los beneficios que traerá esta adquisición por parte de la compañía	DE APOYO	Con la implementación del software en GVS Construcciones se pretende ampliar la capacidad de producción de esta, razón por la cual se debe contratar más personal por qué se hace inminente una compra de licencias de software por un valor similar en un corto plazo
Instructor de software a implementar	DE APOYO	Proveedor generará una venta significativa a la compañía y este es conciente de los beneficios que traerá esta adquisición por parte de la compañía	DE APOYO	GVS ofrece el servicio de capacitaciones de Tekla structures a compañías metalmeccánicas e la región generando una alianza estratégica con el instructor en este servicio.

Apéndice G. Asignación de recursos

NOMBRE DE TAREA	RECURSOS ASIGNADOS
(A) Generar especificaciones técnicas para compra de equipos	Director del proyecto Dpto. de ingeniería
(B) Crear proceso de licitación para compra de equipos	Director del proyecto Dpto. de compras
COMPRA DE NUEVOS EQUIPOS	
(C) Recibir ofertas comerciales de proveedores	Director del proyecto Dpto. de compras
(D) Evaluar alternativas	Director del proyecto Dpto. de compras
INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE CÓMPUTO ADQUIRIDOS	
(E) Recibir equipos en planta	Dpto. de compras
(F) Instalar adecuadamente equipos en puestos de trabajo	Proveedor de equipos de computo Director del proyecto
PRUEBAS Y SONDEOS A EQUIPOS	
(G) Evaluar rendimiento de tarjeta grafica	*Proveedor de equipos de computo
(H) Evaluar rendimiento de procesador y memoria RAM	Proveedor de equipos de computo
PRUEBAS Y SONDEOS SOFTWARE	
(I) Chequeo de contenido de toolboxes	Proveedor de equipos de computo
(J) Evaluar rendimiento de hardware usando el software	Proveedor de equipos de computo
Ejercicio práctico	
(K) Generar Ingeniería de detalle con Tekla	Proveedor de licencias de software Director del proyecto
(L) Comparar con planos generados por AutoCAD 2017	Proveedor de licencias de software Director del proyecto
(M) Evaluar % de errores	Proveedor de licencias de software Director del proyecto
ENTREGA DE PLANOS DE TALLER	
(N) Verificar Geometría y tolerancias de elementos estructurales	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
(O) Verificar Cotas del proyecto	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
ARCHIVOS DXF	

(P) Verificar Geometría y tolerancias de elementos estructurales	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
--	---

(Q) Exportar a maquinaria CNC	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
-------------------------------	---

ENTREGA DE LISTADO DE MATERIALES

(R) Emitir listado general	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
----------------------------	---

(S) Emitir distribuciones de corte	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
------------------------------------	---

PLAN DE ENVÍOS

(T) Distribuir piezas en dimensiones de transportadora	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
--	---

(U) Generar número de envíos	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
------------------------------	---

PLAN DE MONTAJE

(V) Emitir ubicación de elementos estructurales	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
---	---

(X) Emitir esquemas con numeración para montaje	Instructor de capacitaciones Departamento de ingeniería Director del proyecto
---	---

Apéndice H. Matriz de comunicaciones

CANAL	EMISOR	INFORMACIÓN	METODO	TECNOLOGIA	FRECUENCIA	TIEMPO DE RESPUESTA	RECEPTOR
1	Director del proyecto	1.Acta de inicio 2.Informes de ejecución Variaciones en alcance, tiempo y costo 3. Cierre del proyecto	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1.(solo una vez) 2. (Semanal) 3. (Solo una vez)	2 días hábiles después de haber recibido la información	Sponsor
2	Director del proyecto	1.Requerimientos técnicos de ejecución del software a implementar 2.Plan de capacitaciones 3.Estado del plan de Capacitaciones	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1. Solo una vez 2. Solo una vez 3.Semanal	2 días hábiles después de haber recibido la información	Departamento de ingeniería
3	Director del proyecto	1. Estado del plan de adquisiciones 2. Evaluación de ofertas comerciales enviadas por proveedores	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1.Semanal 2. Semanal	1. De manera inmediata	Departamento de compras
4	Departamento de compras	1. Ofertas comerciales 2. Requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1. Solo una vez 2. Solo una vez	1. dos días calendario después de recibir la solicitud de oferta	Proveedor de equipos de computo
5	Departamento de compras	1. Ofertas comerciales 2. Requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1. Solo una vez 2. Solo una vez	1. dos días calendario después de recibir la solicitud de oferta	Proveedor de equipos de licencia de software
6	Departamento de compras	1. Ofertas comerciales 2. Requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1. Solo una vez 2. Solo una vez	1. dos días calendario después de recibir la solicitud de oferta	Instructor de capacitaciones
7	Instructor de capacitaciones	1.Contenido del plan de capacitaciones 2.Requerimientos técnicos de ejecución del software Requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto 3.Estado del plan de	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1. Solo una vez 2. Solo una vez 3. Semanal	3. 2 días después de recibir el informe de estado	Director del proyecto

		capacitaciones Cierre de plan de capacitaciones					
8	Instructor de capacitaciones	1. Contenido de plan de capacitaciones 2. Ejecución del plan de capacitaciones 3. método de evaluación y certificación de competencias	Comunicación interactiva	*Correo electrónico *Herramientas ofimáticas *Ambientes virtuales de trabajo	1.Solo una vez 2. Semanal 3. Solo una vez	Inmediata	Departamento de Ingeniería
SUPUESTOS					RESTRICCIONES		
Las reuniones entre el sponsor y el director del proyecto serán de manera virtual					Se debe enviar el informe semanal de estado del proyecto los días sábado cada semana durante la ejecución del proyecto		
Director del proyecto tiene disponibilidad 24/7 para atender solicitudes del sponsor					Se realizarán reuniones semanales donde el director del proyecto dará a conocer el estado del proyecto.		
Plan de capacitaciones fue socializado al inicio del proyecto					Se realiza reunión semanal todos los martes de cada semana durante la ejecución del proyecto		
Los involucrados conocen el estado del plan de capacitaciones					Proveedores deben cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto		
Los proveedores contactados tienen sede por fuera de la región (eje cafetero)					Las ofertas comerciales se deben enviar 2 días después de haber recibido el contacto		
Los involucrados conocen el plan de adquisiciones del proyecto					Las ofertas comerciales deben estar acorde al presupuesto asignado por la compañía al proyecto en ejecución		
Los involucrados conocen los requerimientos técnicos del proyecto para cada una de las adquisiciones					Las capacitaciones se realizarán de presencial		
El departamento de ingeniería de GVS conoce herramientas de dibujo asistido por computador.					Las capacitaciones tienen una duración de 40 horas		
El departamento de Ingeniería de GVS cuenta con experiencia en construcción de estructuras metálicas							
El instructor de capacitaciones conoce el software tekla structures							
El instructor de capacitaciones brinda material técnico al departamento de ingeniería							
Después de las capacitaciones del departamento de ingeniería tendrá competencias necesarias para la puesta en marcha del software							

