

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Análisis y propuestas de mejora de los procesos de ingeniería de una empresa dedicada a la reparación mecánica

Autor: Miguel Ruiz Arenas

Tutor: Fernando Fernández Machuca

**Departamento de Organización Industrial y Gestión
de Empresas I**
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, septiembre de 2019



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Análisis y propuestas de mejora de los procesos de ingeniería de una empresa dedicada a la reparación mecánica

Autor:

Miguel Ruiz Arenas

Tutor:

Fernando Fernández Machuca

Profesor asociado

Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas I

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, septiembre de 2019

Trabajo Fin de Grado: Análisis y propuestas de mejora de los procesos de ingeniería de una empresa dedicada a la reparación mecánica

Autor: Miguel Ruiz Arenas

Tutor: Fernando Fernández Machuca

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, septiembre de 2019

El Secretario del Tribunal

AGRADECIMIENTOS

Agradecer, en primer lugar, a mi familia, que me han apoyado todos estos años, haciendo posible que haya llegado hasta aquí hoy. A todas las personas que siempre han estado a mi lado y han confiado en mí.

Por otra parte, dar las gracias a la empresa que me ha facilitado toda la información y a mi tutor, Fernando Fernández, por apoyarme en todo momento.

RESUMEN

El objetivo del trabajo que se presenta en este documento es analizar y mejorar el proceso principal de una empresa dedicada a la reparación y modificación de grúas en puertos. El punto de partida comienza con una introducción sobre los objetivos a lograr con la realización de este proyecto. Seguidamente, se facilitan datos y se introduce brevemente en el capítulo 2 a los detalles de la empresa objeto de estudio. Esto servirá para entender mejor los procesos que se tratarán más adelante.

Para un mejor entendimiento, se profundizará en el capítulo 3 sobre la metodología utilizada: “Modelado de Procesos de Negocio (Business Process Modeling)”, enmarcada dentro de la metodología Business Process Management, para llevar a cabo el análisis del caso práctico. Además, se incluye información sobre el software utilizado para montar los diagramas de los procesos y la simulación: Bizagi.

De esta manera, se detalla en el capítulo 4 el contenido práctico del trabajo, describiendo el proceso principal con las técnicas que sugiere BPM para plasmar de manera eficiente el modelo. Tras ello, se expone el objeto, alcance, descripción de actividades y diagramas de flujo de cada uno de los subprocesos identificados.

Posteriormente se procede a analizar el modelo mediante el uso de técnicas consideradas para ello, influenciadas tanto de las herramientas Lean Management, como de sugerencias de ciertos autores para identificar posibles puntos mejorables a nuestro modelo. Con ello y los datos recogidos de simulación, se señalan los puntos débiles de los modelos.

El trabajo acaba proponiendo en el capítulo 5 acciones correctoras a dichos problemas, así como el modelado y simulación de las mismas, mostrando finalmente la mejora que se alcanza y una comparativa entre ellas.

Al final quedan recogidas las conclusiones que se obtienen del trabajo realizado y se incluyen una serie de consideraciones sobre aspectos que pueden constituir ampliaciones futuras.

ABSTRACT

The objective of the work presented in this document is to analyze and improve the main process of a company dedicated to the repair and modification of cranes in ports. The starting point begins with an introduction on the objectives to be achieved with the completion of this project. Next, data are provided and the details of the company under study are briefly introduced in Chapter 2. This will serve to better understand the processes that will be discussed later.

For a better understanding, chapter 3 will be deepened on the methodology used: “Business Process Modeling”, framed within the Business Process Management methodology, to carry out the analysis of the case study. In addition, information about the software used to assemble the process diagrams and the simulation is included: Bizagi.

In this way, the practical content of the work is detailed in Chapter 4, describing the main process with the techniques suggested by BPM to efficiently capture the model. After that, the object, scope, description of activities and flowcharts of each of the identified threads are exposed.

Subsequently, we proceed to analyze the model through the use of techniques considered for this, influenced by both the Lean Management tool, and suggestions of certain authors to identify possible points that can be improved to our model. With this and the data collected from simulation, the weak points of the models are indicated.

The work ends up proposing in Chapter 5 corrective actions to these problems, as well as their modeling and simulation, finally showing the improvement achieved and a comparison between them.

In the end, the conclusions obtained from the work carried out are collected and a series of considerations are included on aspects that may constitute future extensions.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	vii
Resumen	ix
Abstract	xi
Índice de contenidos	xiii
Índice de tablas	xv
Índice de figuras	xix
1 Objeto del trabajo	21
2 Descripción de la empresa	23
3 Técnica de modelado de procesos de negocio	27
3.1 <i>Introducción al BPM</i>	27
3.2 <i>Metodología BPMN</i>	29
3.3 <i>Bizagi Process Modeler, vista de simulación</i>	34
3.4 <i>Herramientas de mejora de procesos</i>	37
4 Análisis del proceso	39
4.1 <i>Descripción del proceso</i>	39
4.2 <i>Modelo as is</i>	41
4.2.1 <i>Procesos y subprocesos</i>	41
4.2.2 <i>Tareas identificadas en los procesos</i>	46
4.2.3 <i>Bifurcaciones</i>	70
4.2.4 <i>Timers</i>	75
4.2.5 <i>Modelo Bizagi</i>	76
4.2.6 <i>Verificación/validación del modelo</i>	85
4.2.7 <i>Análisis estático del modelo</i>	85
4.2.8 <i>Registro de problemas</i>	88
4.2.9 <i>Análisis dinámico del modelo</i>	91
5 Propuestas de mejora	97
5.1 <i>Detalle de propuestas de mejora</i>	97
5.2 <i>Selección de propuestas</i>	104
5.3 <i>Comparación del resultado de las propuestas</i>	106
6 Conclusiones y posibles ampliaciones futuras del trabajo	109
7 Anexos	111
<i>Anexo 1: Resultados de la simulación con los parámetros iniciales</i>	111
<i>Anexo 2: Actividades en las que participa el Ingeniero de calidad y diseño que presentan unos elevados tiempos de espera</i>	112
<i>Anexo 3: Estimación del impacto que generan cada una de las propuestas sobre los factores del Cuadrilátero del Diablo</i>	113
<i>Anexo 4: Representación de los subprocesos tras aplicar las propuestas de mejora</i>	114
8 Glosario de términos	121
9 Bibliografía	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha del subproceso Elaborar el presupuesto	42
Tabla 2: Ficha del subproceso Elaborar la parte técnica del presupuesto	43
Tabla 3: Ficha del subproceso Consultar suministros con proveedores	43
Tabla 4: Ficha del subproceso Aprobar internamente el presupuesto	44
Tabla 5: Ficha del subproceso Asignar responsables de las áreas para el proyecto	44
Tabla 6: Ficha del subproceso Elaborar el proyecto	45
Tabla 7: Ficha del subproceso Ejecutar los trabajos del proyecto	45
Tabla 8: Ficha del subproceso Entregar el resultado del proyecto al cliente	46
Tabla 9: Ficha de la actividad Recibir y valorar la propuesta	47
Tabla 10: Ficha de la actividad Gestionar oferta	47
Tabla 11: Ficha de la actividad Iniciar documentación del presupuesto	48
Tabla 12: Ficha de la actividad Comunicar al cliente fecha de presentación de la oferta	48
Tabla 13: Ficha de la actividad Recabar información identificativa del cliente	49
Tabla 14: Ficha de la actividad Analizar especificaciones solicitadas	49
Tabla 15: Ficha de la actividad Resolver dudas sobre los requerimientos del cliente	50
Tabla 16: Ficha de la actividad Definir alcance de la oferta	50
Tabla 17: Ficha de la actividad Definir procedimientos preliminares	51
Tabla 18: Ficha de la actividad Estimar materiales y medios necesarios	51
Tabla 19: Ficha de la actividad Realizar cálculos y planos preliminares	52
Tabla 20: Ficha de la actividad Aclarar dudas con el cliente sobre sus requerimientos	52
Tabla 21: Ficha de la actividad Realizar documentación técnica preliminar	53
Tabla 22: Ficha de la actividad Aprobar documentación técnica preliminar	53
Tabla 23: Ficha de la actividad Elaborar formulario de necesidades	54
Tabla 24: Ficha de la actividad Detallar condiciones con proveedores	54
Tabla 25: Ficha de la actividad Seleccionar proveedores	55
Tabla 26: Ficha de la actividad Elaborar la oferta formal al cliente	55
Tabla 27: Ficha de la actividad Valorar la oferta por el Responsable de delegación	56
Tabla 28: Ficha de la actividad Reajustar el presupuesto	56
Tabla 29: Ficha de la actividad Enviar oferta al cliente	57
Tabla 30: Ficha de la actividad Evaluar respuesta del cliente	57
Tabla 31: Ficha de la actividad Asignar recursos del proyecto	58
Tabla 32: Ficha de la actividad Realizar lista de entregables para la ejecución del proyecto	58
Tabla 33: Ficha de la actividad Realizar reunión interna de lanzamiento	59
Tabla 34: Ficha de la actividad Realizar estimación preliminar de costes	59
Tabla 35: Ficha de la actividad Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa	60

Tabla 36: Ficha de la actividad Elaborar internamente cálculos técnicos	60
Tabla 37: Ficha de la actividad Elaborar internamente planos técnicos en detalle	61
Tabla 38: Ficha de la actividad Elaborar internamente procedimientos sobre la logística	61
Tabla 39: Ficha de la actividad Definir lista de entregables a la subcontrata de ingeniería	62
Tabla 40: Ficha de la actividad Revisar cálculos de las subcontratas de Ingeniería	62
Tabla 41: Ficha de la actividad Organizar los recursos para la ejecución del proyecto	63
Tabla 42: Ficha de la actividad Solicitar personal y equipos para la ejecución del proyecto	63
Tabla 43: Ficha de la actividad unificar la documentación técnica	64
Tabla 44: Ficha de la actividad Gestionar la compra de materiales para la ejecución del proyecto	64
Tabla 45: Ficha de la actividad Asignar recursos para el manejo de equipos	65
Tabla 46: Ficha de la actividad Elaborar programa de puntos de inspección	65
Tabla 47: Ficha de la actividad Realizar controles de fabricación a materiales comprados	66
Tabla 48: Ficha de la actividad Transportar materiales y equipos a obra	66
Tabla 49: Ficha de la actividad Ejecutar los trabajos proyectados	67
Tabla 50: Ficha de la actividad Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra	67
Tabla 51: Ficha de la actividad Concertar cierre del proyecto con el cliente	68
Tabla 52: Ficha de la actividad Revisar resultado de los trabajos con el cliente	68
Tabla 53: Ficha de la actividad Reparar incidencias relevantes	69
Tabla 54: Ficha de la actividad Reparar incidencias menores	69
Tabla 55: Ficha de la bifurcación ¿Nos interesa elaborar el presupuesto?	70
Tabla 56: Ficha de la bifurcación ¿Nuevo cliente?	70
Tabla 57: Ficha de la bifurcación ¿Existen dudas sobre la propuesta?	71
Tabla 58: Ficha de la bifurcación ¿Existen dudas sobre la parte técnica?	71
Tabla 59: Ficha de la bifurcación ¿Lo aprueba el Jefe de ingeniería?	71
Tabla 60: Ficha de la bifurcación ¿Cómo es la envergadura del proyecto?	72
Tabla 61: Ficha de la bifurcación ¿Necesita modificación el presupuesto?	72
Tabla 62: Ficha de la bifurcación ¿Acepta el cliente o propone alguna modificación?	72
Tabla 63: Ficha de la bifurcación ¿Aprueba el desarrollo del proyecto el Responsable de delegación?	73
Tabla 64: Ficha de la bifurcación ¿Se necesitan subcontratas de ingeniería?	73
Tabla 65: Ficha de la bifurcación ¿Se necesita alguna modificación en los cálculos?	73
Tabla 66: Ficha de la bifurcación ¿Se aprueba el programa puntos de inspección?	74
Tabla 67: Ficha de la bifurcación ¿Surgen imprevistos en obra?	74
Tabla 68: Ficha de la bifurcación ¿Cómo son las incidencias encontradas?	74
Tabla 69: Ficha del Timer Obtener propuesta de proveedores por el departamento de compras	75
Tabla 70: Ficha del Timer Cliente analiza la oferta	75
Tabla 71: Ficha del Timer Cálculos subcontratas	75
Tabla 72: Ficha del Timer Modificación de cálculos por la subcontrata de ingeniería	76
Tabla 73: Valor añadido que aporta cada actividad	86
Tabla 74: Clientes de cada Proceso/Subproceso	87
Tabla 75: Parámetros de valoración de la situación de partida	94

Tabla 76: Valor de los KPI's elegidos en la situación de partida	94
Tabla 77: Comparación de los parámetros de valoración de las distintas propuestas ensayadas	107
Tabla 78: Comparación del valor de los KPI's de las distintas propuestas ensayadas	107
Tabla 79: Resultados de simulación con el valor de semilla 1	111
Tabla 80: Actividades con tiempo de espera elevado donde participa el Ingeniero de calidad y diseño	112
Tabla 81: Estimación del impacto sobre los factores del Cuadrilátero del Diablo	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la empresa	23
Figura 2: Organización del departamento de ingeniería para cualquier tipo de proyecto	24
Figura 3: Facturación de distintos tipos de proyectos en el año 2018	25
Figura 4: Imágenes sobre el recrecimiento de grúas	26
Figura 5: Imagen sobre la reparación de una grúa	26
Figura 6: Tipos de tareas en BPMN	30
Figura 7: Tipos de eventos de inicio en BPMN	30
Figura 8: Tipos de eventos intermedios en BPMN	31
Figura 9: Tipos de eventos de fin en BPMN	31
Figura 10: Tipos de compuertas en BPMN	32
Figura 11: Tipos de datos en BPMN	32
Figura 12: Tipos de artefactos en BPMN	33
Figura 13: Tipos de carriles en BPMN	33
Figura 14: Tipos de conectores en BPMN	33
Figura 15: Arranque de la vista de simulación en Bizagi	34
Figura 16: Nivel 1 de simulación en Bizagi – Validación del proceso	35
Figura 17: Nivel 2 de simulación en Bizagi – Análisis de tiempos	35
Figura 18: Nivel 3 de simulación en Bizagi – Análisis de recursos	36
Figura 19: Nivel 4 de simulación en Bizagi – Análisis de calendarios	36
Figura 20: Modelo del Proceso General	76
Figura 21: Modelo del subproceso Elaborar el presupuesto	77
Figura 22: Modelo del subproceso Elaborar la parte técnica del presupuesto	78
Figura 23: Modelo del subproceso Consultar suministros con proveedores	79
Figura 24: Modelo del subproceso Aprobar internamente el presupuesto	80
Figura 25: Modelo del subproceso Asignar responsables de las áreas para el proyecto	81
Figura 26: Modelo del subproceso Elaborar el proyecto	82
Figura 27: Modelo del subproceso Ejecutar los trabajos del proyecto	83
Figura 28: Modelo del subproceso Entregar el resultado del proyecto al cliente	84
Figura 29: Cuadrilátero del diablo, impacto de los cambios sobre cuatro dimensiones y sus efectos	88
Figura 30: Diagrama por-qué por-qué de la Estimación preliminar de costes mal ejecutada	91
Figura 31: Diagrama causa efecto para Imprevistos de ejecución en obra	91
Figura 32: Propiedades para la simulación del modelo en Bizagi.	92
Figura 33: Vista de los resultados sobre el modelo simulado	93
Figura 34: Representación de la propuesta a para el subproceso 0#6	99
Figura 35: Representación de la propuesta b.1 Implantar una base de datos sobre la actividad 0#403	100

Figura 36: Representación de la propuesta b.2 para el subproceso 0#4	100
Figura 37: Representación de la propuesta c para el subproceso 0#20807	101
Figura 38: Propuesta d implantada sobre el subproceso 0#2	101
Figura 39: Subproceso 0#3 tras aplicar la propuesta d	102
Figura 40: Subproceso 0#208 tras aplicar la propuesta e	102
Figura 41: Subproceso 0#2 tras aplicar la propuesta f	103
Figura 42: Implantación de la propuesta g: contratar a un Ingeniero de calidad y diseño	103
Figura 43: Gráfico de Pick sobre las distintas propuestas	104
Figura 44: Modelo del subproceso 0#2 tras aplicar las propuestas de mejora	114
Figura 45: Modelo del subproceso 0#208 tras aplicar las propuestas de mejora	115
Figura 46: Modelo del subproceso 0#20807 tras aplicar las propuestas de mejora	116
Figura 47: Modelo del subproceso 0#3 tras aplicar las propuestas de mejora	117
Figura 48: Modelo del subproceso 0#4 tras aplicar las propuestas de mejora	118
Figura 49: Modelo del subproceso 0#6 tras aplicar las propuestas de mejora	119

1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto de este trabajo consiste en estudiar los procesos que realiza una empresa dedicada a la reparación y modificación de grúas en puertos aplicando la metodología BPM, propia del trabajo de un ingeniero de Procesos, y proponer mejoras bajo la orientación de las técnicas disponibles para ello.

Los objetivos parciales marcados para la elaboración del mismo son:

- Mostrar la eficacia de la metodología BPM para el análisis y mejora de procesos de negocio.
- Permitir, mediante los diagramas y descripciones propios de estas técnicas, una fácil comprensión por parte del lector del trabajo de la empresa escogida.
- Revelar mediante simulaciones los puntos mejorables del proceso, así como de la mejora que se puede lograr aplicando los cambios que se han propuesto.

2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa objeto de estudio tiene como actividad principal la reparación y modificación de grúas en puertos y, en menor medida, maquinaria destinada a mover contenedores. Aunque la empresa es mayor, en este trabajo consideraremos sólo las áreas que se encargan de las actividades citadas anteriormente, la trataremos como una empresa independiente porque la organización es bastante compleja. Gracias a la ayuda del Jefe de ingeniería, que ha sido nuestro interlocutor dentro de la organización y con el que se han mantenido numerosas conversaciones en presencia y a distancia, se ha podido obtener información suficiente que nos permita reflejar con la exactitud necesaria para entender los principales procesos que tienen lugar a la hora de realizar un proyecto desde la solicitud recibida, hasta la finalización en obra y entrega al cliente.

El organigrama de la empresa en las áreas referidas se resume en:

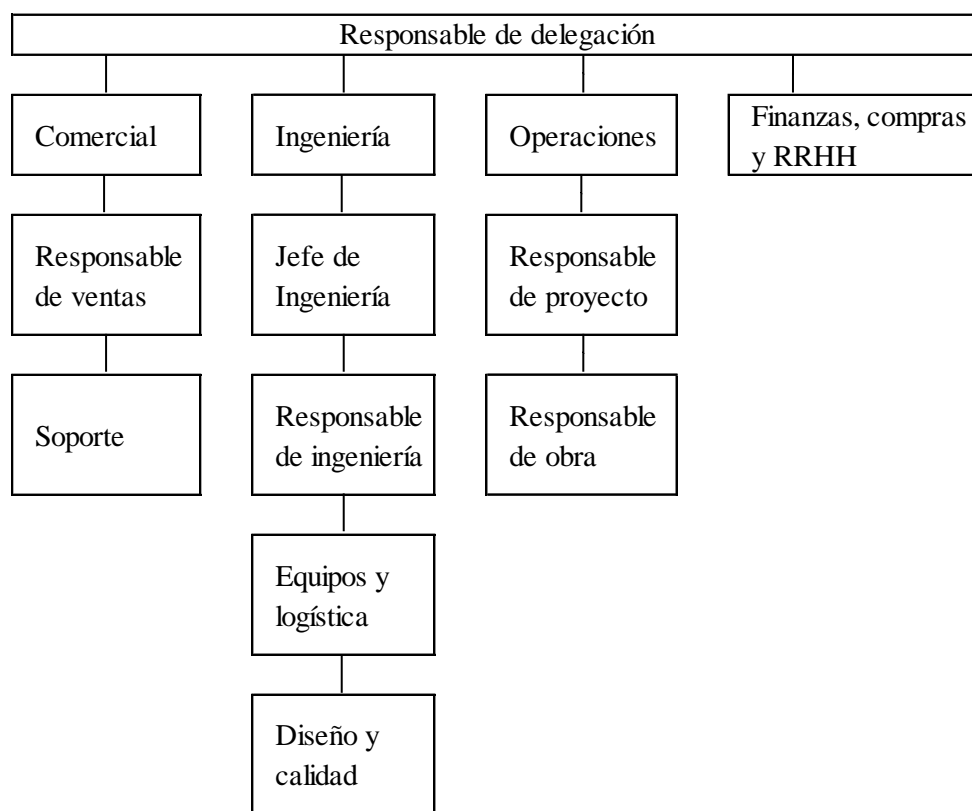


Figura 1: Organigrama de la empresa

Fuente: Elaboración propia.

Cuenta con un director técnico, que será nuestro Responsable de delegación a la hora de elaborar el modelo, y una serie de departamentos:

- **Departamento comercial:** realiza los presupuestos para los distintos proyectos en colaboración con el departamento de ingeniería debido a que, en la mayoría de ocasiones, precisan de datos muy técnicos. Además, estudia su viabilidad en temas económicos y la estimación en primera instancia de fechas. Lo integran dos Responsables de ventas y una persona encargada del soporte informático que guarda un registro de todo lo realizado por la empresa desde gestionar la herramienta ERP, hasta el inicio y finalización de los hitos de cada proyecto, pedidos y pago a proveedores.

- Departamento de ingeniería: se encarga de los aspectos técnicos de los trabajos. Está compuesto por:
 - Un Jefe de ingeniería, que se encargará de supervisar que todos los cálculos elaborados cumplen con lo establecido, así como de asignar responsabilidades a los Responsables de ingeniería y los demás implicados en cada proyecto.
 - Tres Responsables de ingeniería, cada uno adjudicado a un proyecto distinto. Están especializados en cálculos de estructuras, maniobras y control de calidad en obra y suelen ser los que controlan que lo que se define por parte de ingeniería se ejecute correctamente en obra.
 - Un Ingeniero de diseño y calidad, encargado del diseño, elaboración de planos, control de calidad en obra y controles de fabricación.
 - Un Ingeniero de logística y equipos, responsable del control del mantenimiento de equipos, revisiones, asistencias a maniobras en campo, organización de los envíos de herramientas y materiales y supervisión de almacén.

Además, debido a la limitación de recursos que impide abordar un mayor número de proyectos, suelen subcontratar empresas de ingeniería. Cuentan habitualmente con cuatro subcontratas, que opera cada una de manera distinta: cálculos mecánicos, ingeniería eléctrica, transportes marítimos, ingeniería de software, etc.

En general, en el departamento de ingeniería, se encargan de supervisar los cálculos técnicos que realicen las subcontratas: definir técnicamente la solución, cómo quieren que se realice y comprobar que se cumpla.

La organización del trabajo de este departamento se esquematiza en la siguiente imagen:

Organización

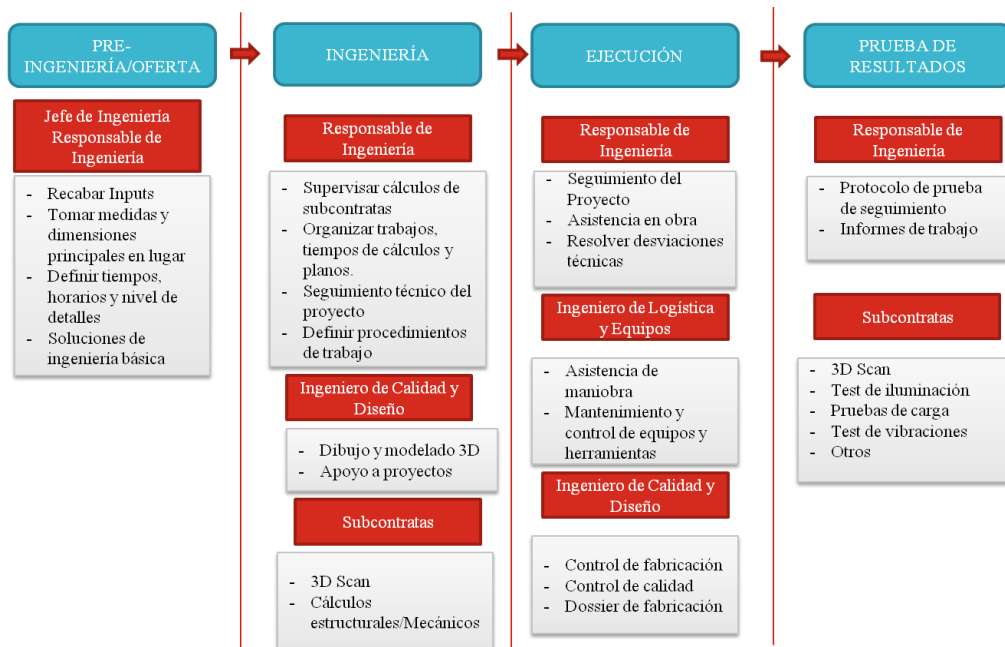


Figura 2: Organización del departamento de ingeniería para cualquier tipo de proyecto

Fuente: La propia empresa

- Departamento de operaciones: lo componen tres Responsables de proyecto y cuatro Responsables de obra; se asigna uno de cada tipo por proyecto. Los Responsables del proyecto, durante la fase de ejecución y en adelante, se encargan de la planificación, organización y gestión

de los proyectos. Son los encargados de mantener las reuniones con el cliente para revisar el estado de avance de cada proyecto. Suelen hacerse reuniones mensuales entre el Responsable de obra y el Responsable de ingeniería para revisar el estado de la obra desde el punto de vista interno de la empresa. A su vez, realizan reuniones internas para el seguimiento económico del proyecto con el departamento de finanzas (al que hemos considerado externo a este trabajo), donde se tratan temas como desviaciones de costes, beneficio esperado, oportunidades de ahorro, posibles riesgos y pérdidas del proyecto, seguimiento de hitos y fechas de finalización.

Los Responsables de obra se encargan de gestionar recursos en la obra y hacer que los plazos se cumplan.

- Departamentos de finanzas, compras y recursos humanos. Son áreas que consideraremos ajenas a este trabajo, debido a que no participan con la dedicación de las anteriores en la elaboración y ejecución de proyectos.

El calendario de trabajo de la empresa es el siguiente:

Lunes a jueves: horario de mañana de 8:00 a 13:00 horas y por la tarde de 15:00 a 18:00.

Viernes: horario de mañana de 8:00 a 16:00 horas.

Trabajan en total 210 días al año.

Los Responsables de obra siguen un horario flexible de lunes a viernes, similar al resto, y además, trabajan los sábados de 8:00 a 16:00 horas cuando hay operarios en obra.

Estos datos serán importantes más adelante, ya que habrá que tenerlos en cuenta en el análisis de los procesos.

Sus principales clientes se encuentran tanto en territorio nacional como internacional. Los proyectos podemos dividirlos en dos tipos: relevantes y pequeños. Estos últimos representan un 40% de la facturación anual y tienen un valor entre 100.000 € y 2.000.000 € cada uno. El 60% restante de facturación está en torno a 6.000.000 €-8.000.000 € por proyecto.

Según los datos facilitados por nuestro interlocutor, al año les llegan en torno a 30 propuestas de trabajo, de las cuales finalizan 2 o 3 proyectos grandes y 10 u 11 pequeños. Pocas propuestas se rechazan por parte de la empresa. Aquellas cuya oferta económica es factible de ganar o cuya estrategia sea más beneficiosa para la empresa, se estudian en detalle. A la vez que se dedica menos tiempo y cubriendo la oferta económica con más margen y plazo de entrega a las que consideran menos relevantes.



Figura 3: Facturación de distintos tipos de proyectos en el año 2018

Fuente: La propia empresa

Las más significativas son:

Skidding→ deslizamiento de dos grúas.

Retrofit Project→ proyecto de modernización.

Heightening→ recrecimiento de grúas.

Es importante señalar que la empresa cuenta con una serie de proveedores a los que encargan las piezas que van a requerir en obra y a los que se han de realizar unas inspecciones de calidad y seguimiento de fabricación en sus propias instalaciones por el personal de ingeniería. Además, disponen de unas subcontratas para cálculos técnicos, debido a su especialización o por falta personal en la propia empresa, lo que permite tener más capacidad de trabajo en la parte de ingeniería.

A continuación se muestran algunas imágenes sobre el tipo de trabajo que se realiza.

Proyectos de recrecimiento de grúas:

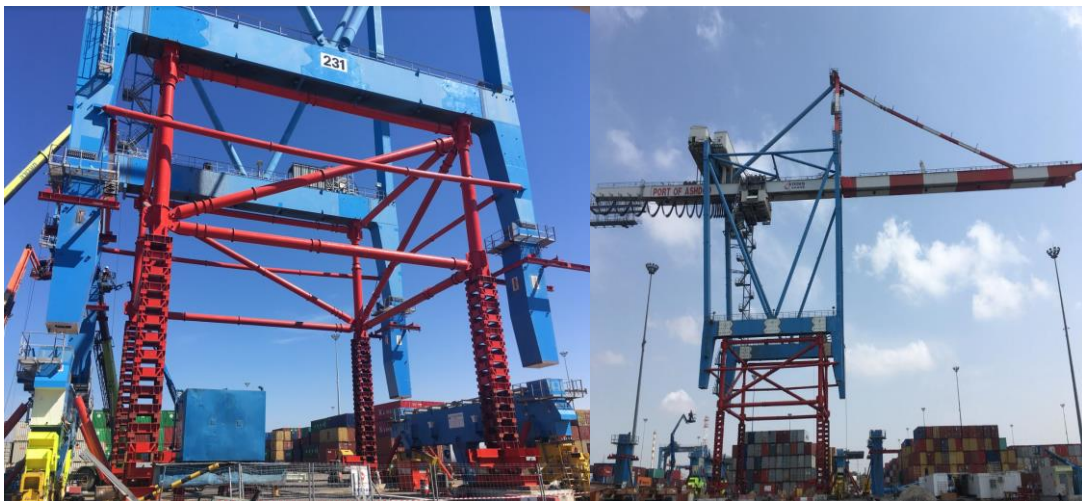


Figura 4: Imágenes sobre el recrecimiento de grúas

Fuente: La propia empresa

Trabajos de reparaciones:

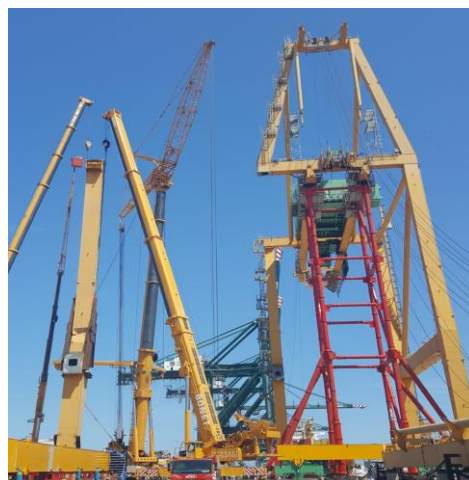


Figura 5: Imagen sobre la reparación de una grúa

Fuente: La propia empresa

3 TÉCNICA DE MODELADO DE PROCESOS DE NEGOCIO

Para concretar el contenido de este Trabajo Fin de Grado, se procede a introducir el Business Process Management (BPM). Seguidamente se realizará una explicación detallada de las técnicas y herramientas de modelado de forma teórica, Business Process Model and Notation (BPMN), como de la herramienta que ha sido utilizada como soporte informático en el trabajo, Bizagi Modeler. Además, se describirán una serie de enfoques para la identificación de mejoras a tener en cuenta.

3.1 Introducción al BPM

Toda organización, ya sea un organismo gubernamental, una organización sin ánimo de lucro o una empresa, tiene que gestionar una serie de procesos. Los procesos de negocios son los que hacen las empresas cada vez que entregan un servicio o un producto a sus clientes. La manera con la que se diseñan los procesos afecta tanto a la calidad del servicio que los clientes perciben, como a la eficiencia con la que se realizan los trabajos.

Por consiguiente, cuando se diseña o analiza un proceso se persigue la consecución de un conjunto de objetivos. Es necesario poner en juego unos determinados recursos de manera que todos los elementos que participan sepan qué deben hacer y cuáles son las implicaciones de realizar bien o mal su cometido.

En definitiva, se habla de la gestión por procesos o BPM (Business Process Management), cuando se manejan las actividades de un modo conjunto y se enfocan a la mejora de objetivos tales como, la reducción de costes, o en nuestro caso, reducción del tiempo de proceso. Algo importante a tener en cuenta: BPM no trata sobre mejorar individualmente cada actividad, sino más bien, sobre la manera con la que se manejan cadenas enteras de eventos, actividades y decisiones que agregan valor a la empresa y hacia los clientes.

BPM no es, ni mucho menos, la única disciplina que se preocupa por mejorar el desempeño operacional de las organizaciones. A continuación, se presenta brevemente algunas disciplinas relacionadas y las diferencias claves con cada una de ellas (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013):

- Total Quality Management (TQM) inspiró al BPM. Su enfoque es el de mejorar continuamente las actuaciones manteniendo la calidad de los productos y servicios. De esta manera, es similar a BPM en la necesidad de esforzarse en la continua mejora. Realmente TQM pone énfasis en los productos y servicios en sí mismos, mientras que la idea detrás de BPM es que la mejora de esos productos y servicios pueden lograrse centrándose en la mejora de procesos que crean esos mismos productos y servicios.
- Operation Management (OM) pretende optimizar la eficiencia de las operaciones desde otras perspectivas, relacionadas con la producción y fabricación, tales como la teoría de colas, teoría de la probabilidad, etc. Son útiles en la idea de BPM y sirven como complemento. La principal diferencia que hay entre ambas es que OM se preocupa generalmente de controlar las componentes de un proceso sin la necesidad de cambiarlo en su conjunto, mientras que BPM, se centra en hacer cambios a un proceso existente.
- Lean Management, disciplina de gestión originada en particular por la filosofía de ingeniería de Toyota. Uno de los principios básicos de Lean es la eliminación del desperdicio, es decir, actividades que no aportan valor para el cliente. La orientación hacia el cliente y numerosos principios de Lean, han sido absorbidos por BPM y se tendrán en cuenta en la elaboración de dicho trabajo. Una diferencia principal con Lean es que BPM pone más énfasis en el uso de

las tecnologías de la información como herramientas para la mejora de negocios.

- Six Sigma, es otro conjunto de prácticas que se originan desde la fabricación, en particular de las prácticas de ingeniería y producción en Motorola. La característica principal de Six Sigma es su enfoque en la minimización de los defectos. En la práctica no suele aplicarse solo, y sí en conjunto con otros enfoques; uno de los cuales es el que combina la técnica Lean con las técnicas de Six Sigma, denominado enfoque Lean Six Sigma. Actualmente, algunas técnicas de análisis de procesos de negocios que incluyen Six Sigma son compartidas con BPM.

En resumen, podemos decir que BPM hereda de la mejora continua sobre la filosofía de TQM, abarca los principios y técnicas de las operaciones de gestión, Lean y Six Sigma, y las combina con las capacidades ofrecidas por las tecnologías de la información moderna, con el fin de optimizar de manera ágil los procesos de negocio de una organización.

Tal como propone BPM, seguiremos el orden del ciclo de vida de los procesos, comenzando por la identificación del objeto de estudio y finalizando con el rediseño e implementación del modelo desarrollado. Está compuesto por las siguientes fases (Motahari-Nezhad, H.R, Recker, & J, & Weidlich, 2015):

1. Identificación del proceso. En esta fase, se trata sobre la identificación de los procesos relevantes en la empresa, a través del análisis de las principales actividades que desarrolla y centrándose en las que generen mayor valor.
2. Descubrimiento del proceso (también llamado modelado). El trabajo relativo a la documentación del proceso y aquellas técnicas escogidas para la identificación de las actividades. Sirve además para tener una visión de los principales problemas que puedan detectarse; para ello debe de estar completo y verificar que no faltan partes importantes. Se recurre a diferentes técnicas para recopilar información sobre un proceso. En general, distinguimos tres clases de técnicas:
 - Basadas en la evidencia. Por lo general, suelen existir varias evidencias típicas para estudiar cómo trabaja un proceso, que se identifican con el estudio de los documentos disponibles sobre el funcionamiento de procesos similares.
 - Basadas en la entrevista. Se refiere a métodos que se basan en entrevistar a expertos en el dominio sobre cómo se ejecuta un proceso. Hay que tener en cuenta los desafíos que conlleva, es decir, el hecho de que el conocimiento del proceso se encuentra diseminado en diferentes personas que generalmente suelen pensar en términos de casos individuales y que estos mismos expertos a menudo no están familiarizados con lenguajes de modelado de procesos de negocio.

Existen dos tipos de métodos sobre cómo programar una entrevista:

- Forward-backward: Siguiendo la naturaleza del proceso, desde sus primeras etapas hasta su culminación.
 - Backward-forward: Partiendo desde el resultado de los procesos y avanzando hacia sus primeros pasos.
 - Basadas en el estudio del lugar de trabajo. Requiere ir al emplazamiento donde se realiza el proceso, implicando más personas para el estudio y una dedicación de tiempo más elevado.
3. Análisis de procesos. Su objetivo es identificar los puntos débiles del proceso, ya sea transporte innecesario, esperas, inventarios, etc. Identificar sus causas y priorizar sus impactos.
 4. Rediseño de procesos. Se centra en repensar y reorganizar los procesos para que funcionen mejor, identificar mejoras de forma sistemática y ver qué impacto genera cada mejora implementada. Trataremos de incorporar mejoras a los problemas identificados en la etapa anterior mediante el uso de varias herramientas que serán explicadas en un capítulo posterior.

Existen dos tipos de rediseños:

- Mejora continua/puntual: genera nuevos procesos (To-be) introduciendo mejoras en los procesos estudiados (As-is).
 - Mejora radical: genera nuevos procesos desechando los anteriores.
5. Implementación del proceso. Puesta en marcha de las mejoras identificadas en el punto anterior.
 6. Monitorización del proceso. Control de cambios, identificación de errores y desviaciones con respecto al modelo planificado.

Existen una variedad de metodologías para la representación. Para este trabajo, se van a utilizar los diagramas que utilizan BPMN (Business Process Management and Notation, modelo y notación de procesos de negocio).

3.2 Metodología BPMN

BPMN tiene su origen en 2001 tras el desarrollo de BPML (BP Modeling language) por BPMI (consorcio de empresas como IBM). Pretende lograr una especificación gráfica para implementar procesos en sistemas de workflow.

En 2004, BPMI (Business Process Management Initiative) publica bajo la tutela de Stephen A. White de IBM un borrador de BPMN. Más adelante, BPMI es incorporada al Object Management Group (OMG), ya que no es considerada hasta entonces una organización que defina ni administre estándares.

BPMN (Business Process Modeling Notation) 1.0 se publica en el año 2006 como estándar en su primera versión por la OMG.

Tras oficializarse la nueva versión, BPMN 2.0 se convierte en norma ISO/IEC en el año 2013.

BPMN se ha establecido como el estándar para modelar los procesos de negocio, ya que proporciona una notación estándar fácilmente comprensible por todos los usuarios de la empresa. Al ser uno de los enfoques más utilizados a día de hoy, existen herramientas que permiten su implementación de forma ágil.