Apéndice I-Formato de prueba y evaluación

	GVS CONSTRUCCIONES		TTAC-F-018	
			REV.1	
			FECHA DE VIG. 6/12/20	
FORMATO DE PRUEBA Y EVALUACIÓN				
FECHA DE PRUEBA Y EVALUACIÓN	DIA	MES	AÑO	
	2	2	2020	
ENCARGADO	NOMBRE	CC	CARGO	
Departamento de compras	Luis Salas	8.768.901	Jefe de Compras	
Departamento de ingeniería	Luis Rincón	9.787.809	Jefe de Ingeniería	
Departamento de obras y montajes	A. Rincón	9.999.100	Jefe de montajes	
	CUMPLIMIENTO			
CONTROL DE CALIDAD	SI	NO	N/A	Observaciones
GESTION DEL CRONOGRAMA				
¿Se presentaron retrasos en las actividades?	X			Retrasos presentados en actividades que no hacían parte de ruta crítica
¿Se realiza revisión previa de las actividades antes de la ejecución?	X			Se realiza revisión de parte de la dirección del proyecto
GESTION DE PRESUPUESTO				
¿Se requieren más recursos para ejecutar actividades?		X		
¿Se han empleado recursos de la reserva?	X			
¿Se han realizado traslado de recursos?				
GESTION DE LAS COMUNICACIONES				
¿Han sido respondidas las solicitudes de comunicación?	X			Comunicaciones directas de proveedores para solicitar información técnica para cumplir con los requerimientos del proyecto
ENTREGABLES				

<i>¿Se encuentra actualizado el documento del proyecto?</i>	X			
<i>¿Se cumple con la metodología PMI?</i>	X			
<i>¿Fuentes de información verificables?</i>	X			
<i>¿Equipos adquiridos cumplen con las especificaciones técnicas?</i>	X			
<i>¿Licencia de software cuenta con los toolboxes necesarios para la generación de ingeniería de detalle?</i>	X			
<i>¿Plan de capacitaciones cuenta con horas necesarias para generar competencias de implementación del software?</i>	X			
REALIZÓ	REVISÓ			APROBÓ
Ricardo Ávila	Elan Sánchez			Gerencia GVS

Formato 2. Formato de Pruebas y Evaluación – Fuente de elaboración propia

Apéndice J. Formato de verificación de entregables

	GVS CONSTRUCCIONES		TTAC-F-018
			REV.1
			FECHA DE VIG. 6/12/20
FORMATO DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES			
FECHA DE VERIFICACIÓN	DIA	MES	AÑO
	25	03	2020
ENCARGADO	NOMBRE	CC	CARGO
Compras GVS Construcciones	María Consuegra	1.140.883.130	Jefe de Compras
ingeniería GVS Construcciones	Omar Vera	8.900.323	Jefe de ingeniería
ENTREGABLE: CAMBIO DE EQUIPOS DE COMPUTO (1.1)			
PAQUETES DE TRABAJO			
NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (ID)	CUMPLIMIENTO CON PRESUPUESTO ASIGNADO (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO CON CRONOGRAMA (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO DE METRICAS DE CALIDAD (OBSERVACIONES)
<i>RECEPCION DE OFERTAS DE PROVEEDORES (1.1.1)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
<i>COMPRA DE NUEVOS EQUIPOS (1.1.2)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
<i>INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE COMPUTO ADQUIRIDOS (1.1.3)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
<i>PRUEBAS Y SONDEOS A EQUIPOS (1.1.4)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
REALIZÓ	REVISÓ		APROBÓ
Martha Oviedo	Abraham Consuegra		Elan Sánchez

	GVS CONSTRUCCIONES		TTAC-F-018
			REV.1
			FECHA DE VIG. 6/12/20
FORMATO DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES			
FECHA DE VERIFICACIÓN	DIA	MES	AÑO
	25	03	2020
ENCARGADO	NOMBRE	CC	CARGO
Compras GVS Construcciones	María Consuegra	1.140.883.130	Jefe de Compras
ingeniería GVS Construcciones	Omar Vera	8.900.323	Jefe de ingeniería
ENTREGABLE: ADQUISICION DE SOFTWARE (1.2)			
PAQUETES DE TRABAJO			
NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (ID)	CUMPLIMIENTO CON PRESUPUESTO ASIGNADO (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO CON CRONOGRAMA (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO DE METRICAS DE CALIDAD (OBSERVACIONES)
<i>INSTALACIÓN DE SOFTWARE (1.2.1)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
<i>INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE COMPUTO ADQUIRIDOS (1.2.2)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las métricas asignadas al entregable
REALIZÓ	REVISÓ		APROBÓ
Martha Oviedo	Abraham Consuegra		Elan Sánchez

	GVS CONSTRUCCIONES		TTAC-F-018
			REV.1
			FECHA DE VIG. 6/12/20
FORMATO DE VERIFICACIÓN DE ENTREGABLES			
FECHA DE VERIFICACIÓN	DIA	MES	AÑO
	25	03	2020
ENCARGADO	NOMBRE	CC	CARGO
Compras GVS Construcciones	María Consuegra	1.140.883.130	Jefe de Compras
ingeniería GVS Construcciones	Omar Vera	8.900.323	Jefe de ingeniería
ENTREGABLE: PLAN DE CAPACITACIONES (1.3)			
PAQUETES DE TRABAJO			
NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (ID)	CUMPLIMIENTO CON PRESUPUESTO ASIGNADO (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO CON CRONOGRAMA (OBSERVACIONES)	CUMPLIMIENTO DE METRICAS DE CALIDAD (OBSERVACIONES)
<i>PLANOS DE TALLER (1.3.1)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las metricas asignadas al entregable
<i>PLAN DE MONTAJE (1.3.2)</i>	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto al presupuesto asignado de manera inicial.	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las fechas asignadas en cronograma	Se observa cumplimiento del paquete de trabajo con respecto a las metricas asignadas al entregable
REALIZÓ	REVISÓ		APROBÓ
Martha Oviedo	Abraham Consuegra		Elan Sánchez

Apéndice K. matriz de adquisiciones del proyecto

MATRIZ DE ADQUISICIONES					
Código EDT	Estructura de la EDT	Tipo de Adquisición	Modalidad de Adquisición	Fechas Estimadas	
				Inicio	Fin
1	IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES				
1,1	CAMBIO DE EQUIPOS DE COMPUTO				
1.1.2	COMPRA DE NUEVOS EQUIPOS	Equipos de computo Transporte	Orden de Compra	21/01/2019	27/01/2019
1,2	ADQUISICIÓN DEL SOFTWARE				
1.2.1	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE	Licencias de Software Instalación en equipos	Orden de Compra	28/01/2019	30/01/2019
1.2.2	EJERCICIO PRACTICO	Técnicos de instalación			
1,3	PROGRAMA DE CAPACITACIONES				
1.3.1	PLANOS DE TALLER, ARCHIVOS DXF, LISTADOS DE MATERIALES	Instructor de capacitaciones	Orden de servicios	15/02/2019	20/02/2019
1.3.2	PLAN DE ENVÍOS DE ESTRUCTURA Y MONTAJE				