El estándar BPMN nos permite crear el flujo de trabajo o flujo del proceso. El flujo del proceso, también conocido como cadena de actividades, es la estructura fundamental del proyecto, en el que se incluyen las variables y elementos necesarios con los requerimientos de la organización.

Se pueden apreciar distintos niveles de modelados de procesos (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013):

- Mapas de procesos. Son diagramas simples del flujo de las actividades, sin más detalle que el nombre de las actividades y las condiciones de decisión más generales.
- Descripción de procesos. Incluye información más extensa acerca del proceso, cómo son los recursos y la información que utilizan.
- Modelos de proceso. Diagrama de flujo detallado con información suficiente para analizar y simular, además de automatizarlo.

BPMN utiliza un conjunto de elementos gráficos especializados para describir un proceso. Para conseguir diagramas precisos es importante familiarizarse con el estándar de la notación. Se procederá a comentarlo:

- ✓ Actividades. Representan tareas o trabajos realizados por miembros de la organización. Pueden ser realizadas manualmente o de forma automática. Pueden ser atómicas o no atómicas (compuestas). Existen varias maneras de representarlas:
 - Actividad o tarea. Es una tarea simple, denominada también atómica.

- Tarea manual. Cuando se realiza por una persona de modo no automatizado.
- Tarea condicional. Diseñada para que se lance cuando se cumpla cierta condición.
- Tarea de envío. Para enviar un mensaje a un participante externo.
- Tarea de script. Realizado por un motor de proceso de negocio.
- Tarea de recepción. Diseñada para esperar la llegada de un mensaje por parte de un participante externo.
- Tarea de servicio. Realizada de forma automática por algún sistema.
- Subproceso. Incluye un proceso completo. Con un evento de inicio y final y actividades intermedias necesarias.

Se representan con los siguientes símbolos:

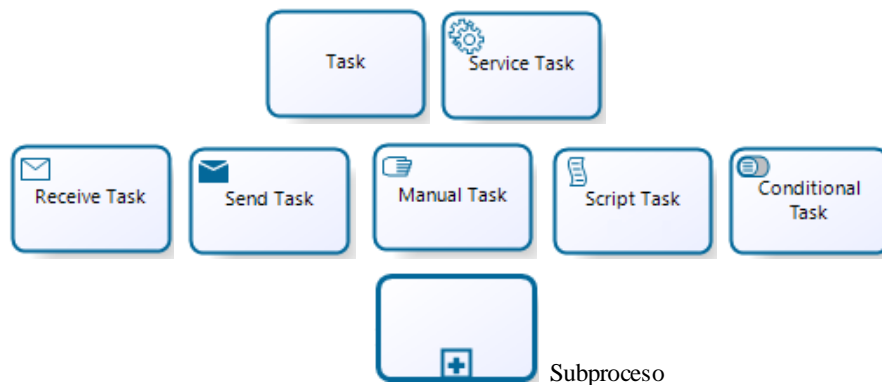


Figura 6: Tipos de tareas en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Eventos. Hechos que suceden durante el curso del proceso, generando un resultado y afectando al flujo. Pueden representarse de varios tipos:
 - Evento de inicio. Por donde comienza un proceso.
 - Inicio simple. Donde se inicia un proceso.
 - Inicio de mensaje. Inicio del proceso al recibir un mensaje de un participante externo.
 - Inicio de señal. El inicio se da por la llegada de una señal emitida por otro proceso.
 - Inicio de temporización. Se da cuando el inicio ocurre en un tiempo o fecha específica.

Los símbolos que se emplean son:

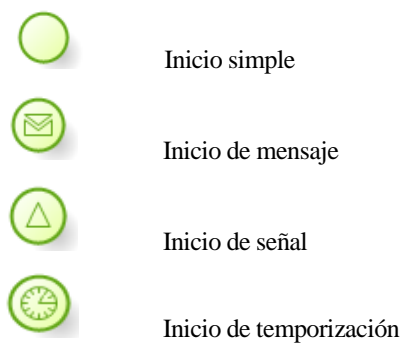


Figura 7: Tipos de eventos de inicio en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- Eventos intermedios. Indica cuando ocurre algo a lo largo del proceso.
 - Evento de mensaje. Puede ser enviado o recibido.
 - Evento de temporización. Se utiliza para indicar un tiempo de espera entre actividades.
 - Intermedio simple. Indica que algo sucede en algún lugar entre el inicio y el final de un proceso.

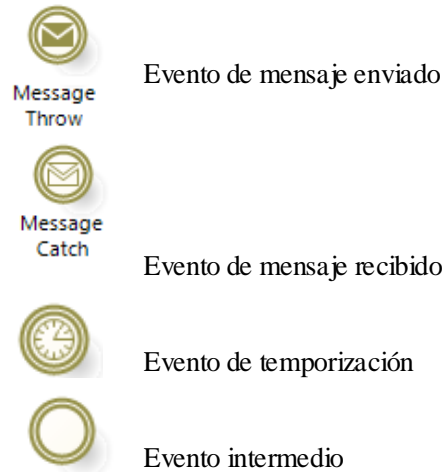


Figura 8: Tipos de eventos intermedios en BPMN

Fuente: BMPN. Guía de referencia y modelado.

- Eventos de fin. Posibles puntos de terminación de un proceso.
 - Finalización simple. El flujo finaliza.
 - Finalización de error. Indica que debe generarse un error.
 - Finalización de cancelación. Indica que el subproceso de transacción debe ser cancelado.
 - Finalización terminal. Finaliza el proceso y todas sus actividades de forma inmediata.

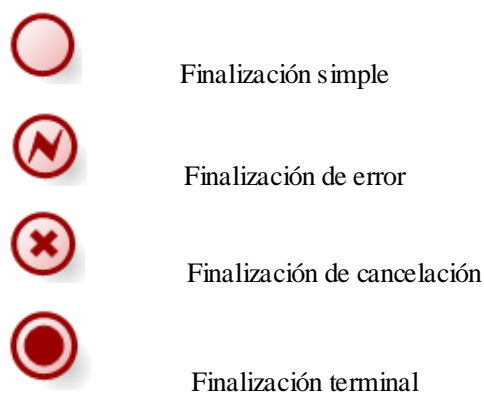


Figura 9: Tipos de eventos de fin en BPMN

Fuente: BMPN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Compuertas. Determinan bifurcaciones, ramificaciones, combinaciones y uniones en el proceso que suponen el que se divida en varios caminos posibles o agrupe varios caminos de terminación. Hay varios tipos:
 - Exclusivas. Crea o une caminos alternativos dentro del proceso, de los que sólo uno se selecciona.
 - Basadas en eventos. Activan los distintos caminos posibles en función de los eventos que ocurren.
 - Paralela. Crea o une caminos alternativos sin evaluar condición alguna, realizados de manera simultánea.
 - Compleja. Creación de caminos alternativos dentro del proceso utilizando expresiones.
 - Inclusiva. Representa un punto de ramificación en donde las alternativas se basan en expresiones condicionales. Todas las evaluaciones consideradas como verdaderas, serán atravesadas por un token.

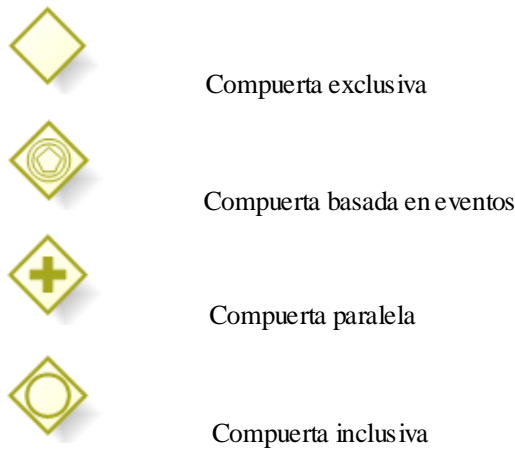


Figura 10: Tipos de compuertas en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Datos. Contamos con dos tipos de datos:
 - Objeto de datos. Información acerca de cómo los documentos, datos y otros objetos se utilizan y actualizan durante el proceso.
 - Depósito de datos. Mecanismo para almacenar y recuperar información o actualizarla para utilizarla más allá del proceso.

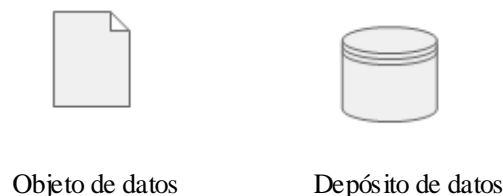


Figura 11: Tipos de datos en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Artefactos. Existen diversos tipos:
 - Grupo. Provee un mecanismo visual para agrupar elementos de un diagrama de manera informal.
 - Anotación. Mecanismos para aportar información adicional.
 - Texto con formato. Permite insertar un área de texto.



Figura 12: Tipos de artefactos en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Carriles. Son delimitaciones del espacio donde se incluyen elementos relacionados con un patrón común: un proceso, quien los desarrolla, ... Cuenta con los siguientes modelos:
 - Contenedor (Pool). Siempre existirá al menos un pool. Es un contenedor de procesos simples.
 - Carril (Lane). Sub-partición dentro del proceso. Se utilizan para diferenciar roles internos, departamentos, etc.
 - Fase. Sub-partición dentro del proceso. Indica diferentes etapas dentro del proceso.

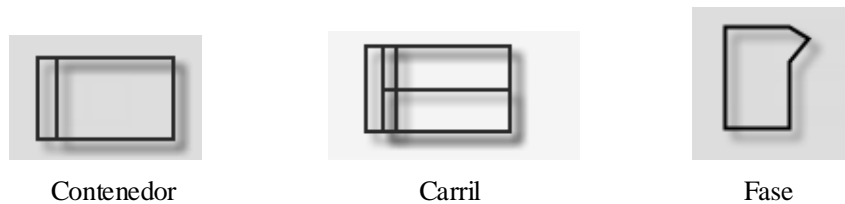


Figura 13: Tipos de carriles en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

- ✓ Conectores. Vinculan dos elementos en un diagrama. Existen tres tipos:
 - Flujo de secuencia. Señala el orden de las actividades.
 - Asociación. Unen apartados de información y artefactos con objetos de flujo. Se utilizan para mostrar las tareas que compensan una actividad.
 - Flujo de mensaje. Representa el paso de algún mensaje entre dos entidades.



Figura 14: Tipos de conectores en BPMN

Fuente: BPMN. Guía de referencia y modelado.

3.3 Bizagi Process Modeler, vista de simulación

A continuación, tras lo descrito anteriormente, llega el momento de plasmar el modelo sobre alguna herramienta concreta. Aplicando la herramienta Bizagi por la facilidad con la que se pueden representar los procesos de negocio y la posibilidad de análisis que permite.

Se ha decidido utilizar Bizagi porque está orientado a modelar procesos de negocio y permite realizar simulaciones numéricas de los tiempos y uso de recursos que se necesiten en estos trabajos. Hay que señalar que existen otros paquetes de software más potentes que éste a la hora de modelar y simular, sin embargo, Bizagi ofrece una orientación al modelado de procesos de negocio que resulta muy interesante.

Además, permite el uso de distribuciones estadísticas para reflejar la variabilidad en los tiempos de procesos y en cada actividad. Se crea una instancia o token al activarse un evento, el cual pasará por los flujos de secuencia establecidos. Cuando el token se asigna a un recurso para procesar la actividad, el simulador genera la duración siguiendo la distribución indicada para dicha actividad. Tras finalizar, el recurso vuelve a estar disponible.

Una vez definido el modelo y validado el proceso, se procederá a realizar la simulación. Bizagi describe cuatro niveles de simulación. Cada uno va incorporando información adicional a medida que avanza.

Se arrancará a la vista de simulación seleccionando el siguiente botón:

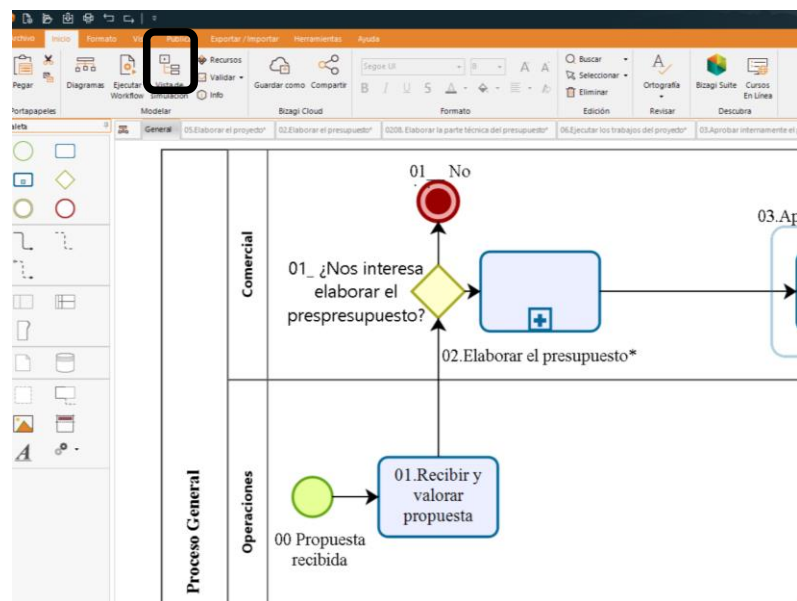


Figura 15: Arranque de la vista de simulación en Bizagi

Fuente: Bizagi.

Los niveles de simulación disponibles son:

Nivel 1, validación del proceso: simulación básica para evaluar la estructura del modelo. Incorpora porcentajes estimados para las compuertas, así como la información de la activación de instancias del proceso, en el evento de inicio.

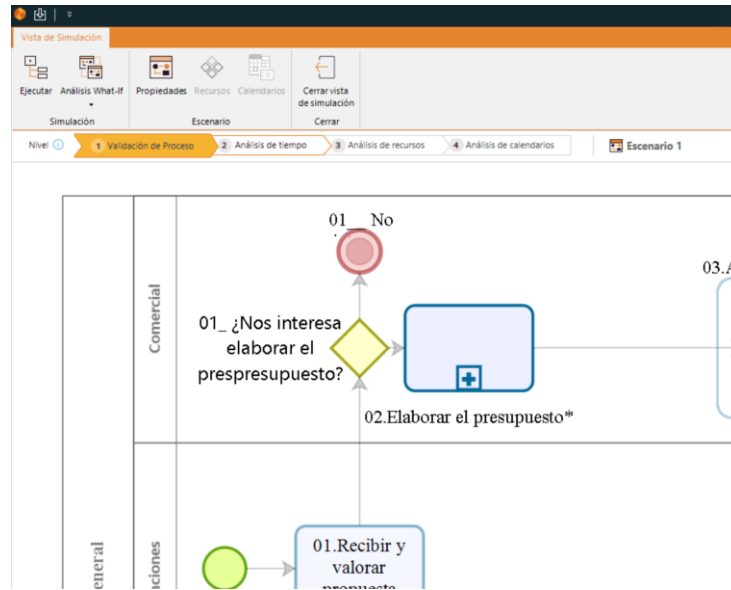


Figura 16: Nivel 1 de simulación en Bizagi – Validación del proceso

Fuente: Bizagi.

Los resultados muestran si se activan todos los caminos del proceso y se asegura que todas las instancias han sido completadas correctamente. Además, evalúan el número de instancias que pasan por los flujos de secuencia y actividades.

Nivel 2, análisis de tiempos: permite incorporar el tiempo de procesamiento.

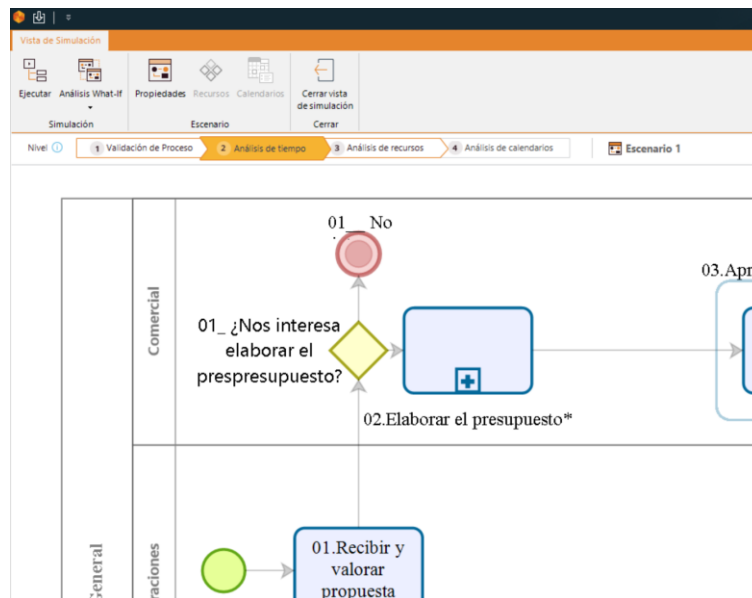


Figura 17: Nivel 2 de simulación en Bizagi – Análisis de tiempos

Fuente: Bizagi.

Se indican tiempos de duración de las actividades, así como del tiempo en que aparecerá cada uno de los tokens por el evento de inicio.

Muestran resultados del rendimiento del proceso, calculando los tiempos mínimos, máximos y

totales de procesamiento.

Nivel 3, análisis de recursos: proporciona una predicción del comportamiento del proceso por el uso de diferentes niveles de recursos.

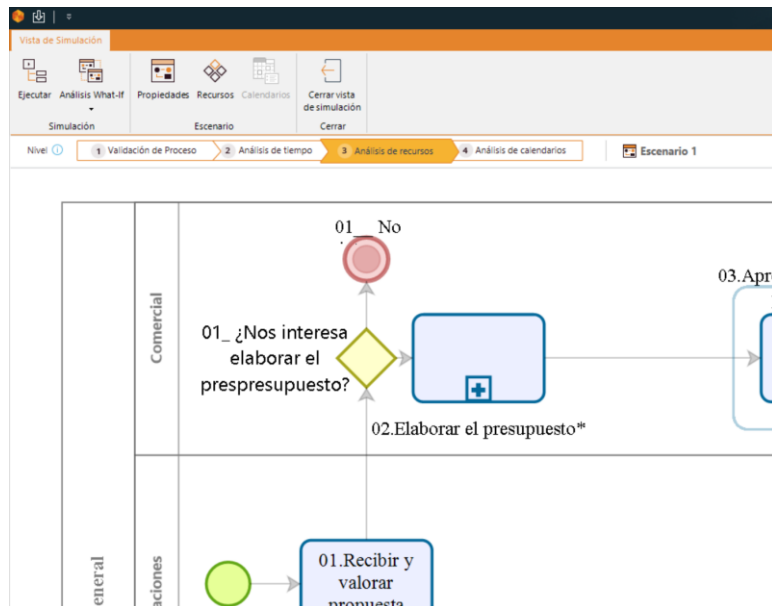


Figura 18: Nivel 3 de simulación en Bizagi – Análisis de recursos

Fuente: Bizagi.

Se identifica la cantidad disponible de cada uno y se asigna uso de recursos a las actividades.

La estructura de resultados es similar al análisis de tiempos; además se presenta el tiempo ocupado o libre para cada recurso.

Nivel 4, análisis de calendarios: incluye información de calendarios, permitiendo reflejar el rendimiento de los procesos en períodos de tiempos tales como turnos, horarios de día o semana.

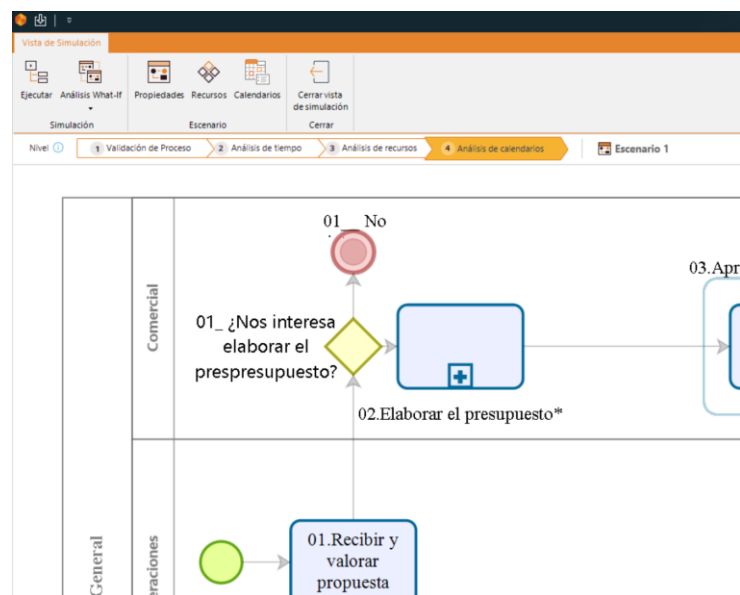


Figura 19: Nivel 4 de simulación en Bizagi – Análisis de calendarios

Fuente: Bizagi.

La estructura de resultados es similar al análisis de recursos, con la diferencia de los períodos de tiempos establecidos.

3.4 Herramientas de mejora de procesos

Tras la representación de los procesos y la obtención de conclusiones sobre cómo se está desarrollando, debemos analizarlos con alguna herramienta con idea de proponer mejoras. Algunas de las técnicas para la mejora de procesos a considerar en distintas partes del trabajo son:

- Herramientas como la tormenta de ideas, diagramas causa-efecto, diagramas de Pareto. (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013)
- Modelo ISAMA (Identificar, Seleccionar, Analizar, Mejorar y Actuar) para la mejora de procesos. En cuanto a Analizar, propone el uso de una matriz para representar y cuantificar los síntomas de problemas más habituales con cada paso del proceso. Respecto a Mejorar, elabora una matriz con los mismos pasos del proceso y por columnas las que indica como opciones de rediseño. (Algunas herramientas para la mejora de procesos, 2005)
- El orden y la limpieza: las 5'S. Son los mismos conceptos que se utilizan en Lean Management: seiri (despejar), seiton (organizar), seiso (limpiar), seiketsu (sistematizar) y shitsuke (entrenamiento y disciplina) (Jones, Daniel T. and Womack, James P., 2012).
- Value Stream Mapping (VSM) como herramienta de diagnóstico, diseño e implementación de mejoras bajo un enfoque Lean al construir un mapa de inputs y flujos de información incluidos en el proceso, permitiendo detectar donde se producen los desperdicios y donde se concentran los mayores tiempos de espera de los productos (inventarios).
- KPI's (key performance indicators, indicadores clave de gestión) permite mostrar claramente el objetivo a cada elemento de la organización, mediante una serie de métricas definidas. Las usaremos para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo con el fin de poder tomar decisiones. (van der Aalst, La Rosa, & Santoro, 2016)
- Análisis del valor añadido para identificar actividades innecesarias en un proceso, con el objetivo de eliminarla o modificarla (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013).
- Metodologías de Heurísticas de rediseño. Presentan una serie de heurísticas basadas en proyectos de rediseño históricos, orientadas hacia siete elementos: clientes, operación de procesos de negocio, comportamiento de procesos de negocio, organización, información, tecnología y entorno externo. (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013)
- El cuadrilátero del diablo establece cuatro dimensiones en el efecto de las medidas de rediseño: tiempo, coste, calidad y flexibilidad (Brand & van der Kolk, 1995); se muestran ejemplos de mejores prácticas identificando hacia qué aspecto se orienta.

Realmente no existen métodos novedosos completos para la mejora de procesos, sino pequeños avances y propuestas teóricas sobre cómo trabajar. Incluso se nombra sarcásticamente el método ATAMO (and then, a miracle occurs). (Reijers & Liman Mansar, 2005)

4 ANÁLISIS DEL PROCESO

Este capítulo trata sobre como analizar el modelo con la descripción elaborada en conjunto con el Jefe de ingeniería que ha hecho de interlocutor por parte de la empresa, lo que permitirá encontrar y priorizar aquellos problemas en los que enfocarse. Seguidamente, se propondrán mejoras con las técnicas descritas que permitirán reelaborar el modelo hacia uno teóricamente más eficiente.

4.1 Descripción del proceso

A la hora de identificar el objeto de este trabajo, se ha decidido centrarlo en la actividad principal de la empresa, que comprende desde el recibo de la propuesta de un nuevo posible trabajo y su estudio para elaborar la oferta económica, hasta el estudio técnico y ejecución del mismo. Se identificó en primera instancia, al hablar con el interlocutor que nos ha atendido, que este análisis podría aportar un alto valor añadido para la empresa. Relacionándolo así con la identificación del proceso en BPM, estaríamos hablando de un proceso de tipo `core process`, procesos que engloban las actividades primarias de la empresa y sobre las que se sustenta el valor de la misma. (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013)

El planteamiento que se ha seguido para la recogida de información ha sido el siguiente:

- En primer lugar, se optó por hacer una lista de preguntas para recabar información y hacernos una idea de las tareas a que se dedican. Se quiso aprovechar este paso para hacerle ver al interlocutor cómo se desarrolla un proyecto con esta metodología.
- Tras ello, se contactó por vía telefónica para mantener una reunión en persona. Se utilizó una estrategia Forward-Backward para avanzar en el descubrimiento hacia el modelado de nuestro proceso, recabando información en el sentido natural, es decir, desde las primeras etapas hacia el final. Se decidió esta orientación para tratar de representar en las primeras conversaciones el sentido natural de los trabajos que él tiene presentes.
- Tras esta recogida de información se elaboró un diagrama, en el que se incluyen todas y cada una de las actividades agrupadas en subprocesos, de manera que quede lo más claro y sencillo de entender posible. A medida que surgía alguna duda a lo largo del modelado, se contactaba con el interlocutor de la empresa para resolverla.

Como resultado de las conversaciones mantenidas se puede indicar que la empresa que se ha elegido está especializada en la reparación y modificación de grúas dedicadas al manejo de mercancías en puertos. El trabajo de la organización que tiene establecida la empresa hizo que enfocásemos el trabajo desde el recibo de una propuesta y su estudio en fase de oferta, hasta la ejecución del mismo en obra. Nuestro interlocutor recaló que el principal problema con que se encuentran es que están escasos de personal y existe una descoordinación entre algunas tareas. En este sentido, se tratará de dar un enfoque global al problema para identificar los aspectos sobre los que aplicar las posibles mejoras.

El proceso se puede esquematizar en que:

- Comienza cuando se recibe, vía e-mail o telefónica, una propuesta de trabajo.
- Se valora en una primera reunión interna de toma de contacto con el asunto, donde se decide si interesa continuar con ella para comenzar a elaborar el presupuesto.
- Si ofrece interés, se comienza a gestionar la oferta recibida.
- En caso de que fuera un cliente con el que no se hayan tenido relaciones comerciales anteriormente, hay que recabar toda la información necesaria, para tener detalles de la solvencia y no se presenten problemas con el proyecto a la mitad.

- Tras ello, se procede a evaluar los datos recibidos y, en caso de que exista alguna duda importante antes de entrar en detalle, se resuelve contactando con el cliente.
- Una vez resueltas las dudas que pudieran haber surgido, se pasa a definir el alcance de la oferta, conforme pide el cliente, para identificar el tipo de actuación que requiere: si es una simple reparación puntual, una modificación estructural del equipo o su rediseño para realizar otro tipo de trabajos. Esto asegura, en caso de que surja algún imprevisto en materia de sobrecostos por algo que no estaba definido en nuestro alcance que se comunique al cliente para acordar la compensación en dinero que solvente el problema.
- Tras ello, se entrega al departamento de ingeniería la documentación elaborada del alcance de la oferta y comienzan a elaborar todos los procedimientos, planos y cálculos preliminares para obtener unas estimaciones de costes y recursos que podrían necesitar, así como evaluar si es conveniente o no subcontratar alguna consultora de ingeniería. En ocasiones es necesario también un proceso de consulta a los proveedores reconocidos que permite hacer una selección, a través de un estudio previo y según los materiales y equipos que necesitemos, de aquellos que podrían suministrarnos lo necesario en un tiempo y a un coste aceptable.
- El Responsable de ventas, una vez realizadas todas las actividades anteriores, se encarga de redactar la oferta formal al cliente. Preparará la parte económica y la remitirá tanto al Responsable de delegación como al Jefe de ingeniería.
- El presupuesto que se ha preparado debe recibir el visto bueno de la empresa. Si el importe es superior a 2.000.000 € deberá hacerlo el Responsable de delegación, para lo que puede pedir aclaraciones al Responsable de ventas sobre el contenido. Si el importe no alcanza esta cantidad es el propio Responsable de ventas quien lo autoriza.
- Por fin se envía el presupuesto al cliente, que puede pedir algunos cambios o aclaraciones antes de considerarlo con el resto de los que reciba de otras empresas como la nuestra y tomar su decisión respecto a quien lo encargará.
- Si el cliente encarga definitivamente el trabajo se hace en la empresa una asignación de responsabilidades para llevarlo a cabo. Se determinarán los recursos necesarios en cada departamento y se elaborará por parte del Jefe de ingeniería una relación de documentos entregables que habrán de abordarse. En este punto se realiza una reunión de lanzamiento de los trabajos y queda nombrado un Responsable de proyecto que se encargará de coordinar los pasos siguientes. También se abre en la herramienta ERP de la empresa los registros necesarios para este proyecto.
- Para elaborar el proyecto se desarrollará toda la documentación técnica en detalle, cálculos, procedimientos y planos necesarios internamente o por alguna contrata de ingeniería. Aunque se encargue parte del trabajo a una consultora externa, se estima una duración similar para estos trabajos. En caso de que se necesite subcontratar porque la magnitud del proyecto esté fuera del alcance, se revisarán todos los cálculos que la empresa contratada nos facilite. Esto es responsabilidad de cada uno de los ingenieros que se vean implicados.
- También hay que organizar los recursos implicados para la ejecución de los trabajos en obra y la solicitud de los materiales y equipos necesarios. La gestión de materiales corresponde al departamento de compras, que se considera ajeno a este proceso.
- El siguiente paso trata ya de la ejecución de las actividades proyectadas en las instalaciones del cliente. La empresa se encargará, en primer lugar, de gestionar la compra de los materiales necesarios en paralelo a que el Jefe de ingeniería asigne los recursos que van a verse implicados en los manejos de equipo en obra.
- Se realizará la lista del programa de puntos de inspección, así como del seguimiento por parte del Ingeniero de Calidad y diseño o el Responsable de ventas, en el propio taller y en los de los proveedores de los materiales de las piezas que se les haya encargado fabricar.
- Más adelante se gestionará todo lo relacionado con la logística y el transporte de los materiales y herramientas a obra para comenzar así con la ejecución del proyecto. En caso de que surja

algún imprevisto, se tratará de resolverlo por aquellos responsables de ingeniería, compras o proyectos que se vean implicados.

- En último lugar, se entrega el proyecto al cliente, con el que se concierta una reunión en obra para comprobar en común el resultado de los trabajos. El cliente puede resultar satisfecho o no desde el principio.
- Normalmente surgen aspectos que debemos ajustar después de realizar la prueba correspondiente. Por ello, el Responsable de obra y el Responsable de ingeniería se encargarán de hacer una lista de estas peticiones, clasificándolos por su relevancia, según el tiempo y coste que suponga el llevarlas a cabo.

Desde la empresa nos indican que las principales dificultades con la que se encuentran habitualmente en el trabajo son:

- Suelen llegar a tener sobrecostes debido al riesgo de los proyectos a los que se enfrentan como cada uno es independiente de otro, se realizan y solucionan de manera totalmente distinta.
- En ocasiones, pueden surgir retrasos, ya sea por ingeniería, normalmente por la realización de planos de fabricación de piezas.
- El retraso en el comienzo de una obra, que puede suponer una penalización por parte del cliente. Por otra parte, si la obra ya se está ejecutando, los sobrecostes no sólo son los retrasos de plazos y por tanto posible penalización, sino sobrecoste debido a la gente desplazada (dietas, alojamientos, extra de horas, etc.).
- La obra se para porque o bien, se ha fabricado algo que no cuadra en obra y hay que modificar o fabricar pieza nueva, porque haya retrasos en maniobras o trabajos de campo, porque se retrase suministro de materiales o por causas externas como mal tiempo, viento y lluvia.

4.2 Modelo as is

4.2.1 Procesos y subprocesos

A raíz de las conversaciones con el interlocutor, se han identificado los siguientes procesos y subprocesos, de acuerdo a la metodología BPMN que vamos a modelar:

- Proceso general.
- Elaborar el presupuesto.
 - Elaborar la parte técnica del presupuesto.
 - Consultar suministros con proveedores.
- Aprobar internamente el presupuesto.
- Asignar responsables de las áreas para el proyecto.
- Elaborar el proyecto.
- Ejecutar los trabajos del proyecto.
- Entregar el resultado del proyecto al cliente.

Estos procesos se han descrito en una ficha con los siguientes datos:

- Código.
- Nombre.
- Responsable: persona o entidad que desempeña la tarea.
- Cuando se realiza: momento en el que se desarrolla.

- Descripción: todos los detalles aclaratorios sobre la actividad.
- Medios requeridos: documentación, equipamiento, ... necesarios para realizar la tarea.
- Circunstancias observadas: condiciones que afectan al desarrollo de la tarea en todas o parte de las veces en que se ejecuta.
- Relevancia: se ha tratado de calificar la importancia relativa de la tarea en el conjunto del proceso.
- Requerimientos técnicos: conocimientos del personal necesarios para desempeñar la tarea, disponibilidad de equipos, ...

El encaje entre todos los subprocesos y tareas se aprecia mejor en los esquemas de los modelos en el punto 4.2.5.

Son las siguientes:

Código	0#2#Sub
Nombre	Elaborar el presupuesto.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Siempre que aceptemos inicialmente la propuesta recibida.
Descripción	Realización de todas las tareas que llevarán a la estimación de costes y requerimientos de un presupuesto completo. Si la valoración previa llevara a rechazarlo, el responsable comercial lo comunica al cliente para tratar de obtener otras oportunidades de trabajo.
Medios requeridos	Detalles de la propuesta y acceso a los sistemas que nos permitirán estimar y valorar cargas de trabajo.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos y realización de presupuestos.

Tabla 1: Ficha del subproceso Elaborar el presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#208#Sub
Nombre	Elaborar la parte técnica del presupuesto.
Responsable	Departamento de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras definir el alcance de la oferta.
Descripción	Se realizan todos los cálculos, diseños y consultas necesarios para detallar el presupuesto desde el punto de vista de la ingeniería del proyecto.
Medios requeridos	Datos de la propuesta y las aclaraciones recabadas, en su caso.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Conocimientos y experiencia de personal que haya realizado proyectos. Eventualmente, contactos con proveedores.

Tabla 2: Ficha del subproceso Elaborar la parte técnica del presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20807#Sub
Nombre	Consultar suministros con proveedores.
Responsable	Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	Tras la aprobación por Jefe de ingeniería de la documentación técnica en fase de oferta y si es necesaria la participación de proveedores externos.
Descripción	Con el estudio de la ingeniería preliminar se han estimado los materiales necesarios y se contacta con los proveedores correspondientes. Debiéndose tener por escrito respuesta de los proveedores más relevantes (si representan el 10% del coste total de los suministros). Se adjuntará a los cálculos de costes iniciales cuando se envíe la oferta para aprobación.
Medios requeridos	Definición del alcance, requerimientos e información necesaria, junto con los cálculos y planos realizados.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.

Tabla 3: Ficha del subproceso Consultar suministros con proveedores

Fuente: Elaboración propia

Código	0#3#Sub
Nombre	Aprobar internamente el presupuesto.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Tras la elaboración del presupuesto formal.
Descripción	Aprobación y modificación, en caso de que fuera necesario, del presupuesto elaborado.
Medios requeridos	Presupuesto formal del proyecto, así como toda información adicional relevante ubicada en el repositorio común.
Circunstancias observadas	Según la magnitud del proyecto aprueba el Responsable de ventas o el Responsable de delegación si sobrepasa 2.000.000 € de presupuesto.
Relevancia	Crítico.
Requerimientos técnicos	Alto nivel de conocimientos y experiencia en la elaboración de presupuestos.

Tabla 4: Ficha del subproceso Aprobar internamente el presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#4#Sub
Nombre	Asignar responsables de las áreas para el proyecto.
Responsable	Responsable de delegación.
Cuando se realiza	Una vez aceptado el presupuesto del proyecto por el cliente.
Descripción	Se transmite la información necesaria a todas las áreas de la empresa y se asignan los recursos para llevar a cabo el proyecto.
Medios requeridos	Presupuesto aceptado del proyecto y toda información adicional relevante que se fue depositando en el repositorio común.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos ya hechos.

Tabla 5: Ficha del subproceso Asignar responsables de las áreas para el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#5#Sub
Nombre	Elaborar el proyecto.
Responsable	Departamento de ingeniería y Departamento de operaciones.
Cuando se realiza	Una vez asignado los recursos para el proyecto y abiertas las partidas correspondientes en el ERP de la empresa.
Descripción	Desarrollo de la documentación de la ingeniería de detalle, revisión de los datos y cálculos facilitados por las subcontratas, en caso de que las hubiera.
Medios requeridos	Alcance del proyecto, toda la información importante para la elaboración del proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.

Tabla 6: Ficha del subproceso Elaborar el proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#6#Sub
Nombre	Ejecutar los trabajos del proyecto.
Responsable	Departamento de operaciones, Departamento de ingeniería para las compras y operarios.
Cuando se realiza	Una vez realizada la elaboración técnica del proyecto.
Descripción	Todo lo relacionado con la ejecución en obra, fabricación, así como la adquisición y transporte de materiales y equipos.
Medios requeridos	Documentación técnica en detalle del proyecto.
Circunstancias observadas	Es habitual que haya que resolver incidencias sobre la marcha de aspectos no contemplados o que surjan en el trabajo de campo.
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos y herramientas que permitan ajustar la asignación de recursos por cada uno de los trabajos en curso.

Tabla 7: Ficha del subproceso Ejecutar los trabajos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#7#Sub
Nombre	Entregar el resultado del proyecto al cliente.
Responsable	Responsable de ingeniería o Ingeniero de calidad y diseño que participó en los cálculos del presupuesto, Responsable de obra.
Cuando se realiza	Tras la ejecución de los trabajos del proyecto.
Descripción	Tras la ejecución del proyecto, se concierta una reunión con el cliente para comprobar el resultado. Se realizan una serie de pruebas en las que se anotan las incidencias, en caso de que las hubiera, así como los puntos con los que el cliente no esté de acuerdo o quiera cambiar, lo que dará lugar a alguna modificación.
Medios requeridos	Documentación en detalle del proyecto y del desarrollo de los trabajos de ejecución en obra.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal con experiencia en los distintos trabajos hechos.