Tabla.2 Matriz de adquisiciones-Fuente de elaboración propia

Apéndice L. Cronograma de compras

CRONOGRAMA DE COMPRAS				2020							
CÓDIGO EDT	ESTRUCTURA DE LA EDT	TIPO DE ADQUISICIÓN	MODALIDAD DE ADQUISICIÓN	ENERO (1-10)	ENERO (11-21)	ENERO (22-31)	FEBRERO (1-10)	FEBRERO (11-20)	FEBRERO (20-28)	MARZO (1-12)	MARZO (12-25)
1	IMPLEMENTACIÓN DE TEKLA STRUCTURES EN GVS CONSTRUCCIONES										
1,1	CAMBIO DE EQUIPOS DE COMPUTO										
1.1.2	COMPRA DE NUEVOS EQUIPOS	Equipos de computo	Orden de Compra		X						
		Transporte			X						
1,2	ADQUISICIÓN DEL SOFTWARE										
1.2.1	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE	Licencias de Software				X					
		Instalación en equipos	Orden de Compra			X					
1.2.2	EJERCICIO PRACTICO	Técnicos de instalación				X					
1,3	PROGRAMA DE CAPACITACIONES										
1.3.1	PLANOS DE TALLER, ARCHIVOS DXF, LISTADOS DE MATERIALES	Instructor de capacitaciones	Orden de servicios					X			

Apéndice M. Interesados, necesidades y requisitos de información

CODIGO DEL INTERESADO	NOMBRE DEL INTERESADO	NECESIDADES Y REQUISITOS DE INFORMACIÓN
AA	Junta directiva GVS Construcciones	*Información sobre el inicio del proyecto *Información sobre el plan del proyecto *información sobre el estado del proyecto *Información sobre el cierre del proyecto
AB	Director del proyecto	*Información sobre el inicio del proyecto *Información sobre el plan del proyecto *Información sobre las adquisiciones del proyecto *Información sobre el plan de capacitaciones del proyecto *Información sobre las capacitaciones dictadas *información sobre el estado del proyecto *Información sobre el cierre del proyecto
AC	Departamento de ingeniería GVS Construcciones	*Información sobre el inicio del proyecto *Información sobre el plan del proyecto *Información sobre las adquisiciones del proyecto *Información sobre el plan de capacitaciones del proyecto *Información sobre las capacitaciones dictadas *información sobre el estado del proyecto *Información sobre el cierre del proyecto
AD	Departamento de compras GVS Construcciones	*Información sobre el inicio del proyecto *Información sobre el plan del proyecto *Información sobre las adquisiciones del proyecto *Información sobre el plan de capacitaciones del proyecto *Información sobre las capacitaciones dictadas *información sobre el estado del proyecto *Información sobre el cierre del proyecto
AE	Proveedor de equipos de computo	*Especificaciones técnicas y condiciones comerciales de las adquisiciones del proyecto *Requerimiento de compras de equipos *Calendario de adquisiciones del proyecto
AF	Proveedor de licencias de software	*Especificaciones técnicas y condiciones comerciales de las adquisiciones del proyecto *Requerimiento de compras de equipos *Calendario de adquisiciones del proyecto
AG	Instructor del software a implementar	*Especificaciones técnicas y condiciones comerciales de las adquisiciones del proyecto *Requerimiento de compras de equipos *Calendario de adquisiciones del proyecto

Apéndice O. Formato de solicitud de cambio

	GVS CONSTRUCCIONES	TTAC-F-018
	SOLICITUD DE CAMBIO	REV. 1
		FECHA VIG. 20/11/2020

Fecha de Solicitud:		Solicitud de Cambio No:	
Proyecto:			Código:
Título de Cambio:			
Documentos de referencia			
Origen de la Solicitud			
¿Quién solicita el cambio?			
Solicitante		Datos del solicitante	
Nombre:		Teléfono:	
Cargo:		Correo:	
1. Descripción del Cambio:			
Prioridad			
Antecedentes			
Cambio Solicitado			
Justificación			
2. Análisis del Cambio:			
¿Impacta Alcance?			

Describa el cambio en el alcance

¿Impacta tiempos?

Tiempo estimado

¿Impacta Costo?

Valor del cambio

¿Impacta a los interesados?

Describa el Impacto

¿Impacta a los documentos del proyecto?

Describa el Impacto

Describa los riesgos asociados a la solicitud de cambio presentada

Comentarios y/o Aclaraciones

3. Aprobación

¿Se aprueba el cambio?

SI

NO

Gerencia GVS Construcciones

Sponsor

Representante de Comité de control de cambios

Apéndice P. Matriz de riesgos del proyecto

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS						EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL RIESGO ACTUAL					EVALUACIÓN CUANTITATIVA				PLAN DE RESPUESTA						RIESGO RESIDUAL				RESERVA DE CONTINGENCIA TOTAL	
N o.	RIESGO (causa-riesgo-consecuencia)	TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA DE RIESGO	DISPARADOR DEL RIESGO	ETAPA DEL PROYECTO O PERIODO DE TIEMPO EN QUE SE PUEDE PRESENTAR EL RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO ACTUAL (P*I)	SEVERIDAD	BASES PARA EL ANÁLISIS DEL IMPACTO	IMPACTO EN COSTO	IMPACTO EN TIEMPO	Vr. MONETARIO ESPERADO (costo)	Vr. ESPERADO (tiempo)	ESTRATEGIA DE RESPUESTA	PLAN DE RESPUESTA	COSTO DEL PLAN DE RESPUESTA	DURACIÓN DEL PLAN DE RESPUESTA	PLAN DE CONTINGENCIA	DUEÑO DEL RIESGO	PROBABILIDAD _R	IMPACTO _R	RIESGO RESIDUAL (P _R *I _R)	SEVERIDAD	RESERVA DE CONTINGENCIA EN COSTO (VME)	RESERVA DE CONTINGENCIA EN TIEMPO
1	A causa de tener una TRM (Tasa representativa del mercado) inestable, puede ocurrir el riesgo de que se aumente el valor de las adquisiciones del proyecto (Licencias de software y equipos de cómputo), generando sobrecostos en el presupuesto.	Negativo	Externo	TRM por encima de \$ 3.254 COP	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 1)	0,9	0,8	0,72	MUY ALTO	Se proyecta un aumento en costos mayores a \$ 5'000.000 COP. Retraso en actividades del cronograma en el orden del 10 %. Se modifica el alcance del proyecto debido a sobrecostos (No se certifican competencias BIM en miembros del departamento de ingeniería de GVS)	\$ 6.920.000	5	\$ 6.228.000	5	MITIGAR	Se realiza un acuerdo contractual con el proveedor de equipos de cómputo con un valor de la TRM de \$ 3254 COP. Adicional se contrata una póliza para mantener el valor de la adquisición. En el presente plan de respuesta tendrá participación la dirección del proyecto de manera directa con los proveedores asociados. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 2.000.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,3	0,1	0,03	MUY BAJO	\$ 1.868.400,0	1,350
12	Debido a la no existencia de personal calificado en herramientas BIM en la región, se puede presentar que no se tenga respaldo en caso de una renuncia por parte del instructor del software	Negativo	Externo	Renuncia del instructor de capacitaciones	Programa de capacitaciones (semana 4)	0,9	0,8	0,72	MUY ALTO	Se proyecta un aumento en costos mayores a \$ 5'000.000 COP. Retraso en actividades del cronograma en el orden del 10 %. Se podría modificar el alcance del proyecto debido a la falta de un instructor de	\$ 5.120.000	5	\$ 4.608.000	5	EVITAR	La dirección del proyecto emite una cláusula de permanencia contractual al personal que realizará el proceso de capacitaciones, en caso de una renuncia por fuerza mayor el instructor de capacitaciones debe tener un respaldo. El	\$ 300.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,7	0,2	0,14	MEDIO	\$ 3.225.600,0	0,630