Tabla 8: Ficha del subproceso Entregar el resultado del proyecto al cliente

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Tareas identificadas en los procesos

Las tareas se han representado en unas fichas similares a las empleadas con los procesos e incorporando un campo más con el tiempo estimado junto con nuestro interlocutor para la ejecución de cada una (campo “Tiempo” de las tablas):

Estas tareas son las siguientes:

Código	0#1
Nombre	Recibir y valorar la propuesta.
Responsable	Responsables de ventas, de delegación y jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez llega una propuesta de trabajo a través de cualquier unidad se produce siempre esta primera revisión para valorar si se debe considerar o es inasumible.
Descripción	Se hace esta reunión en la que cada responsable analiza los requerimientos hacia su área.
Medios requeridos	Detalles de la propuesta y registro de las capacidades y cargas de trabajo que cada responsable dispone de su área.
Circunstancias observadas	No existe un registro centralizado de capacidades y cargas de trabajo por área que permitiría sistematizar esta actividad, sin participación directa de los responsables de las áreas.
Relevancia	Importante. Avanzar con la propuesta sin la aceptación de los principales responsables podría conducir a problemas muy importantes a futuro.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos de los responsables de las áreas implicadas.
Tiempo	2 h

Tabla 9: Ficha de la actividad Recibir y valorar la propuesta

Fuente: Elaboración propia

Código	0#201
Nombre	Gestionar oferta.
Responsable	Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras ser asignado el Responsable de ventas para coordinar la elaboración del presupuesto.
Descripción	Ambos estudian el tipo de proyecto de que se trata y la clase de oferta que habría que presentar, valoran la dificultad y las cargas de trabajo requeridas. Además fijan la fecha previsible en que se podrá presentar el presupuesto.
Medios requeridos	Detalles de la propuesta y acceso a los sistemas que nos permitirán estimar y valorar cargas de trabajo.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Media. En la elaboración del presupuesto se pueden concretar cuestiones no identificadas.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos y experiencia de los dos participantes.
Tiempo	1 h

Tabla 10: Ficha de la actividad Gestionar oferta

Fuente: Elaboración propia

Código	0#202
Nombre	Iniciar documentación del presupuesto.
Responsable	Personal de soporte
Cuando se realiza	Tras la gestión de la oferta.
Descripción	Se encarga de la apertura del espacio en un repositorio informático común donde se irá actualizando toda la información del proyecto durante todo el ciclo de vida.
Medios requeridos	Información del proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Bajo.
Requerimientos técnicos	Herramienta informática que haga de repositorio de documentación, que sea accesible por el personal implicado y con conocimientos para ello.
Tiempo	1 h

Tabla 11: Ficha de la actividad Iniciar documentación del presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#203
Nombre	Comunicar al cliente fecha de presentación de la oferta.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Una vez iniciada la documentación del presupuesto.
Descripción	Tras las primeras estimaciones que se realizan, el Responsable de ventas comunica al cliente la fecha estimada de la presentación de la oferta.
Medios requeridos	-
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante. Es importante para la relación con nuestro cliente por la confianza que se transmite al cumplir desde los primeros compromisos.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	1 h

Tabla 12: Ficha de la actividad Comunicar al cliente fecha de presentación de la oferta

Fuente: Elaboración propia

Código	0#204
Nombre	Recabar información identificativa del cliente.
Responsable	Soporte.
Cuando se realiza	En caso de que se trate un cliente nuevo.
Descripción	En el supuesto de que fuera un cliente con el que no hayamos tratado anteriormente, se recaba la información necesaria para identificarlo correctamente y se envía al departamento de Administración (externo en este proceso).
Medios requeridos	Correo electrónico y teléfono.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Media. Se podría completar a posteriori, si es necesario.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	20 h

Tabla 13: Ficha de la actividad Recabar información identificativa del cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#205
Nombre	Analizar especificaciones solicitadas.
Responsable	Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras asignar fecha de presentación y disponer de información completa del cliente.
Descripción	Analizar las especificaciones solicitadas por el cliente y comprobar si hay aspectos no suficientemente definidos.
Medios requeridos	Los datos proporcionados por el cliente y las aclaraciones vía correo electrónico que sean necesarias.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	24 h

Tabla 14: Ficha de la actividad Analizar especificaciones solicitadas

Fuente: Elaboración propia

Código	0#206
Nombre	Resolver dudas sobre los requerimientos del cliente.
Responsable	Responsable de ventas o Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	En caso de que sea necesario recabar alguna información aclaratoria.
Descripción	En el supuesto de que existiera alguna duda con las especificaciones que requiere el proyecto, uno de los dos responsables concertaría una llamada para resolverlas.
Medios requeridos	-
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	8 h

Tabla 15: Ficha de la actividad Resolver dudas sobre los requerimientos del cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#207
Nombre	Definir alcance de la oferta.
Responsable	Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras resolver las dudas en caso de que las hubiera y analizar las especificaciones solicitadas.
Descripción	Se define cual sería el alcance de nuestro proyecto, para poder continuar así elaborando nuestro presupuesto y definir los aspectos más importantes. A la hora de elaborarlo, debemos tener en cuenta que magnitud del proyecto nos repercute a nosotros y hasta que punto nuestra empresa está dispuesta a llegar.
Medios requeridos	-
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	20 h

Tabla 16: Ficha de la actividad Definir alcance de la oferta

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20801
Nombre	Definir procedimientos preliminares.
Responsable	Jefe de ingeniería y el Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	Siempre se realiza tras definir el alcance de la oferta.
Descripción	El departamento de ingeniería comienza a elaborar la parte técnica del presupuesto con la definición de la información a considerar en lo referente a ingeniería, que transfieren al Responsable de ventas para que lo tenga en cuenta en el cálculo de costes.
Medios requeridos	Alcance del proyecto e información de la propuesta recibida.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	24 h

Tabla 17: Ficha de la actividad Definir procedimientos preliminares

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20802
Nombre	Estimar materiales y medios necesarios.
Responsable	Jefe de ingeniería y el Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	Siempre se realiza tras definir el alcance de la oferta.
Descripción	Se elabora el detalle de los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el trabajo, así como de los costes asociados.
Medios requeridos	Alcance del proyecto e información de la propuesta recibida.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	20 h

Tabla 18: Ficha de la actividad Estimar materiales y medios necesarios

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20803
Nombre	Realizar cálculos y planos preliminares.
Responsable	Jefe de ingeniería y el Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	Siempre se realiza tras definir el alcance de la oferta.
Descripción	Se elaboran unos primeros planos y cálculos técnicos referidos a lo pedido por el cliente, más adelante estos datos se enviarán para su aceptación.
Medios requeridos	Alcance del proyecto e información de la propuesta recibida.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	30 h

Tabla 19: Ficha de la actividad Realizar cálculos y planos preliminares

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20804
Nombre	Aclarar dudas con el cliente sobre sus requerimientos.
Responsable	Jefe de ingeniería o el Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	En caso de que existan aspectos técnicos que necesiten aclaración para elaborar el presupuesto.
Descripción	El responsable de ingeniería designado por el Jefe de ingeniería o él mismo se reúnen con el cliente para aclarar los aspectos que se necesite del proyecto o para considerar opciones que podrían llevar a una mejor ejecución.
Medios requeridos	Cálculos y planos técnicos preliminares elaborados.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	24 h

Tabla 20: Ficha de la actividad Aclarar dudas con el cliente sobre sus requerimientos

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20805
Nombre	Realizar documentación técnica preliminar.
Responsable	Responsable de ingeniería designado.
Cuando se realiza	Siempre se realiza tras los cálculos preliminares, para someterlo a aprobación del Jefe de ingeniería.
Descripción	Se documenta formalmente todo lo referido a los cálculos técnicos elaborados para el presupuesto para someterlo a la aprobación del Jefe de ingeniería e iniciar las consultas con proveedores, si son necesarias.
Medios requeridos	Definición del alcance, requerimientos e información necesaria, junto con los cálculos y planos realizados.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	6 h

Tabla 21: Ficha de la actividad Realizar documentación técnica preliminar

Fuente: Elaboración propia

Código	0#20806
Nombre	Aprobar documentación técnica preliminar.
Responsable	Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras la elaboración del documento técnico preeliminar.
Descripción	El Jefe de ingeniería se encargará de revisar que toda la estimación técnica elaborada por el departamento de ingeniería cumple con lo establecido, dando así su aprobación para continuar con la propuesta o modificarla, en caso de que fuera necesario.
Medios requeridos	Documentación técnica preeliminar.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios, así como experiencia con trabajos anteriores.
Tiempo	3 h

Tabla 22: Ficha de la actividad Aprobar documentación técnica preliminar

Fuente: Elaboración propia

Código	0#2080701
Nombre	Elaborar formulario de necesidades.
Responsable	Responsable de ingeniería o Jefe de ingeniería
Cuando se realiza	Si es necesaria la participación de proveedores externos y tras la aprobación por el Jefe de ingeniería de la documentación técnica en fase de oferta.
Descripción	Para iniciar el proceso de recepción de ofertas se prepara el formato de solicitud que se envía al Departamento de compras (externo en este proceso).
Medios requeridos	Documento aprobado con la definición del alcance, requerimientos e información necesaria.
Circunstancias observadas	El Departamento de compras se considera externo en este proceso.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Los conocimientos propios de la elaboración de presupuestos desde el punto de vista de ingeniería.
Tiempo	8 h

Tabla 23: Ficha de la actividad Elaborar formulario de necesidades

Fuente: Elaboración propia

Código	0#2080702
Nombre	Detallar condiciones con proveedores.
Responsable	Responsable de ingeniería o Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras la remisión de los formularios de necesidades por Compras y respuesta por los proveedores.
Descripción	El responsable de ingeniería o el Jefe de ingeniería es el encargado de detallar con los proveedores las características técnicas, precios, formas de pago, plazos y condiciones de entrega que se acordarían con cada uno, en caso de aceptar el contrato.
Medios requeridos	Propuestas de proveedores.
Circunstancias observadas	Habrán unos días de retraso entre que se envían las solicitudes y se reciben las propuestas por parte del Departamento de Compras.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	24 h

Tabla 24: Ficha de la actividad Detallar condiciones con proveedores

Fuente: Elaboración propia

Código	0#2080703
Nombre	Seleccionar proveedores.
Responsable	Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Al disponer de las propuestas de los proveedores.
Descripción	Una vez recibidas las propuestas se evalúan y selecciona la más adecuada. Si el proyecto se lleva a cabo se comunicará al Departamento de Compras, que emitirá el pedido en los términos y condiciones acordadas.
Medios requeridos	-
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	4 h

Tabla 25: Ficha de la actividad Seleccionar proveedores

Fuente: Elaboración propia

Código	0#209
Nombre	Elaborar la oferta formal al cliente.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Tras la elaboración de la parte técnica del presupuesto.
Descripción	El Responsable de ventas prepara la parte económica y remite al Responsable de delegación y al Jefe de ingeniería la oferta formal, que incluye además la forma de pago prevista y análisis de riesgos para las contingencias previsibles.
Medios requeridos	Requerimientos e información elaborada para el proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítico.
Requerimientos técnicos	Alto nivel de conocimientos y experiencia en la elaboración de presupuestos.
Tiempo	10 h

Tabla 26: Ficha de la actividad Elaborar la oferta formal al cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#301
Nombre	Valorar la oferta por el Responsable de delegación.
Responsable	Responsable de delegación.
Cuando se realiza	En caso de que el presupuesto supere los 2.000.000 € debe pasar a aprobación del Responsable de delegación.
Descripción	Los proyectos pequeños no requieren aprobación adicional. El Responsable de ventas enviará los que exceden de 2.000.000 € al Responsable de delegación para su aprobación.
Medios requeridos	Presupuesto formal del proyecto, así como toda información adicional relevante ubicada en el repositorio común.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	1 h

Tabla 27: Ficha de la actividad Valorar la oferta por el Responsable de delegación

Fuente: Elaboración propia

Código	0#302
Nombre	Reajustar el presupuesto.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Tras evaluar el Responsable de delegación el presupuesto que se le presenta y solicitar alguna modificación.
Descripción	En caso de que el Responsable de delegación solicite algún cambio en el presupuesto, el Responsable de ventas debe contactar con los interlocutores responsables de la parte afectada.
Medios requeridos	Presupuesto formal del proyecto y comentarios del Responsable de delegación.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	8 h

Tabla 28: Ficha de la actividad Reajustar el presupuesto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#303
Nombre	Enviar oferta al cliente.
Responsable	Responsable de ventas.
Cuando se realiza	Tras la elaboración formal del presupuesto y modificaciones en caso de que las hubiera por parte del Responsable de delegación.
Descripción	El Responsable de ventas envía la oferta al cliente, firmada por el Responsable de delegación.
Medios requeridos	Documentación formal del presupuesto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	1 h

Tabla 29: Ficha de la actividad Enviar oferta al cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#304
Nombre	Evaluar respuesta del cliente.
Responsable	Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras analizar el cliente la oferta, si solicita algunos cambios para la aceptación del presupuesto.
Descripción	En caso de que se requiera alguna modificación, el Responsable de ventas concierta una reunión con los departamentos afectados para valorarla.
Medios requeridos	Documentación formal del presupuesto y modificaciones solicitadas.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	8 h

Tabla 30: Ficha de la actividad Evaluar respuesta del cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#401
Nombre	Asignar recursos del proyecto.
Responsable	Jefe de ingeniería, Responsable de delegación y Responsable del proyecto
Cuando se realiza	Una vez aceptado el presupuesto del proyecto por el cliente.
Descripción	Tanto el Jefe de ingeniería, como el Responsable del proyecto, asignan los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.
Medios requeridos	Presupuesto aceptado del proyecto y toda información adicional relevante que se fue depositando en el repositorio común.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos ya hechos.
Tiempo	10 h

Tabla 31: Ficha de la actividad Asignar recursos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#402
Nombre	Realizar lista de entregables para la ejecución del proyecto.
Responsable	Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos necesarios para la ejecución del proyecto.
Descripción	Realización de la lista de entregables necesarios para la ejecución del proyecto. Documentación en lo referente a: planos, procedimientos específicos del trabajo, memorias de cálculo, memorias de trabajo en obra, etc.
Medios requeridos	Toda la información necesaria para la ejecución del proyecto y la experiencia de proyectos anteriores.
Circunstancias observadas	Se realizará al menos una reunión mensual de seguimiento, donde se definirá el estado de los entregables, revisiones de alcance y planificación, así como necesidades de asistencia a obra.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	20 h

Tabla 32: Ficha de la actividad Realizar lista de entregables para la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#403
Nombre	Realizar reunión interna de lanzamiento.
Responsable	Responsable del proyecto, Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras la realización de la lista de entregables y antes de iniciar los trabajos de cálculo y diseño.
Descripción	Para la transferencia de información del proyecto entre los distintos departamentos se convoca esta reunión por el Responsable del proyecto y a la que acuden los responsables mencionados y partes interesadas.
Medios requeridos	Toda documentación e información referente al proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	8 h

Tabla 33: Ficha de la actividad Realizar reunión interna de lanzamiento

Fuente: Elaboración propia

Código	0#404
Nombre	Realizar estimación preliminar de costes.
Responsable	Responsable del proyecto.
Cuando se realiza	Tras la reunión para el lanzamiento del proyecto.
Descripción	A partir del cálculo inicial de costes utilizado para elaborar el presupuesto, se prepara el primer cálculo de costes para el arranque del proyecto.
Medios requeridos	Toda la documentación e información referente al proyecto.
Circunstancias observadas	Puede haber diferencias con los costes elaborados por el Responsable de ventas, ya que hay más detalles concretos.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	-
Tiempo	20 h

Tabla 34: Ficha de la actividad Realizar estimación preliminar de costes

Fuente: Elaboración propia

Código	0#405
Nombre	Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa.
Responsable	Personal de soporte.
Cuando se realiza	Una vez aceptada la estimación preliminar de costes por el Responsable de delegación.
Descripción	Se realiza la apertura de nuestro proyecto en la herramienta ERP, incorporando la información facilitada por todas las áreas implicadas.
Medios requeridos	Toda la documentación aportada por las áreas referente al proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Herramienta ERP configurada acorde con los proyectos que la empresa realiza y personal con la formación necesaria para su utilización.
Tiempo	2 h

Tabla 35: Ficha de la actividad Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa

Fuente: Elaboración propia

Código	0#501
Nombre	Elaborar internamente cálculos técnicos.
Responsable	Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos para la ejecución del proyecto.
Descripción	Realización técnica en detalle del proyecto. Todos los documentos serán revisados por el Jefe de ingeniería, que evaluará si los procedimientos son suficientes para la correcta realización del proyecto.
Medios requeridos	Alcance del proyecto, toda la información relevante para la consecución del proyecto, lista de procedimientos necesarios, así como de los materiales implicados.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se revisan los cálculos de la subcontrata, si es necesaria su participación.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de ingeniería con experiencia en trabajos hechos .
Tiempo	200 h

Tabla 36: Ficha de la actividad Elaborar internamente cálculos técnicos

Fuente: Elaboración propia

Código	0#502
Nombre	Elaborar internamente planos técnicos en detalle.
Responsable	Ingeniero de diseño y calidad.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos para la ejecución del proyecto.
Descripción	Realización de los planos provenientes de la ingeniería de detalle suficientes para la realización del proyecto, que incluyen como mínimo: planos de fabricación, planos de ejecución de trabajos y planos de maniobras y áreas de trabajo.
Medios requeridos	Alcance del proyecto, toda la información relevante para la consecución del proyecto, lista de procedimientos necesarios, así como de los materiales implicados.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se revisan los cálculos de la subcontrata, si es necesaria su participación.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de ingeniería con experiencia en trabajos hechos .
Tiempo	340 h

Tabla 37: Ficha de la actividad Elaborar internamente planos técnicos en detalle

Fuente: Elaboración propia

Código	0#503
Nombre	Elaborar internamente procedimientos sobre la logística.
Responsable	Ingeniero de equipos y logística.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos para la ejecución del proyecto.
Descripción	Realización técnica en detalle del proyecto sobre equipos y logística. Todos los documentos serán revisados por el Jefe de ingeniería, que evaluará si los procedimientos son suficientes para la correcta realización del proyecto.
Medios requeridos	Alcance del proyecto, toda la información relevante para la consecución del proyecto, lista de procedimientos necesarios, así como de los materiales implicados.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se revisan los cálculos de la subcontrata, si es necesaria su participación.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de ingeniería con experiencia en trabajos hechos .
Tiempo	160 h

Tabla 38: Ficha de la actividad Elaborar internamente procedimientos sobre la logística

Fuente: Elaboración propia

Código	0#504
Nombre	Definir lista de entregables a la subcontratas de Ingeniería.
Responsable	Jefe de ingeniería, Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos para la ejecución del proyecto. Se realiza sólo si se ha decidido subcontratar una parte técnica del proyecto y teniendo ya definida la contrata con la que trabajar.
Descripción	El Jefe de ingeniería envía por email a la subcontrata una lista de entregables, con definición de los documentos que han de preparar, fecha de comienzo y finalización del proyecto. Se fija un plazo máximo para la recepción, que deberá contener la valoración económica de los trabajos proyectados, fecha prevista de entrega y estimación de horas por documento.
Medios requeridos	Alcance del proyecto, toda la información importante para la consecución del proyecto.
Circunstancias observadas	Se realiza al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se realiza internamente la parte técnica del proyecto que corresponda.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de ingeniería con experiencia en trabajos hechos .
Tiempo	8 h

Tabla 39: Ficha de la actividad Definir lista de entregables a la subcontrata de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Código	0#505
Nombre	Revisar cálculos de las subcontratas de Ingeniería.
Responsable	Jefe de ingeniería, Ingeniero de diseño y calidad y Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez que la subcontrata envía cada uno de los entregables.
Descripción	Se supervisan las hipótesis y cálculos incorporados por la subcontrata en cada uno de sus entregables.
Medios requeridos	Toda la documentación procedente de la subcontrata y las especificaciones que se les definieron.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se realiza la parte técnica en detalle. Es una tarea de control de la calidad del trabajo de las contratas de ingeniería.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de ingeniería con experiencia en trabajos hechos .
Tiempo	60 h

Tabla 40: Ficha de la actividad Revisar cálculos de las subcontratas de Ingeniería

Fuente: Elaboración propia

Código	0#506
Nombre	Organizar los recursos para la ejecución del proyecto.
Responsable	Responsable de obra.
Cuando se realiza	Una vez asignados los recursos para la ejecución del proyecto.
Descripción	El Responsable de obra se encarga de comunicar al Responsable del proyecto las necesidades de personal, indicando cualificación requerida para su gestión con el departamento de RRHH (área externa de este proceso), así como de los materiales y equipos necesarios.
Medios requeridos	Toda la documentación del proyecto, así como las herramientas y personal necesario.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se controlan los cálculos de la subcontrata (en caso de que sea necesario) y se realiza la parte técnica en detalle.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	36 h

Tabla 41: Ficha de la actividad Organizar los recursos para la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#507
Nombre	Solicitar personal y equipos para la ejecución del proyecto.
Responsable	Responsable del proyecto.
Cuando se realiza	Una vez que el Responsable de obra comunica el personal y los equipos necesarios.
Descripción	El Responsable del proyecto deberá realizar a través de los medios internos la solicitud de personal, herramientas y equipos necesarios, para su gestión con el Departamento de compras (externos a este proceso).
Medios requeridos	Toda la documentación de nuestro proyecto, así como herramientas y personal necesario.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se controlan los cálculos de la subcontrata (en caso de que sea necesaria) y se realiza la parte técnica en detalle.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	20 h

Tabla 42: Ficha de la actividad Solicitar personal y equipos para la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#508
Nombre	Unificar la documentación técnica.
Responsable	Jefe de ingeniería o Responsable de ingeniería.
Cuando se realiza	Tras revisar los cálculos precedente de la subcontrata.
Descripción	Tras revisar los cálculos precedentes de la subcontrata, se procede a adjuntarlo junto con la parte técnica elaborada por nuestra empresa.
Medios requeridos	Toda la documentación procedentes de la subcontrata, así como la lista de entregables requerida e información relativa a la ejecución de nuestro proyecto.
Circunstancias observadas	Realización de la actividad, al mismo tiempo que se organizan los recursos para la ejecución del proyecto y se realiza la parte técnica en detalle.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	30 h

Tabla 43: Ficha de la actividad unificar la documentación técnica

Fuente: Elaboración propia

Código	0#601
Nombre	Gestionar la compra de materiales para la ejecución del proyecto.
Responsable	Responsable del proyecto.
Cuando se realiza	Una vez realizada la parte técnica del proyecto y se considera completo.
Descripción	El Responsable del proyecto envía al Departamento de compras la solicitudes de materiales.
Medios requeridos	Especificaciones de los materiales a comprar y relación de proveedores homologados para cada tipo.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Relación de proveedores homologados para cada tipo de producto e indicación de las cargas de trabajo que tienen y pueden asumir.
Tiempo	60 h

Tabla 44: Ficha de la actividad Gestionar la compra de materiales para la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Código	0#602
Nombre	Asignar recursos para el manejo de equipos.
Responsable	Jefe de ingeniería.
Cuando se realiza	Una vez lanzado el proyecto y en fecha de que lleguen los materiales y equipos a la obra.
Descripción	Será responsabilidad del Jefe de ingeniería la asignación de un recurso con capacidad técnica suficiente para manejar los equipos. Las horas empleadas deberán ser imputadas al proyecto correspondiente en la partida habilitada para ello.
Medios requeridos	Detalle de los equipos a emplear y capacitación necesaria para hacerlo.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal con experiencia en obra y capacitación suficiente para el manejo de equipos y herramientas.
Tiempo	10 h

Tabla 45: Ficha de la actividad Asignar recursos para el manejo de equipos

Fuente: Elaboración propia

Código	0#603
Nombre	Elaborar programa de puntos de inspección.
Responsable	Responsable de ingeniería e Ingeniero de calidad y diseño.
Cuando se realiza	Una vez gestionada la compra y antes de empezar los trabajos en obra.
Descripción	Será responsabilidad del Responsable de ingeniería la elaboración del programa de puntos de inspección y definición de criterios o normas a seguir que garanticen el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto, así como de recabar toda información técnica (certificados de materiales, ensayos, etc.). Se elaborará además un listado de controles de fabricación, dónde se planificará la visita a talleres y proveedores.
Medios requeridos	Documentación técnica en detalle del proyecto y relación de normativa que sea de aplicación a cada caso.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal con experiencia en trabajos ya hechos y en inspecciones de obra.
Tiempo	100 h

Tabla 46: Ficha de la actividad Elaborar programa de puntos de inspección

Fuente: Elaboración propia

Código	0#604
Nombre	Realizar controles de fabricación a materiales comprados.
Responsable	Responsable de ingeniería o Ingeniero de calidad y diseño.
Cuando se realiza	Tras disponer del listado de controles de fabricación y aprobar los puntos de inspección.
Descripción	Se lleva a cabo un control de la fabricación en taller sobre las piezas que se han encargado, asegurando que se cumplen con las especificaciones y normativas que les afecten.
Medios requeridos	Documentación técnica en detalle del proyecto y relación de normativa que sea de aplicación a cada caso.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítico.
Requerimientos técnicos	Personal con experiencia en trabajos ya hechos y en inspecciones de taller.
Tiempo	352 h

Tabla 47: Ficha de la actividad Realizar controles de fabricación a materiales comprados

Fuente: Elaboración propia

Código	0#605
Nombre	Transportar materiales y equipos a obra.
Responsable	Ingeniero de equipos y logística.
Cuando se realiza	Tras realizar los controles de fabricación.
Descripción	Gestión relacionada con la logística, transporte de material y equipos a la zona de ejecución del proyecto.
Medios requeridos	Documentación técnica en detalle, programa de puntos de inspección, lista de materiales y equipos necesarios para la ejecución.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	80 h

Tabla 48: Ficha de la actividad Transportar materiales y equipos a obra

Fuente: Elaboración propia

Código	0#606
Nombre	Ejecutar los trabajos proyectados.
Responsable	Responsable de obra y técnicos especializados de la propia empresa.
Cuando se realiza	Una vez acopiados los materiales y equipos y asignados los responsables del manejo de los equipos.
Descripción	Se hacen los trabajos que requiere el proyecto. El Responsable de obra será el encargado del control de las operaciones en el área de trabajo, exigiendo que se cumpla con todos los procedimientos documentados.
Medios requeridos	Toda documentación relativa a la ejecución del proyecto y asignación de responsabilidades entre distintas personas.
Circunstancias observadas	Esta es la parte del trabajo que menos depende en su duración de las tareas recogidas en este documento.
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	360 h

Tabla 49: Ficha de la actividad Ejecutar los trabajos proyectados

Fuente: Elaboración propia

Código	0#607
Nombre	Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra.
Responsable	Responsable de obra en primer término y, por extensión, Responsable de ingeniería e Ingeniero de calidad y diseño.
Cuando se realiza	Durante la ejecución del proyecto, en el caso de que surgiera algún imprevisto o necesidad nueva.
Descripción	El Responsable de obra recaba la información necesaria en primer término del Responsable de proyecto y si es necesario se extiende a las demás áreas. El objetivo es adoptar las medidas necesarias para solucionar las incidencias que se presenten.
Medios requeridos	Toda la documentación relativa al diseño y ejecución del proyecto.
Circunstancias observadas	Es relativamente frecuente que se presenten imprevistos o surja el interés por parte del cliente de actuaciones no previstas durante la realización de los trabajos.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	46 h

Tabla 50: Ficha de la actividad Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra

Fuente: Elaboración propia

Código	0#701
Nombre	Concertar cierre del proyecto con el cliente.
Responsable	Ingeniero de calidad y diseño, Responsable de ingeniería o Responsable de obra.
Cuando se realiza	Tras la ejecución del proyecto.
Descripción	Tras la ejecución del proyecto, se concerta una reunión con el cliente, para comprobar el resultado de los trabajos.
Medios requeridos	Documentación en detalle del proyecto.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	4 h

Tabla 51: Ficha de la actividad Concertar cierre del proyecto con el cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#702
Nombre	Revisar resultado de los trabajos con el cliente.
Responsable	Responsable de ingeniería o Responsable de obra.
Cuando se realiza	Tras la ejecución de los trabajos del proyecto y una vez acordado con el cliente.
Descripción	Una vez terminados los trabajos en obra, el Responsable de ingeniería o el Responsable de obra revisará en el terreno y junto con el cliente el resultado obtenido. Se anotarán todos los puntos que el cliente considere necesario, ya sea porque no se ejecutó como el pedía o por fallos que pudieran encontrarse, elaborándose una lista de incidencias y nuevas peticiones.
Medios requeridos	Documentación en detalle del proyecto, especificaciones del cliente y detalles de la ejecución en obra.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	24 h

Tabla 52: Ficha de la actividad Revisar resultado de los trabajos con el cliente

Fuente: Elaboración propia

Código	0#703
Nombre	Reparar incidencias relevantes.
Responsable	Técnicos especializados, Responsable de obra.
Cuando se realiza	Tras la elaboración de la lista de observaciones que aprecia el cliente en la entrega del proyecto se dedice las que es imprescindible reparar y se hace una valoración económica de aquellas no contempladas en el encargo inicial y que el cliente propone en este acto, que se aceptarán por ambas partes o no.
Descripción	En esta actividad se toma en cuenta la reparación de las incidencias relevantes encontradas en la revisión con el cliente y que corresponde a deficiente consideración de los requerimientos expresados.
Medios requeridos	Documentación en detalle del proyecto, especificaciones del cliente, detalles de la ejecución y lista de incidencias.
Circunstancias observadas	-
Relevancia	Crítica.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	32 h

Tabla 53: Ficha de la actividad Reparar incidencias relevantes

Fuente: Elaboración propia

Código	0#704
Nombre	Reparar incidencias menores.
Responsable	Técnicos especializados, Responsable de obra.
Cuando se realiza	Tras la elaboración de la lista de incidencias expresadas por el cliente en la entrega del proyecto.
Descripción	Tal como se ha indicado en la actividad anterior, el cliente puede proponer cambios que corresponden a una errónea ejecución de sus requerimientos u otras cuestiones adicionales que surgen en esta revisión. En esta actividad se recogen estas últimas cuestiones, que requiere de la aceptación del coste adicional que supone.
Medios requeridos	Documentación en detalle del proyecto, especificaciones del cliente, lista de tareas o incidencias.
Circunstancias observadas	Prácticamente en todos los casos el cliente propone el ajuste de alguna pieza, la pintura de alguna parte del equipo,... que da lugar a estos trabajos.
Relevancia	Importante.
Requerimientos técnicos	Personal de las diversas áreas con experiencia en trabajos hechos.
Tiempo	10 h

Tabla 54: Ficha de la actividad Reparar incidencias menores

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Bifurcaciones

Se describen aquí los puntos en el proceso en el que la actividad puede seguir por caminos diferentes. Se ha elaborado una ficha con las circunstancias que afectan a cada decisión con los campos siguientes:

- Proceso: en el que aparece esta bifurcación.
- Código: secuencial.
- Nombre: se ha descrito con una palabra o frase entre interrogaciones descriptivos de la circunstancia que harán que se siga por una u otra rama.
- Actividad predecesora.
- Circunstancia que lleva a cada salida: criterio que llevará a elegir una u otra salida.
- Actividades sucesoras: tras cada salida. Se ha tratado de estimar, de acuerdo con el interlocutor, la probabilidad con la que se saldrá por cada una de ellas de acuerdo al historial que dispone la empresa.
- Salidas negativas: cuando supone la finalización del proceso porque, por ejemplo, rechazamos continuar con el trabajo

Se muestran a continuación:

Proceso	General.
Código	B01
Nombre	¿Nos interesa elaborar presupuesto?
Actividad predecesora	01.Recibir y valorar la propuesta.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Análisis inicial de la propuesta y cargas de trabajo actuales en la empresa. La salida por una u otra opción se valora en función de la experiencia de propuestas anteriores analizadas.
Actividad/es sucesoras	02.Elaborar el presupuesto (97%).
Salidas Negativas	NO (3%).

Tabla 55: Ficha de la bifurcación ¿Nos interesa elaborar el presupuesto?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	02.Elaborar el presupuesto.
Código	B02
Nombre	¿Nuevo cliente?
Actividad predecesora	0203.Comunicar cliente fecha de presentación de la oferta.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	En el caso de que se trate de un nuevo cliente cuyos datos no estén registrados en nuestro sistema de gestión interno, se procederá a recabar la información necesaria.
Actividad/es sucesoras	0204.Recabar información identificativa del cliente (10%) 0205.Analizar especificaciones solicitadas (90%)
Salidas Negativas	-

Tabla 56: Ficha de la bifurcación ¿Nuevo cliente?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	02.Elaborar el presupuesto.
Código	B03
Nombre	¿Existen dudas sobre la propuesta?
Actividad predecesora	0205.Analizar especificaciones solicitadas.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	A la hora de realizar la elaboración del presupuesto, en el supuesto de que existieran dudas con respecto a la propuesta, se comunicará con el cliente para aclararlas.
Actividad/es sucesoras	0206.Resolver dudas sobre los requerimientos del cliente (30%). 0207.Definir alcance de la oferta (70%).
Salidas Negativas	-

Tabla 57: Ficha de la bifurcación ¿Existen dudas sobre la propuesta?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	0208.Elaborar la parte técnica del presupuesto.
Código	B04
Nombre	¿Existen dudas sobre la parte técnica?
Actividad/es predecesoras	020801.Definir procedimientos preeliminarios. 020802.Estimar materiales y medios necesarios. 020803.Realizar cálculos y procedimientos preeliminarios.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Tras la realización de los cálculos preliminares sobre la parte técnica del proyecto y si es necesaria alguna aclaración, se concertará una reunión con el cliente. En ocasiones es necesaria la visita a sus instalaciones.
Actividad/es sucesoras	020804.Aclarar dudas con el cliente sobre los requerimientos (15%). 020805.Realizar Doc.Técnica preliminar (85%).
Salidas Negativas	-

Tabla 58: Ficha de la bifurcación ¿Existen dudas sobre la parte técnica?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	0208.Elaborar la parte técnica del presupuesto.
Código	B05
Nombre	¿Lo aprueba el Jefe de ingeniería?
Actividad predecesora	020806.Aprobar documentación técnica preliminar.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	El Responsable de delegación analiza el proyecto y revisa la documentación técnica realizada, modificándola en el caso de que fuera necesario, para decidir si es viable seguir o no con la propuesta.
Actividad/es sucesoras	020807.Consultar suministros con proveedores (92%). 020805.Realizar Doc.Técnica preliminar (5%).
Salidas Negativas	Proyecto rechazado (3%).

Tabla 59: Ficha de la bifurcación ¿Lo aprueba el Jefe de ingeniería?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	03.Aprobar internamente el presupuesto.
Código	B06
Nombre	¿Cómo es la envergadura del proyecto?
Actividad predecesora	02080703.Seleccionar proveedores.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Los proyectos con un presupuesto superior a 2.000.000 € (Proyectos grandes) deberán remitirse para su aprobación al Responsable de delegación, el resto los valida directamente el Responsable de ventas.
Actividad/es sucesoras	0301.Valorar la oferta por el responsable de delegación (30%) 0303.Envíar oferta al cliente (70%)
Salidas Negativas	-

Tabla 60: Ficha de la bifurcación ¿Cómo es la envergadura del proyecto?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	03.Aprobar internamente el presupuesto.
Código	B07
Nombre	¿Necesita modificación el presupuesto?
Actividad predecesora	0301.Valorar la oferta por el responsable de delegación.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Tras la revisión del presupuesto por parte del Responsable de delegación, evaluará cómo se han calculado los costes y, si fuera necesario, propondrá realizar algún ajuste.
Actividad/es sucesoras	0302.Reajustar el presupuesto (10%). 0303.Envíar oferta al cliente (90%).
Salidas Negativas	-

Tabla 61: Ficha de la bifurcación ¿Necesita modificación el presupuesto?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	03.Aprobar internamente el presupuesto.
Código	B08
Nombre	¿Acepta el cliente o propone alguna modificación?
Actividad predecesora	0303.Envíar oferta al cliente.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	El cliente, tras evaluar nuestra oferta, remite un comunicado donde plasmará los cambios que requiere para aceptar el proyecto en caso de que fuera necesario o el rechazo, si no le satisface.
Actividad/es sucesoras	0401.Asígnar recursos del proyecto (50%). 0304.Evaluar respuesta del cliente (10%).
Salidas Negativas	Rechazo (40%).

Tabla 62: Ficha de la bifurcación ¿Acepta el cliente o propone alguna modificación?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	04.Asignar responsables de las áreas para el proyecto.
Código	B09
Nombre	¿Aprueba el desarrollo del proyecto el Responsable de delegación?
Actividad predecesora	0404.Realizar estimación preliminar de costes.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Evaluación de costes y necesidad o no de modificación de los mismos, correcta imputación de los recursos necesarios al proyecto.
Actividad/es sucesoras	0405.Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa (96%). 0401.Asignar recursos del proyecto (4%).
Salidas Negativas	-

Tabla 63: Ficha de la bifurcación ¿Aprueba el desarrollo del proyecto el Responsable de delegación?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	05.Elaborar el proyecto.
Código	B10
Nombre	¿Se necesitan subcontratas de ingeniería?
Actividad predecesora	0405.Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Dependiendo del tamaño del proyecto y tras un análisis en profundidad, se evalúa si es necesario subcontratar alguna parte del trabajo de ingeniería.
Actividad/es sucesoras	0504.Definir lista de entregables a la subcontratas de ingeniería (30%). 0508.Unificar la Documentación técnica (70%).
Salidas Negativas	-

Tabla 64: Ficha de la bifurcación ¿Se necesitan subcontratas de ingeniería?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	05.Elaborar el proyecto.
Código	B11
Nombre	¿Se necesita alguna modificación en los cálculos?
Actividad predecesora	0505.Revisar cálculos de la subcontrata de ingeniería.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Revisión de los cálculos realizados por la subcontrata, en el caso de que sea necesaria alguna modificación, la subcontrata encargada, procederá a realizarla.
Actividad/es sucesoras	C04.Modificación de cálculos por la subcontrata de ingeniería (15%). 0508.Unificar la documentación técnica (85%).
Salidas Negativas	-

Tabla 65: Ficha de la bifurcación ¿Se necesita alguna modificación en los cálculos?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	06.Ejecutar los trabajos del proyecto.
Código	B12
Nombre	¿Se aprueba el programa puntos de inspección?.
Actividad predecesora	0603.Elaborar programa de puntos de inspección.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	Jefe de ingeniería revisa el programa de puntos de inspección y, si fuera necesario, se procedería a su modificación.
Actividad/es sucesoras	0604.Realizar controles de fabricación (96%). 0603.Elaborar programa de puntos de inspección (4%).
Salidas Negativas	-

Tabla 66: Ficha de la bifurcación ¿Se aprueba el programa puntos de inspección?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	06.Ejecutar los trabajos del proyecto.
Código	B13
Nombre	¿Surgen imprevistos en obra?
Actividad predecesora	0606.Ejecutar trabajos proyectados.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	En el caso de que surja algún imprevisto en la ejecución del proyecto, se evalúa y se estudian las soluciones que se crean pertinentes.
Actividad/es sucesoras	0607.Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra (25%). 0701.Concertar cierre del proyecto con el cliente (75%).
Salidas Negativas	-

Tabla 67: Ficha de la bifurcación ¿Surgen imprevistos en obra?