									capacitaciones y se eliminaría el entregable 1.3 disminuyendo de manera drástica el alcance del proyecto						riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.											
7	A causa de presentar tiempos de entrega inadecuados por parte de los proveedores de equipos de cómputo, se pueden presentar retrasos en las actividades 1.1.3.1 y 1.1.3.2, impactando de manera significativa el cronograma del proyecto	Negativo	Comercial	Retraso en tiempo de entrega mayor a 2 días	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 2)	0,5	0,8	0,4	ALTO	Se proyectan sobrecostos por encima de \$ 2'500.000 COP. Afectación en la ruta crítica del proyecto en el orden del 6%. Se podrían generar sobrecostos en transporte para recepción de equipos por parte de GVS, modificando el alcance del proyecto generando entregables adicionales (Plan de recepción de adquisiciones)	\$ 2.507.458	3	\$ 1.253.729	2	MITIGAR	La dirección del proyecto emite una cláusula en la contratación que indique que no se admiten retrasos en las entregas pactadas en fechas indicadas. Tendrá participación directa la dirección del proyecto con los proveedores asociados al entregable 1.1. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 200.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,3	0,5	0,15	MEDIO	\$ 376.118,7	0,225
6	A causa de presentar tiempos inadecuados de respuesta de parte de proveedores para presentar ofertas comerciales, se pueden generar retrasos en la actividad 1.1.2.1, impactando de manera significativa en el cronograma del proyecto	Negativo	Comercial	Retraso de 2 días en la presentación de ofertas comerciales	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 2)	0,5	0,8	0,4	ALTO	Se proyectan sobrecostos por encima de \$ 2'500.000 COP. Afectación en la ruta crítica del proyecto en el orden del 6%. Se puede ver afectado el alcance del proyecto debido a sobrecostos generados modificando la certificación de competencias BIM	\$ 2.560.100	3	\$ 1.280.050	2	EVITAR	El plan de adquisiciones del proyecto establece fechas límites para recepción de ofertas comerciales a proveedores, las cuales serán comunicadas de manera formal al momento de tener contacto comercial con los mismos. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 200.000	1,00	N/A	Compras GVS	0,3	0,1	0,03	MUY BAJO	\$ 384.015,0	0,450

2	Debido a la contingencia internacional (COVID-19), se puede presentar el riesgo de que se presenten tiempos de importaciones mayores a lo estipulado en cronograma, generando retrasos significativos en las actividades 1.1.1.1, 1.1.1.2, 1.1.2.1 y 1.1.2.2, las cuales hacen parte de la ruta crítica del proyecto	Negativo	Externo	Tiempos de importación mayores a 6 días calendario	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 1)	0,9	0,4	0,36	ALTO	Se proyectan sobrecostos por encima de \$ 2'500.000 COP. Afectación en la ruta crítica del proyecto en el orden del 6%. Se puede ver afectado el alcance del proyecto debido a sobrecostos generados modificando la certificación de competencias BIM.	\$ 2.500.000	6	\$ 2.250.000	5	ACEPTAR	Se acepta el riesgo de manera activa, se le realizará monitoreo de manera continua a esta amenaza	\$ 0	0,00	N/A	Director del proyecto	0,9	0,4	0,36	ALTO	\$ 2.250.000,0	5,400
11	Debido a la no aprobación del examen de certificación de parte de los miembros del departamento de ingeniería de GVS Construcciones, se podría generar un reproceso (Presentar nuevamente el examen de certificación), afectando el cronograma del proyecto generando tiempos adicionales para la puesta en marcha	Negativo	Gestión	Calificación por debajo de 7/10 en examen de certificación en competencias BIM, por parte de los miembros del departamento de ingeniería de GVS	Programa de capacitaciones (semana 4)	0,3	0,8	0,24	ALTO	Se estiman sobrecostos por encima de \$ 2'500.000, debido a la no aprobación del examen que certifica competencias BIM documento esencial para la puesta en marcha del software. Se modifica el alcance del proyecto, al no realizar ejercicios prácticos para la puesta en marcha del software, impactando el entregable 1.3. Los retrasos generados se estiman en 6% del cronograma debido a que las actividades hacen parte de la ruta crítica	\$ 2.480.960	4	\$ 744.288	1	EVITAR	La dirección del proyecto tiene como plan implementar un número de horas adicionales en capacitaciones en puntos específicos de la evaluación a presentar para el departamento de ingeniería para obtener certificación de competencias de softwares BIM. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 400.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,3	0,1	0,03		\$ 223.286,4	0,360

9	A causa de un rendimiento inadecuado y por debajo del estándar de tarjeta gráfica, procesador y memoria RAM, se pueden presentar retrasos en los programas de capacitacion es para herramientas bien, generando tiempos adicionales en cronograma	Negativo	Técnico	Rendimiento por debajo del 80 % en componentes de hardware en puesta en marcha	Pruebas y sondeos de equipos de cómputo	0,3	0,8	0,24	ALTO	Retrasos en el inicio de la etapa de capacitacion es en herramientas BIM, puede generar modificación en el alcance del proyecto debido a que no se generarían los mismos paquetes de ingeniería con rendimientos inadecuados . Sobrecostos generados en el orden de \$ 2'500.000 COP. Afectación de ejecución del cronograma del 6%	\$ 2.590.000	1	\$ 777.000	0	EVITAR	La dirección del proyecto solicitará respaldo al proveedor con cambio de elementos que tienen rendimientos inadecuados esto con la finalidad de tener una correcta ejecución de los componentes y toolboxes del software a implementar. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 200.000	1,00	N/A	Ingeniería GVS	0,3	0,2	0,06	BAJO	\$ 233.100,0	0,090
10	A causa de la falta de detalle en especificaciones técnicas emitidas para adquirir software BIM, se pueden generar retrasos en la adquisición del software para generar ingeniería de detalle, impactando de manera significativa el cronograma del proyecto	Negativo	Gestión	Adquisición del software con toolboxes insuficientes para generar ingeniería de detalle	Adquisición de software semana 2	0,3	0,8	0,24	ALTO	Retrasos en la emisión de especificaciones técnicas del proyecto afectando la ruta crítica del mismo en un orden mayor al 6% la ejecución del cronograma. Sobrecostos estimados en el orden del \$ 2'500.000 COP	\$ 2.590.000	1	\$ 777.000	0	MITIGAR	La dirección del proyecto optará por buscar asesoría de un tercero para la emisión de las especificaciones técnicas. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 300.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,1	0,1	0,01	MUY BAJO	\$ 7.770,0	0,030