Fuente: Elaboración propia

Proceso	07.Entregar el resultado del proyecto al cliente.
Código	B14
Nombre	¿Cómo son las incidencias encontradas?
Actividad predecesora	0702.Revisar resultado de los trabajos con el cliente.
Circunstancia que nos lleva a cada salida	La reunión con el cliente para la puesta a punto da, en la gran mayoría de casos, una serie de incidencias que se consideradan como menores en la mayor parte de los casos.
Actividad/es sucesoras	0703.Reparar incidencias relevantes (15%). 0704.Reparar incidencias menores (85%).
Salidas Negativas	-

Tabla 68: Ficha de la bifurcación ¿Cómo son las incidencias encontradas?

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Timers

Circunstancias en nuestros procesos en las que estamos sometidos a un tiempo que no depende de la empresa: será un proveedor, un cliente, ...

Se ha elaborado una ficha por cada uno de ellos con los siguientes campos:

- Proceso: en el que aparece el timer.
- Código: secuencial.
- Nombre.
- Descripción: descripción de la circunstancia en que se emplea este tiempo.
- Tiempo: estimado con la experiencia del interlocutor.

Las fichas de los Timers son los siguientes:

Proceso	020807.Consultar suministros con proveedores.
Código	C01
Nombre	Obtener propuesta de proveedores por el departamento de compras.
Descripción	Una vez elaborado el formulario de necesidades y remitido al Departamento de compras, se encargan de facilitarnos una lista con los proveedores homologados por nuestra empresa para este tipo de artículos.
Tiempo	8 h

Tabla 69: Ficha del Timer Obtener propuesta de proveedores por el departamento de compras

Fuente: Elaboración propia

Proceso	03.Aprobar internamente el presupuesto.
Código	C02
Nombre	Cliente analiza la oferta.
Descripción	Una vez enviada la oferta, el cliente la estudia y valora la posibilidad de asignar el proyecto a nuestra empresa.
Tiempo	40 h

Tabla 70: Ficha del Timer Cliente analiza la oferta

Fuente: Elaboración propia

Proceso	05.Elaborar el proyecto.
Código	C03
Nombre	Cálculos subcontratas.
Descripción	La subcontrata se encargará de elaborar todos los cálculos necesarios para realizar la lista de entregables que la empresa les remitió.
Tiempo	260 h

Tabla 71: Ficha del Timer Cálculos subcontratas

Fuente: Elaboración propia

Proceso	05.Elaborar el proyecto.
Código	C04
Nombre	Modificación de cálculos por la subcontrata de ingeniería.
Descripción	Tras la revisión de los documentos entregados por la subcontrata de ingeniería y en el caso de que se considere necesario, se corregirán los documentos afectados.
Tiempo	20 h

Tabla 72: Ficha del Timer Modificación de cálculos por la subcontrata de ingeniería

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Modelo Bizagi

A continuación, tras el registro de los elementos que participan en el proceso, se muestra el modelo elaborado de acuerdo a la metodología BPMN.

Los procesos y subprocesos quedarían representados de la siguiente manera:

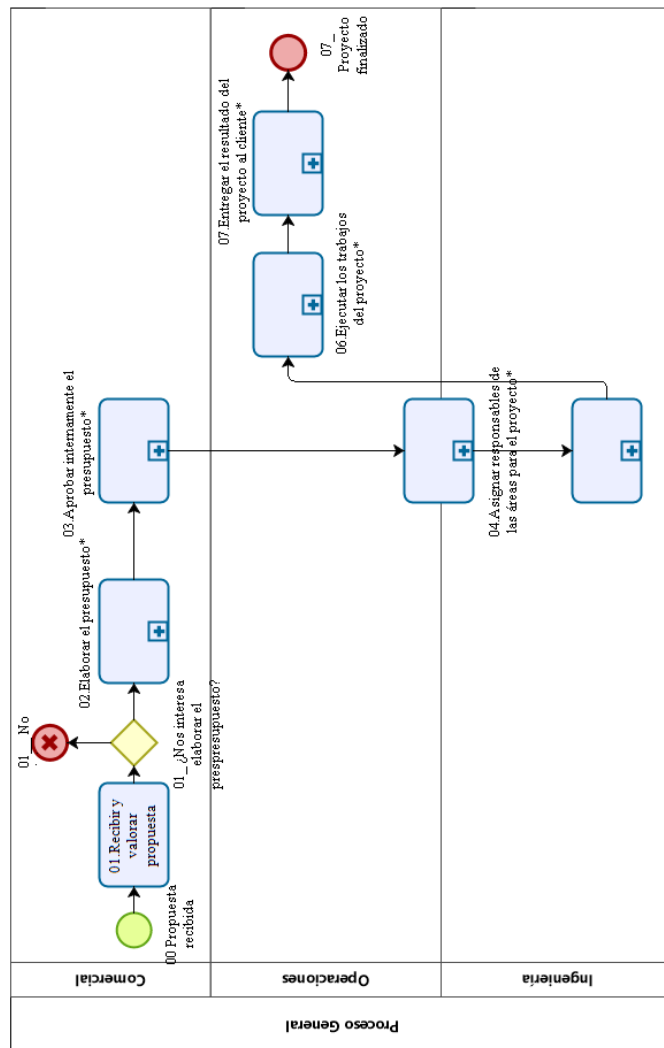


Figura 20: Modelo del Proceso General

Fuente: Bizagi.

Para elaborar el presupuesto:

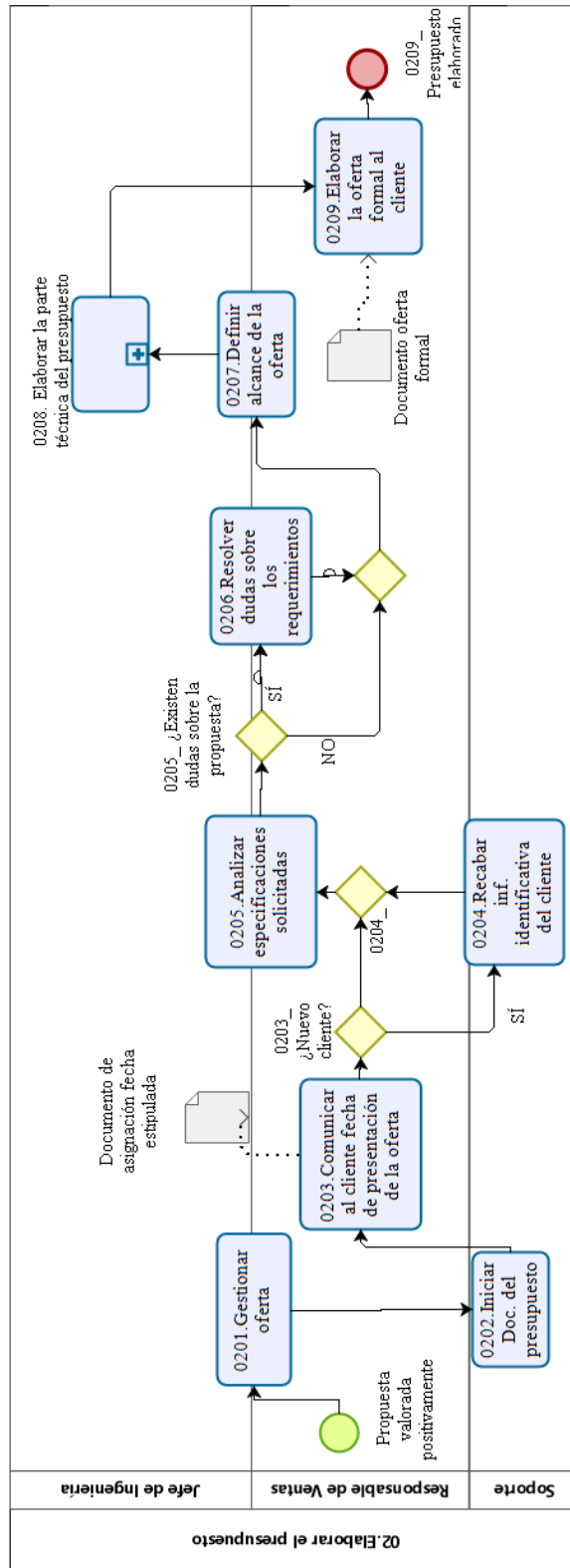


Figura 21: Modelo del subproceso Elaborar el presupuesto

Fuente: Bizagi.

Concretamente la elaboración de la parte técnica del presupuesto queda:

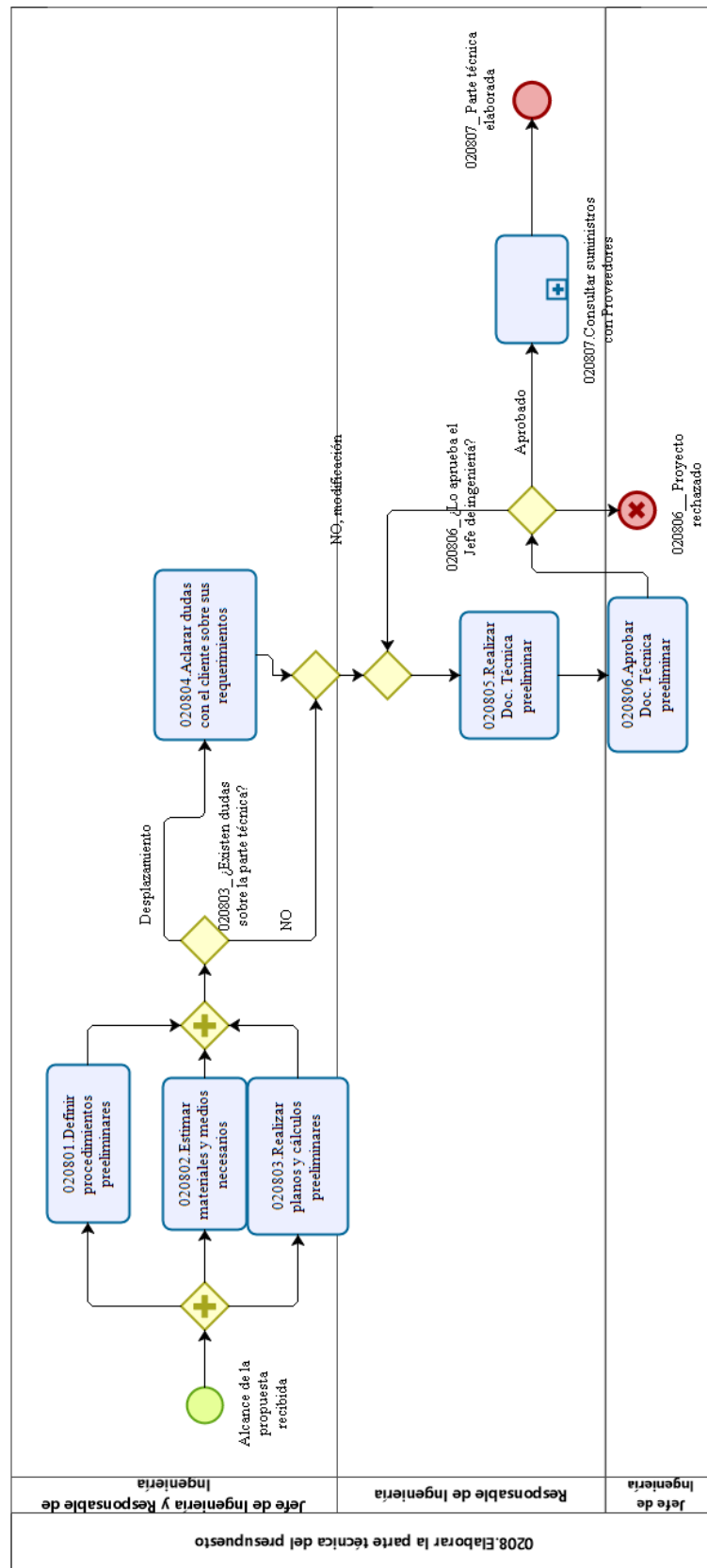


Figura 22: Modelo del subproceso Elaborar la parte técnica del presupuesto

Fuente: Bizagi.

Cuando hay que consultar el suministro de piezas con proveedores:

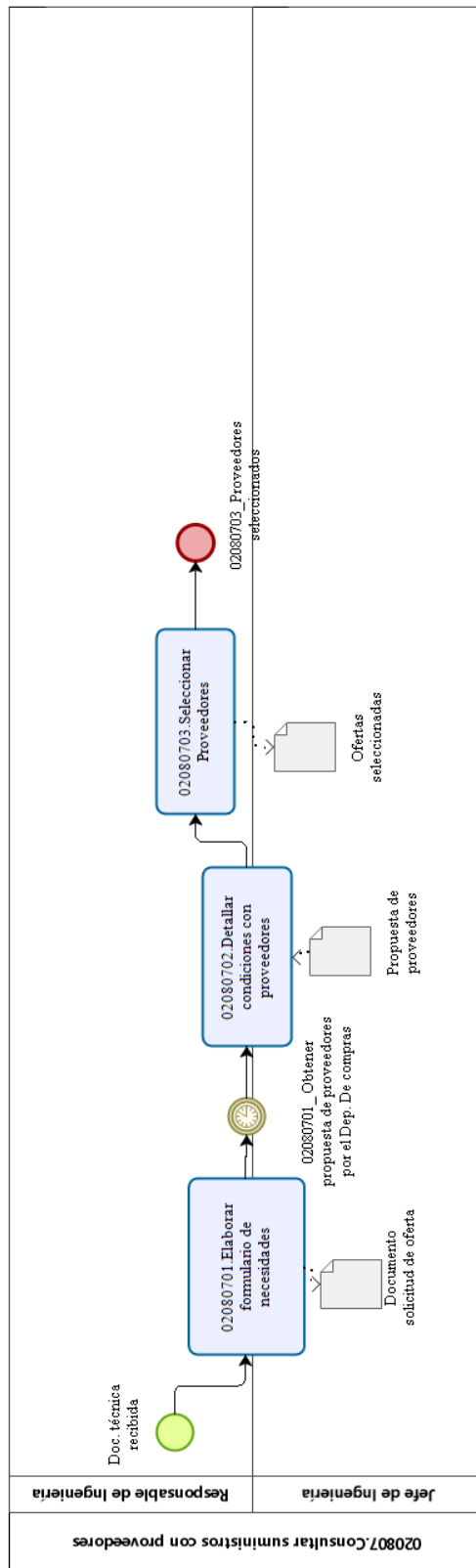


Figura 23: Modelo del subproceso Consultar suministros con proveedores

Fuente: Bizagi

El presupuesto requiere una aprobación interna en la empresa:

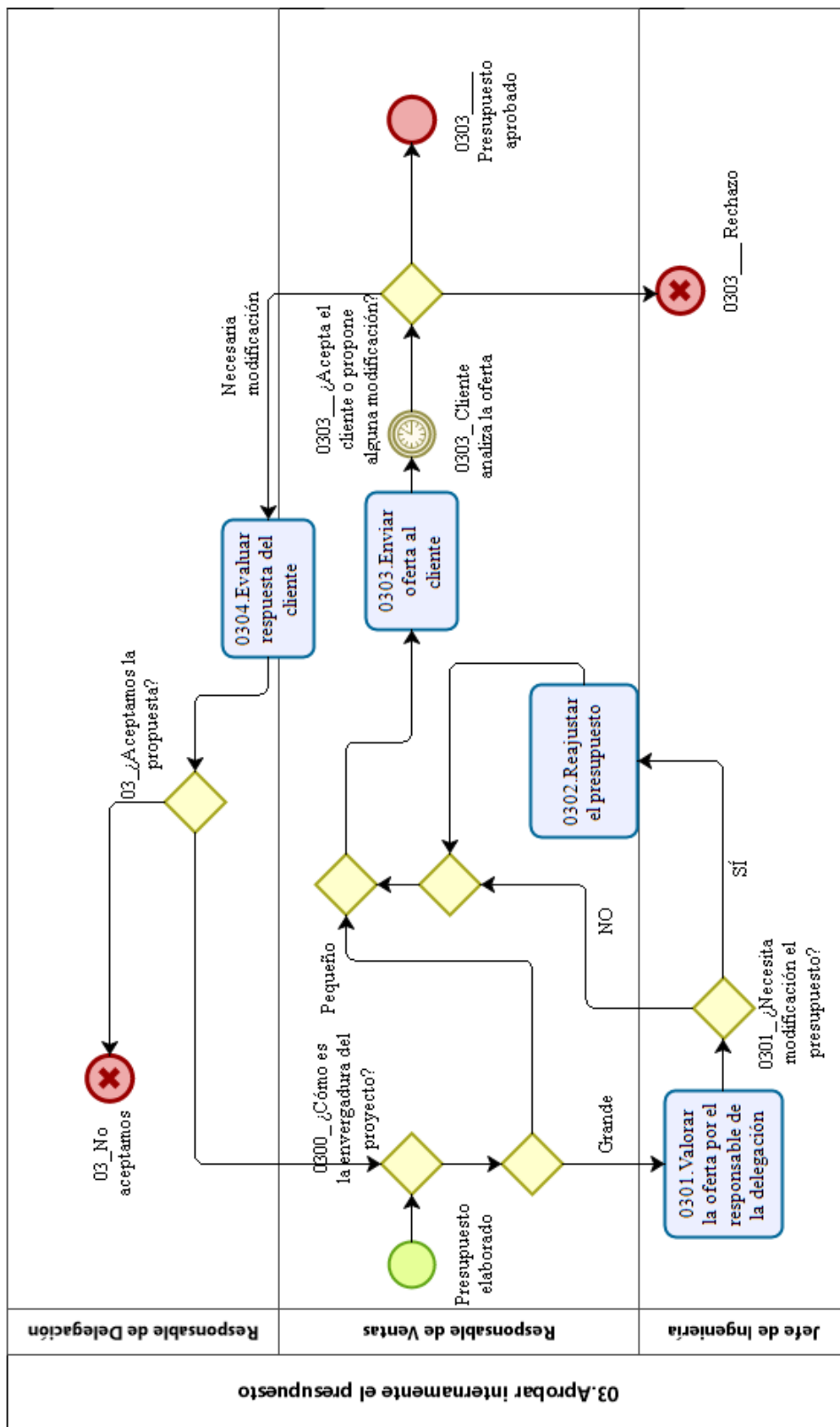


Figura 24: Modelo del subproceso Aprobar internamente el presupuesto

Fuente: Bizagi.