13	A causa de la elaboración de planes de gestión basados en planes de otros proyectos o dejar planes incompletos, se puede presentar una gestión inadecuada del proyecto, generando impactos en las restricciones del mismo	Negativo	Gestión	CPI < 0.8 SPI < 0.8	Durante el ciclo de vida del proyecto	0,1	0,8	0,08	MEDIO	Impacta todas las restricciones del proyecto Cronograma = retrasos mayores a la tolerancia a los riesgos Costos= mayores a \$ 2'500.000 COP Alcance= Se podría afectar por sobrecostos del proyecto	\$ 3.000.000	4	\$ 300.000	0	MITIGAR	La dirección del proyecto contactará a un tercero con la finalidad de tener asesoría para elaborar un plan de gestión del proyecto. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 800.000	2,00	N/A	Director del proyecto	0,2	0,1	0,02	MUY BAJO	\$ 60.000,0	0,080
14	A causa de la poca comprensión de la matriz de comunicaciones y/o comunicaciones fundamentadas en la informalidad, se puede presentar una gestión inadecuada del plan de comunicaciones del proyecto, impactando el flujo de comunicaciones entre los interesados del proyecto	Negativo	Gestión	2 o más no conformidad es en registros de comunicaciones del proyecto	Durante el ciclo de vida del proyecto	0,1	0,8	0,08	MEDIO	Impacta todas las restricciones del proyecto Cronograma = retrasos mayores a la tolerancia al riesgo Costos= mayores a \$ 2'500.000 COP Alcance= Se podría afectar por sobrecostos del proyecto	\$ 2.900.000	3	\$ 290.000	0	MITIGAR	La dirección del proyecto ha optado por tener asesoría para elaborar un plan de gestión de comunicaciones del proyecto. El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 300.000	1,00	N/A	Director del proyecto	0,2	0,1	0,02	MUY BAJO	\$ 58.000,0	0,060
15	A causa de la falta de responsabilidad en el personal asignado para el seguimiento y monitoreo del proyecto y/o múltiples funciones y carga laboral pesada que impiden realizar el seguimiento y monitoreo, se puede presentar ineficiencia en costos y cronograma llevando al proyecto a no tener los beneficios	Negativo	Gestión	CPI < 0.8 SPI < 0.8	Durante el ciclo de vida del proyecto	0,1	0,8	0,08	MEDIO	Impacta todas las restricciones del proyecto Cronograma = retrasos mayores a la tolerancia al riesgo Costos= mayores a \$ 2'500.000 COP Alcance= Se podría afectar por sobrecostos del proyecto	\$ 2.800.000	4	\$ 280.000	0	MITIGAR	Se procede a efectuar recursos adicionales para la dirección del proyecto (Contratación de un asistente de proyecto cuando se requiera). El riesgo será monitoreado acorde al plan de riesgos del proyecto.	\$ 400.000	3,00	N/A	Director del proyecto	0,2	0,1	0,02	MUY BAJO	\$ 56.000,0	0,080

8	Debido a entregas parciales de equipos de cómputo por parte del proveedor, se pueden presentar retrasos en las actividades 1.1.3.1 y 1.1.3.2, impactando en tiempos adicionales el cronograma del proyecto.	Negativo	Comercial	Entregas parcializadas con 2 días de diferencia entre las mismas	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 2)	0,3	0,1	0,03	MUY BAJO	Retrasos en las actividades 1.1.3.1 y 1.1.3.2, Instalación adecuada de equipos de cómputo y pruebas y sondeos a los mismos. Impacta en el inicio de la etapa de capacitaciones del proyecto. Retrasos en el orden de 2 días	\$ 1.550.000	2	\$ 465.000	1	ACEPTAR	Se acepta el riesgo de manera activa, se le realizará monitoreo de manera continua a esta amenaza	\$ 0	0,00	N/A	Director del proyecto	0,1	0,1	0,01	MUY BAJO	\$ 465.000	0,600
5	Debido a la falta de base de datos que registre proveedores de equipos de cómputo y licencias de software, se pueden presentar retrasos en las actividades 1.1.2.1 y 1.1.2.2 de la ruta crítica del proyecto, generando tiempos y costos adicionales para el proyecto	Negativo	Gestión	Retraso de 2 días en el contacto con proveedores	Etapas de adquisiciones del proyecto (Semana 2)	0,1	0,2	0,02	MUY BAJO	Impacto en la ruta crítica del proyecto, generando sobrecostos en el orden de \$ 2.000.000 COP afectando el entregable 1.1 Retraso de 1 día.	200.000	0,5	\$ 20.000	0	ACEPTAR	Se acepta el riesgo de manera activa, se le realizará monitoreo de manera continua a esta amenaza	\$ 0	0,00	N/A	Director del proyecto	0,1	0,2	0,02	MUY BAJO	\$ 20.000	0,050

RESERVA DE CONTINGENCIA PRELIMINAR	\$ 19.363.813	21	PLAN DE RESPUESTA	\$ 5.300.000	14	RESERVA DE CONTINGENCIA FINAL	\$ 9.282.036	9,515
	costo	tiempo		ADICIÓN PRESUPUESTO	ADICIÓN CRONOGRAMA		costo	tiempo

Apéndice R. Estrategias de riesgos

IMPACTO	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	ESTRATEGIA	COMENTARIO
Muy alto (80 %) Alto (40%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Mitigar	Para riesgos con impactos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MUY ALTAS /ALTAS de ocurrencia, se opta por MITIGAR cuando el plan de respuesta tiene un costo menor que el impacto generado por el riesgo en el proyecto. Adicional el plan de respuesta debe generar riesgos residuales con menor impacto y probabilidad. Esta estrategia será implementada con riesgos asociados a la gestión del proyecto
Muy alto (80 %) Alto (40%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Evitar	Para riesgos con impactos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MUY ALTAS /ALTAS de ocurrencia, se opta por EVITAR cuando el plan de respuesta tiene un costo menor que el impacto generado por el riesgo en el proyecto. Adicional el plan de respuesta debe generar riesgos residuales con menor impacto y probabilidad. Esta estrategia será implementada con riesgos asociados a las adquisiciones del proyecto
Muy alto (80 %) Alto (40%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Aceptar	Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MUY ALTAS /ALTAS de ocurrencia Se opta por ACEPTAR cuando al evaluar el plan de respuesta tiene un costo MAYOR al impacto que genera el riesgo en el proyecto.

			Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MUY ALTAS /ALTAS de ocurrencia, se opta por ACEPTAR cuando evitar o mitigar el riesgo está por fuera del alcance de la organización. Asociado a riesgos externos
Muy alto (80 %) Alto (40%)	50 % Media	Mitigar	Para riesgos con impactos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia, se opta por MITIGAR cuando al evaluar la implementación del plan de respuesta, se tiene que este tiene un costo menor al impacto que genera el riesgo en el proyecto y este generará riesgos residuales con impactos menores.
Muy alto (80 %) Alto (40%)	50 % Media	Evitar	Para riesgos con impacto MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia se opta por EVITAR cuando al implementar planes de respuesta para los mismos se tienen riesgos residuales con impactos MUY BAJOS sobre las restricciones del proyecto.
Muy alto (80 %) Alto (40%)	50 % Media	Aceptar	Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia Se opta por ACEPTAR cuando al evaluar el plan de respuesta, este tiene un costo MAYOR al impacto que genera el riesgo en el proyecto.
			Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia, se opta por ACEPTAR cuando evitar o mitigar el riesgo está por

			fuera del alcance de la organización. Asociado a riesgos externos.
Muy alto (80 %) Alto (40%)	Baja (30 %) Muy baja (10 %)	Mitigar	Para riesgos con impactos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades BAJAS/MUY BAJAS de ocurrencia, se opta por MITIGAR cuando al evaluar el plan de respuesta, se tiene que este tiene un costo menor al impacto que genera el riesgo en el proyecto.
Muy alto (80 %) Alto (40%)	Baja (30 %) Muy baja (10 %)	Evitar	Para riesgos con impacto MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia se opta por EVITAR cuando al implementar planes de respuesta para los mismos se tienen riesgos residuales con impactos MUY BAJOS sobre las restricciones del proyecto.
Muy alto (80 %) Alto (40%)	Baja (30 %) Muy baja (10 %)	Aceptar	Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia Se opta por ACEPTAR cuando al evaluar el plan de respuesta, este tiene un costo MAYOR al impacto que genera el riesgo en el proyecto.
			Para riesgos MUY ALTOS/ALTOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia, se opta por ACEPTAR cuando evitar o mitigar el riesgo está por fuera del alcance de la organización. Asociado a riesgos externos

Moderado (20%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Mitigar	Para riesgos con impactos MODERADOS con probabilidades MUY ALTAS /ALTAS de ocurrencia, se opta por MITIGAR cuando el plan de respuesta tiene un costo menor que el impacto generado por el riesgo en el proyecto. Adicional el plan de respuesta debe generar riesgos residuales con menor impacto y probabilidad.
Moderado (20%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Evitar	Para riesgos con impacto MODERADO con probabilidades MUY ALTAS/ALTAS de ocurrencia se opta por EVITAR cuando al implementar planes de respuesta para los mismos se tienen riesgos residuales con impactos MUY BAJOS sobre las restricciones del proyecto.
Moderado (20%)	70% Probabilidad alta 90% Probabilidad muy alta	Aceptar	Para riesgos con impactos MODERADOS con probabilidades MUY ALTAS/ALTAS de ocurrencia Se opta por ACEPTAR cuando al evaluar el plan de respuesta, este tiene un costo MAYOR al impacto que genera el riesgo en el proyecto.
			Para riesgos MODERADOS con probabilidades MUY ALTAS/ALTAS de ocurrencia, se opta por ACEPTAR cuando evitar o mitigar el riesgo está por fuera del alcance de la organización. Asociado a riesgos externos

Moderado (20%)	50 % Media	Mitigar	Para riesgos con impactos MODERADOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia, se opta por MITIGAR cuando el plan de respuesta tiene un costo menor que el impacto generado por el riesgo en el proyecto. Adicional el plan de respuesta debe generar riesgos residuales con menor impacto y probabilidad
Moderado (20%)	50 % Media	Evitar	Para riesgos con impacto MODERADO con probabilidades MEDIAS de ocurrencia se opta por EVITAR cuando al implementar planes de respuesta para los mismos se tienen riesgos residuales con impactos MUY BAJOS sobre las restricciones del proyecto
Moderado (20%)	50 % Media	Aceptar	Para riesgos con impactos MODERADOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia Se opta por ACEPTAR cuando al evaluar el plan de respuesta, este tiene un costo MAYOR al impacto que genera el riesgo en el proyecto.
			Para riesgos MODERADOS con probabilidades MEDIAS de ocurrencia, se opta por ACEPTAR cuando evitar o mitigar el riesgo está por fuera del alcance de la organización

Moderado (20%)	Baja (30 %) Muy baja (10 %)	Aceptar	Se aceptan riesgos de manera activa, estos serán monitoreados acorde al plan de gestión de riesgos del proyecto.
Bajo (10%) Muy bajo (5%)	90% Probabilidad muy alta 70% Probabilidad alta 50% Moderada Baja 10% Muy baja 10%	Aceptar	Se aceptan riesgos de manera activa, estos serán monitoreados acorde al plan de gestión de riesgos del proyecto

Tabla 1. Estrategia de riesgos- fuente de elaboración propia

Apéndice S. Umbrales de indicadores de valor ganado

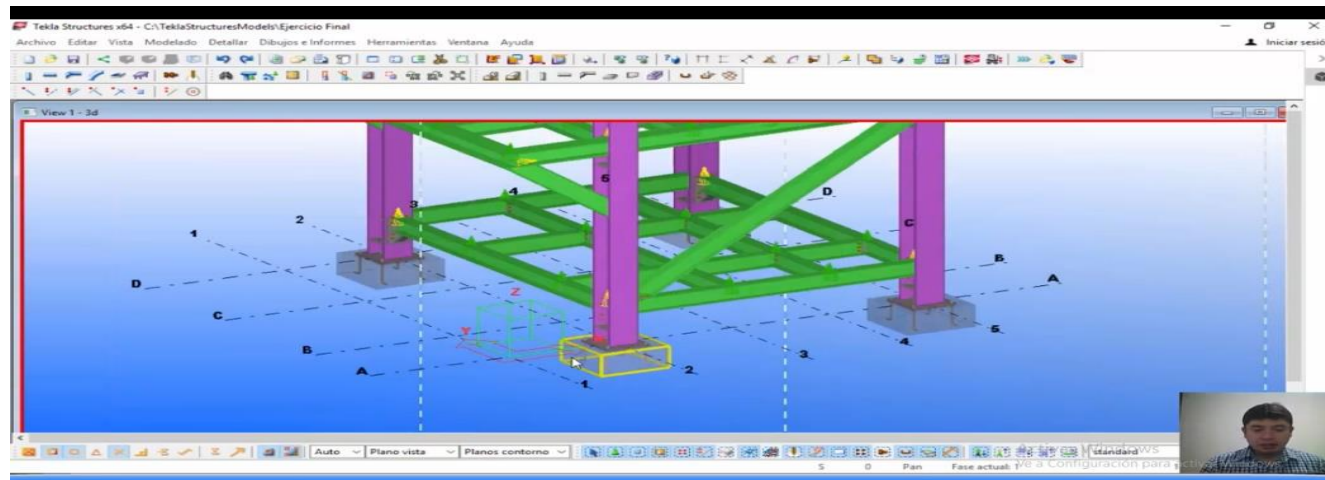
TIPO	INDICADOR	UMBRAL	QUE PASA SÍ	PERIODICIDAD	ESTRATEGIAS, RECOMENDACIONES, COMENTARIOS
COSTO	BAC	\$ 158,238,740	N/A	1 vez (Al inicio)	Se ha incluido en el presupuesto una reserva de contingencia y gestión con la finalidad de mitigar cualquier sobre costo presentado
COSTO	PV		N/A	1 vez (Al inicio)	Se recomienda construcción de tabla para identificación del PV acumulado a lo largo del proyecto
COSTO	AC	$AC = PV$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda construir cronograma de costos y presentar costos acumulados de manera semanal
		$AC > 105\% PV$	El director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones 		
		$AC > 105 < 110 \%$	Se suspende el proyecto para analizar alternativas de financiar nuevos costos 		
COSTO	EV	$EV = 99\% PV$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal graficas donde se represente la Curva EV , AC, PV
		$EV > 90\% PV < 99\% PV$	El director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$EV < 90\%$	Se suspende el proyecto para analizar alternativas de financiar nuevos costos. 		
INDICE	CPI	$CPI > 99 \%$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal tabla de

		$CPI > 90\% < 99\%$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		indicadores donde se incluya CPI
		$85\% < CPI$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
INDICE	SPI	$SPI > 99\%$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal tabla de indicadores donde se incluya SPI
		$SPI > 90\% < 99\%$	El director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$85\% < SPI$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
VARIACIÓN	CV	$CV = 0$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda construir tabla donde se incluya el CV para que el equipo del proyecto esté atento a las variaciones
		$CV > 0 < -\$1.598.371$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones 		
		$CV < -\$1.598.371$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
VARIACIÓN	SV	$SV = 0$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda construir tabla donde se incluya el SV para que el equipo del proyecto esté atento a las variaciones
		$SV > 0 < -\$1.598.371$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$SV < -\$1.598.371$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		

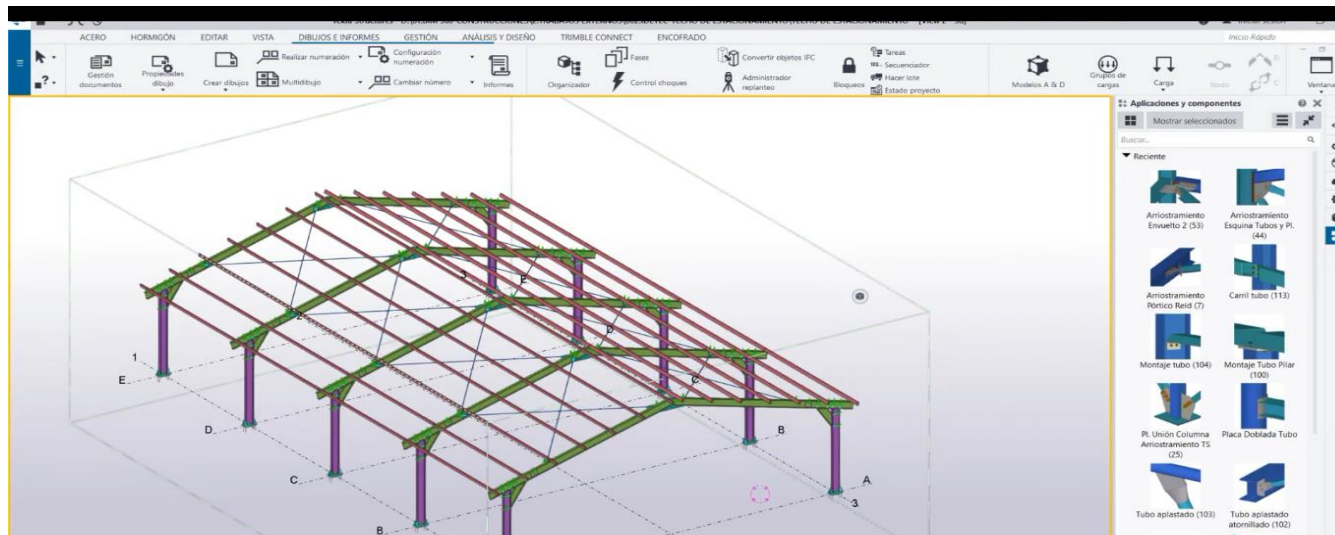
INDICE	CSI	$CSI > 99 \%$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal tabla de indicadores donde se incluya CSI
		$CSI > 99\% < 90 \%$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$CSI < 90 \%$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
INDICE	EAC	$EAC = \$ 158.238.740$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal tabla de indicadores donde se incluya EAC Proyectado acorde a los avances semanales del proyecto
		$EAC > \$159.821.127$ $< \$ 166.150.677$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$EAC > \$ 166.150.677$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
VARIACIÓN	ETC	$ETC = BAC - (PV * 1)$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda construir tabla donde se incluya el ETC para que el equipo del proyecto esté atento a las variaciones
		$ETC = BAC - PV * 1.05$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$ETC = BAC - PV * 1.10$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
VARIACION	VAC	$VAC = 0$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda construir tabla donde se incluya el VAC para que el equipo del proyecto esté atento a las variaciones
		$EAC > \$ 1.598.371$ $< \$ 17.582.082$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		

		$EAC > \$ 17.582.082$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		
INDICE	TCPI	$TCPI = 85\%$	Aceptar 	Semanal	Se recomienda presentar en el informe semanal tabla de indicadores donde se incluya CPI
		$TCPI > 85\% < 105\%$	El Director de del proyecto convoca al comité de control integrado de cambios para evaluar alternativas de solución y tomar acciones. 		
		$TCPI > 105\%$	Se suspende el proyecto para evaluar alternativas de solución. 		

Apéndice T Registro de capacitaciones

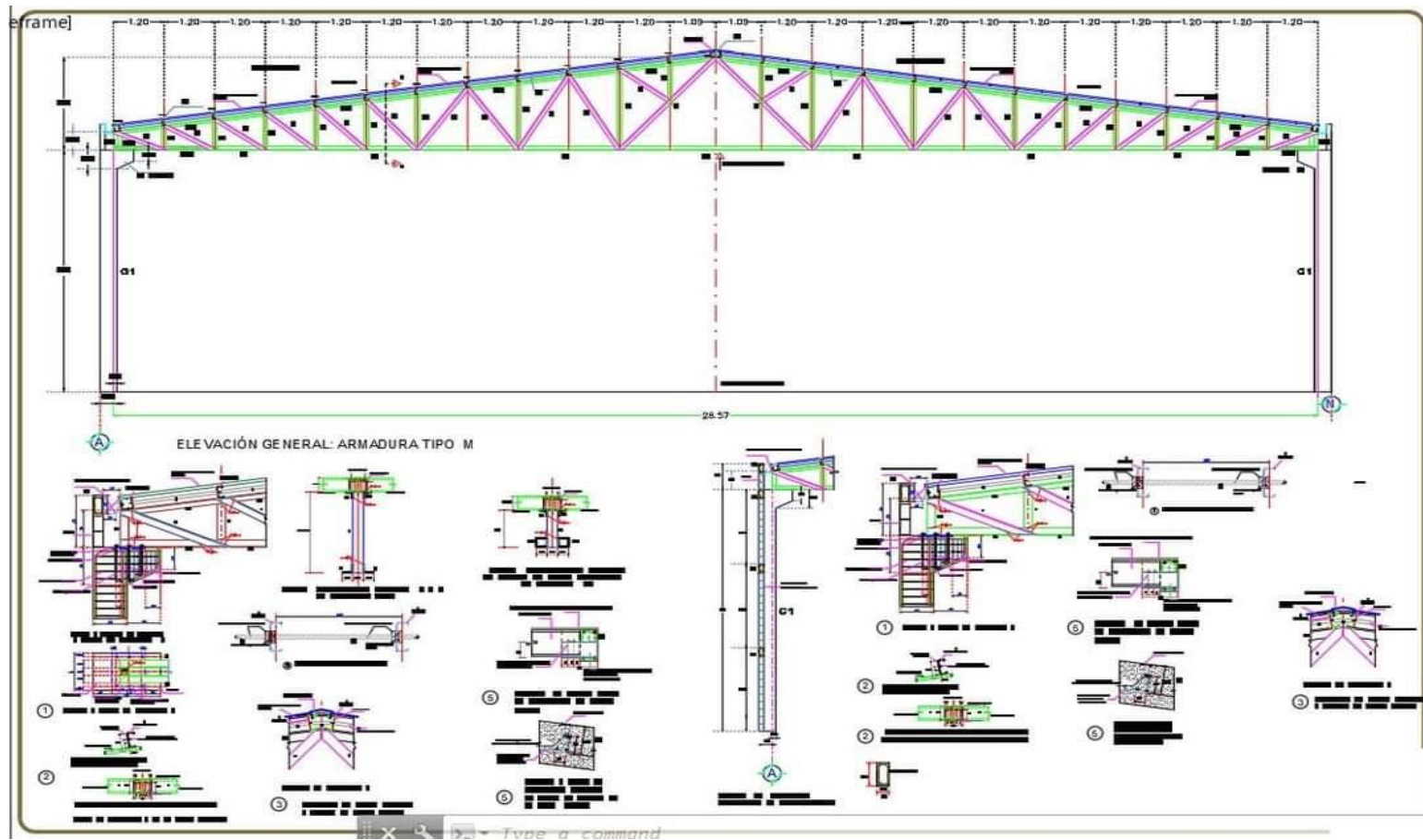


Generación de plan de montaje- Clase On line



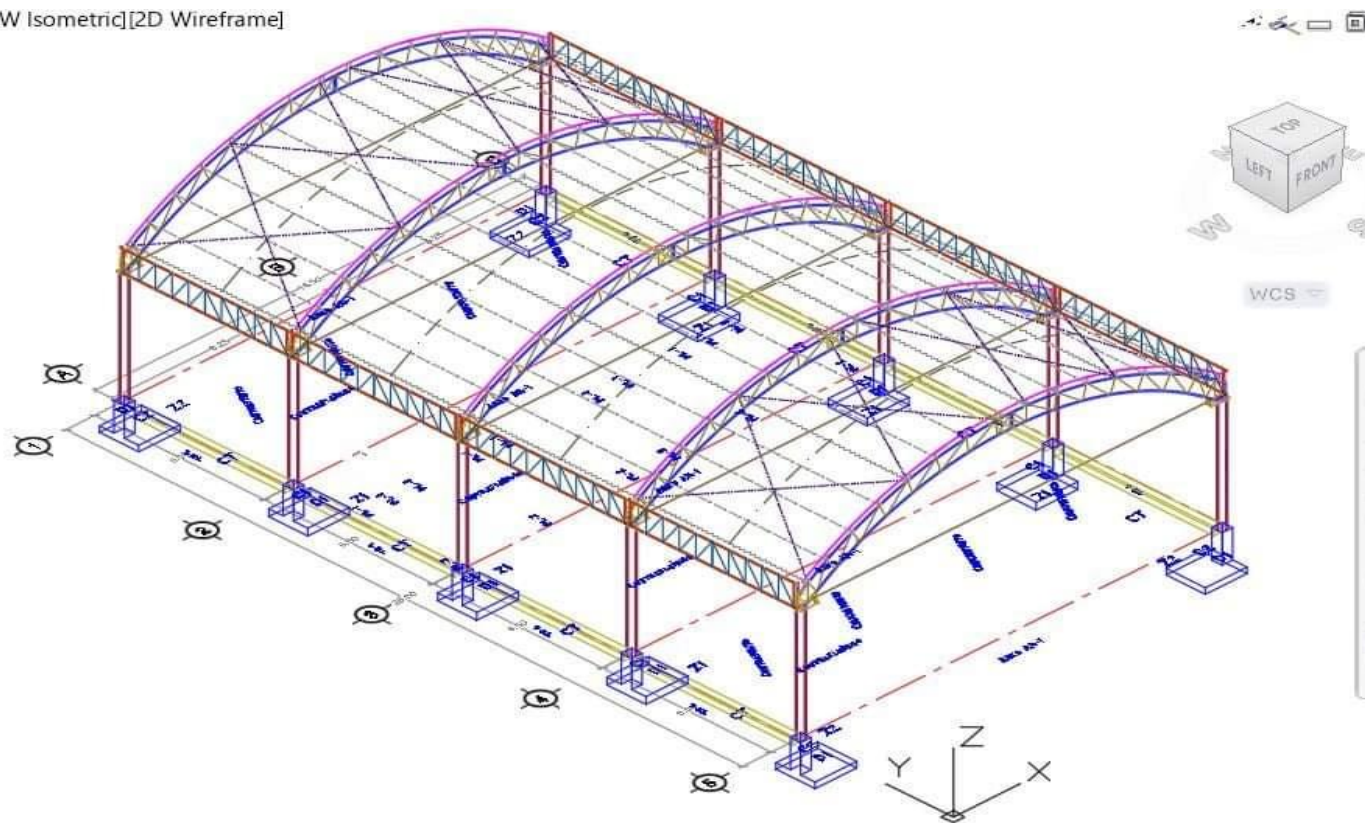
Generación de planos de montaje- Clase On line

Apéndice U Planos Gerados



Plano generado- exportado a AutoCAD 2017, Diseño de conexión Pernadas- Clase On line

[SW Isometric][2D Wireframe]



Plano generado- exportado a AutoCAD 2017, Diseño de conexión Pernadas- Clase On line