Una vez aprobado se asignan responsabilidades para la elaboración del proyecto:

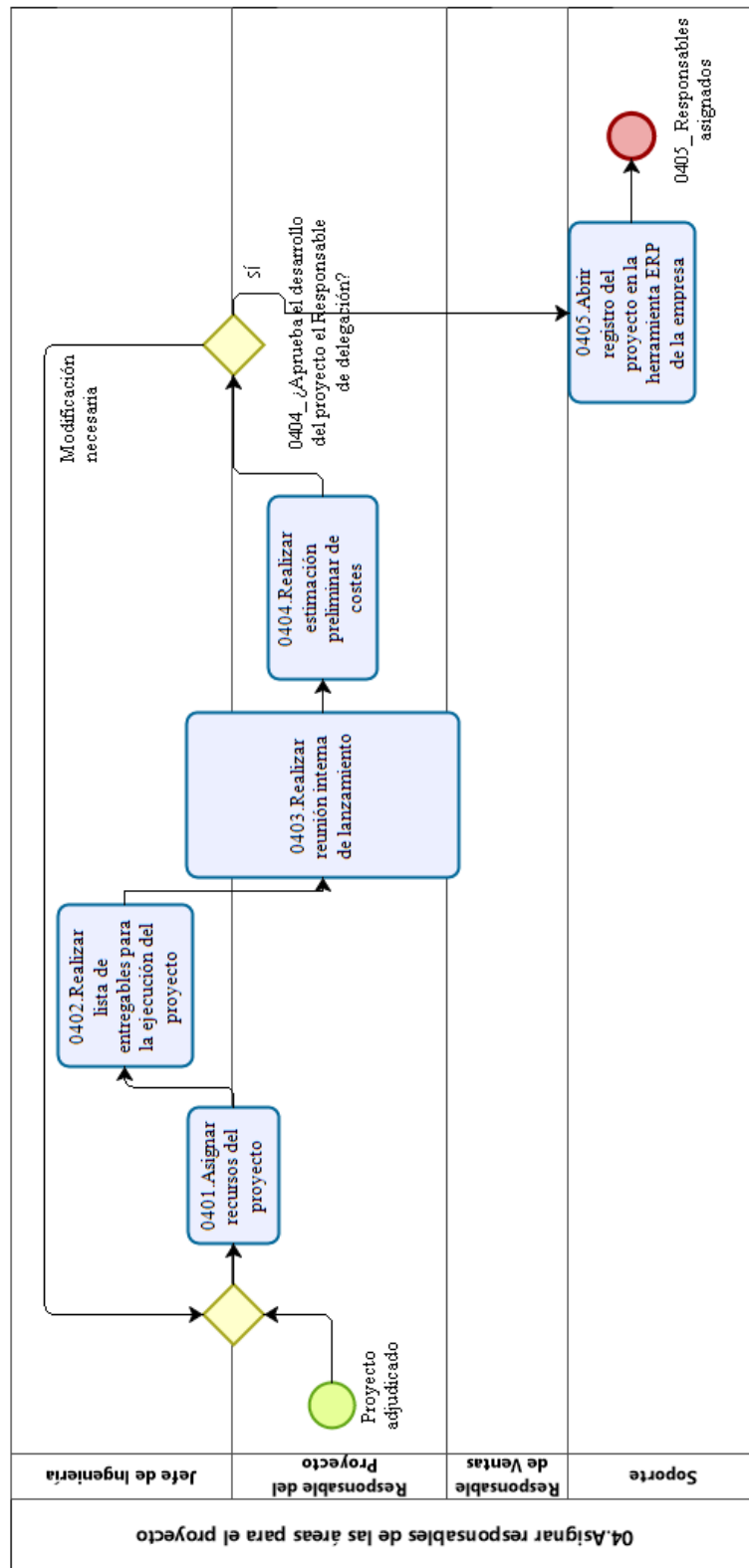


Figura 25: Modelo del subproceso Asignar responsables de las áreas para el proyecto

Fuente: Bizagi

La elaboración del proyecto recae básicamente en ingeniería:

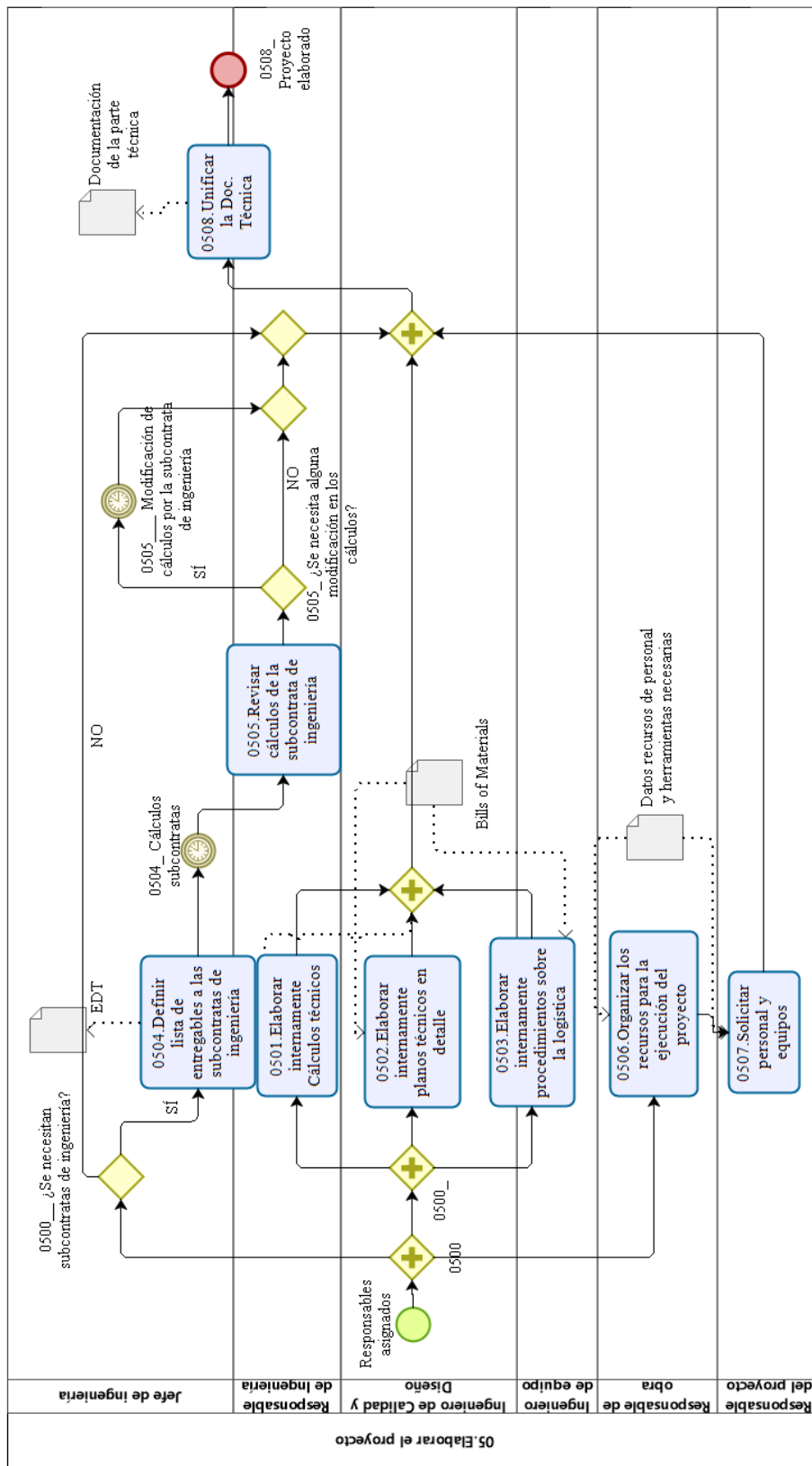


Figura 26: Modelo del subprocesso Elaborar el proyecto

Fuente: Bizagi.

Los trabajos de ejecución en obra:

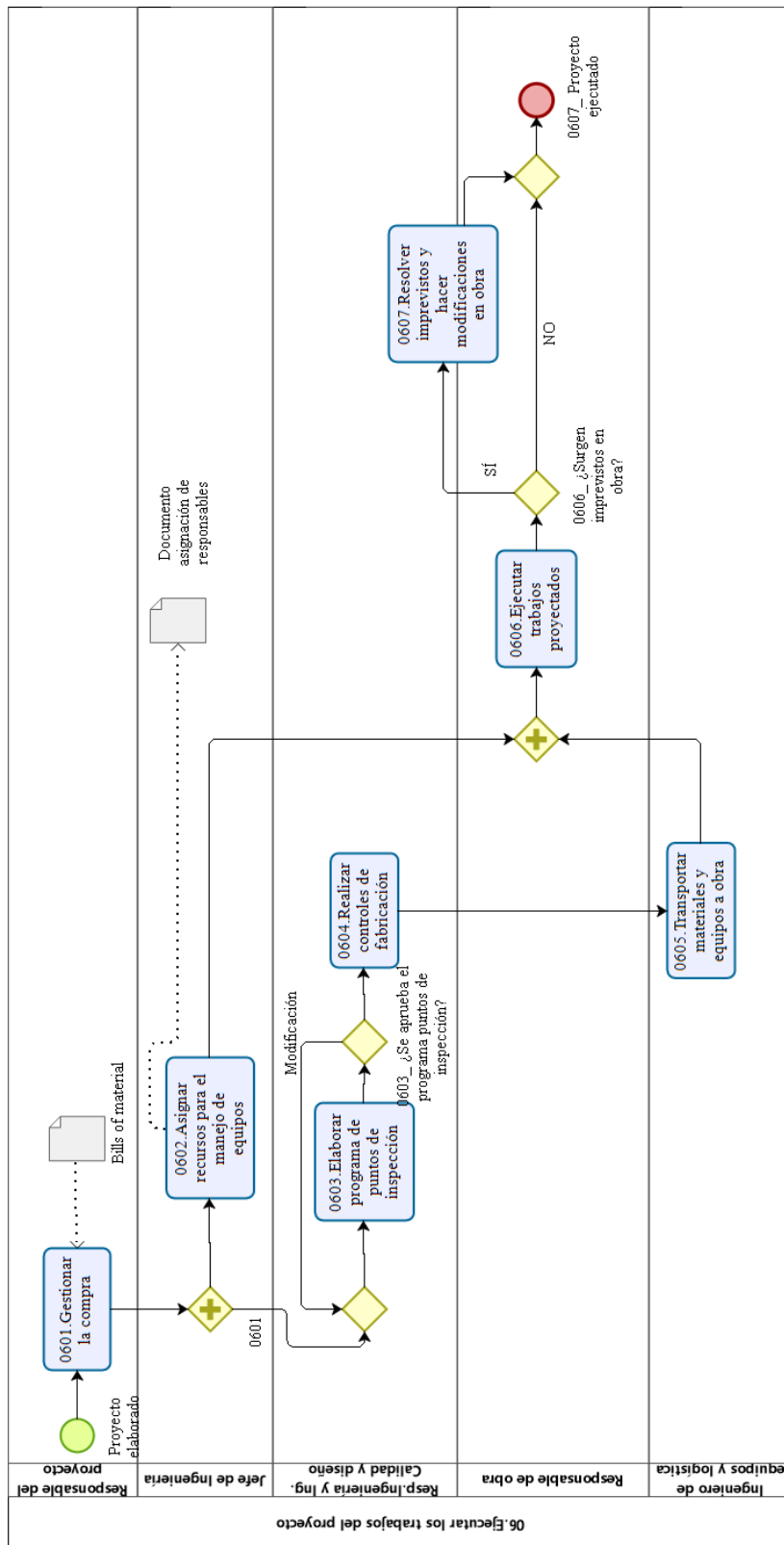


Figura 27: Modelo del subprocesso Ejecutar los trabajos del proyecto

Fuente: Bizagi.

Para concluir la entrega final al cliente:

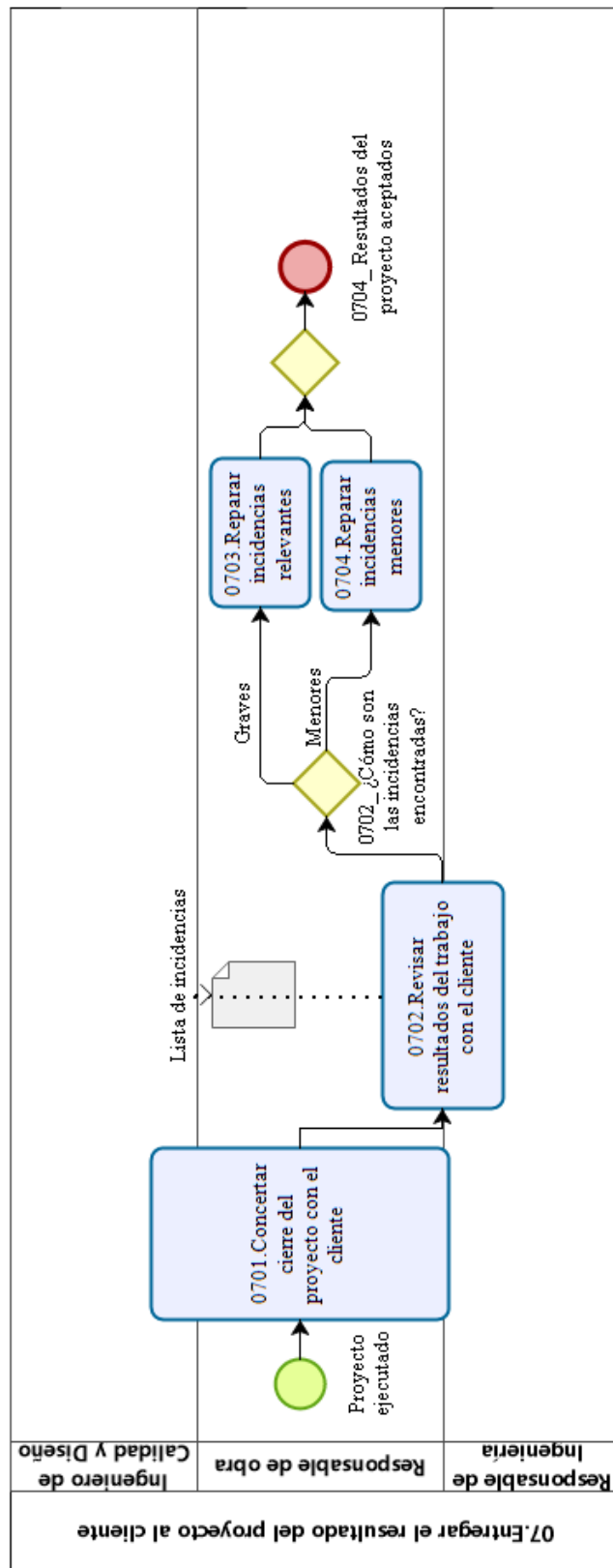


Figura 28: Modelo del subproceso Entregar el resultado del proyecto al cliente

Fuente: Bizagi.

4.2.6 Verificación/validación del modelo

Tras finalizar el modelo, se revisó la información facilitada por el interlocutor para ver si se mostraba acorde al modelo realizado en el sentido de que incorpore las mismas tareas y relaciones y presente los mismos problemas que él reconoce en su organización y se verificó con él que es acorde a la realidad de su día a día.

Se le facilitaron una serie de grafos y tablas de resultados de la simulación y dio su aprobación de que todo estaba descrito tal y como se comportaba el proceso en la realidad, con lo que se pudo considerar validado el modelo.

4.2.7 Análisis estático del modelo

Según se expresa en el ciclo de vida del BPM, tras la identificación del proceso se comenzará a hacer un análisis del proceso (Fundamentals of Business Process Management, 2013). El análisis de procesos es tanto arte como ciencia, siendo la parte cualitativa, la componente más subjetiva y la cuantitativa, la ciencia.

Al comienzo del análisis, se propondrán principios orientados a identificar partes innecesarias del proceso, con vistas a su eliminación. Más adelante se propondrán técnicas para identificar y analizar los puntos débiles del proceso, centrándonos en los que generen problemas que afecten al rendimiento del mismo. En particular, se discutirá cómo analizar el impacto de esos problemas, para así priorizarlos en base al esfuerzo con el que nos centraremos en cada uno de ellos para el rediseño, que se hará más adelante.

- ✓ Para comenzar, se hará un **análisis del Valor Añadido** según las indicaciones de (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013). Para ello se empieza por descomponer el proceso en actividades y, para cada una de ellas, se identifica quién es el cliente del proceso, es decir, aquel que se sirve o recibe el resultado de cada una.

El análisis de valor añadido es una técnica orientada a la identificación de pasos innecesarios con vista a su eliminación, en este trabajo ya están definidas todas las tareas y vamos a calificarlas de la siguiente manera:

- Value-adding (VA): es un paso donde se produce valor o satisfacción para el cliente. Para identificar si la actividad correspondiente aporta valor añadido, podría hacerse la siguiente pregunta: ¿está dispuesto el cliente a pagar algo para que se realice dicha actividad?
- Business value-adding (BVA): corresponde a aquellas actividades que no aportan valor directamente al proceso pero de las que no es posible prescindir. Por ejemplo, alguna actividad relacionada con el registro de los trabajos realizados a lo largo del tiempo en una base de datos, lo que les permite tener una estimación del tiempo que requerirá un proyecto futuro de magnitudes similares.
- Non value-adding (NVA): actividad que no se encuentra en ninguna de las dos categorías anteriores; sería considerada como un paso evitable en la medida de lo posible. Este tipo de actividades se tratará de que se realicen junto con otras o, si es posible, dejen de efectuarse.

Teniendo identificadas y calificadas las actividades del proceso, se requiere la eliminación de los pasos que consideremos irrelevantes o innecesarios. Algunas actuaciones a considerar, serían:

- Sistematizar las actividades que sea posible con sistemas automatizados de información, eliminando así la ocupación del recurso necesario para ello.
- Dotar de mayor responsabilidad a algunos recursos, eliminando así algunas actividades que conducen a controles y así se evitaría revisar continuamente los trabajos.

En varias reuniones con nuestro interlocutor y algunas personas más de la empresa se calificaron las tareas como:

Código	Nombre	Calificación
0#1	Recibir y valorar la propuesta.	VA
0#2#Sub	Elaborar el presupuesto.	
0#201	Gestionar oferta.	BVA
0#202	Iniciar documentación del presupuesto.	BVA
0#203	Comunicar al cliente fecha de presentación de la oferta.	VA
0#204	Recabar información identificativa del cliente.	BVA
0#205	Analizar especificaciones solicitadas.	BVA
0#206	Resolver dudas sobre los requerimientos del cliente.	BVA
0#207	Definir alcance de la oferta.	VA
0#208#Sub	Elaborar la parte técnica del presupuesto.	
0#20801	Definir procedimientos preliminares.	BVA
0#20802	Estimar materiales y medios necesarios.	BVA
0#20803	Realizar cálculos y planos preliminares.	BVA
0#20804	Aclarar dudas con el cliente sobre sus requerimientos.	BVA
0#20805	Realizar documentación técnica preliminar.	BVA
0#20806	Aprobar documentación técnica preliminar.	BVA
0#20807#Sub	Consultar suministros con proveedores.	
0#2080701	Elaborar formulario de necesidades.	BVA
0#2080702	Detallar condiciones con proveedores.	BVA
0#2080703	Seleccionar proveedores.	BVA
0#209	Elaborar la oferta formal al cliente.	VA
0#3#Sub	Aprobar internamente el presupuesto.	
0#301	Valorar la oferta por el Responsable de delegación.	BVA
0#302	Reajustar el presupuesto.	BVA
0#303	Enviar oferta al cliente.	VA
0#304	Evaluar respuesta del cliente.	VA
0#4#Sub	Asignar responsables de las áreas para el proyecto.	
0#401	Asignar recursos del proyecto.	BVA
0#402	Realizar lista de entregables para la ejecución del proyecto.	VA
0#403	Realizar reunión interna de lanzamiento.	BVA
0#404	Realizar estimación preliminar de costes.	BVA
0#405	Abrir registro del proyecto en la herramienta ERP de la empresa.	BVA
0#5#Sub	Elaborar el proyecto.	
0#501	Elaborar internamente cálculos técnicos.	VA
0#502	Elaborar internamente planos técnicos en detalle.	VA
0#503	Elaborar internamente procedimientos sobre la logística.	BVA
0#504	Definir lista de entregables a la subcontratas de Ingeniería.	BVA
0#505	Revisar cálculos de las subcontratas de Ingeniería.	BVA
0#506	Organizar los recursos para la ejecución del proyecto.	BVA
0#507	Solicitar personal y equipos para la ejecución del proyecto.	BVA
0#508	Unificar la documentación técnica.	VA
0#6#Sub	Ejecutar los trabajos del proyecto.	
0#601	Gestionar la compra de materiales para la ejecución del proyecto.	BVA
0#602	Asignar recursos para el manejo de equipos.	BVA
0#603	Elaborar programa de puntos de inspección.	BVA
0#604	Realizar controles de fabricación a materiales comprados.	VA
0#605	Transportar materiales y equipos a obra.	BVA
0#606	Ejecutar los trabajos proyectados.	VA
0#607	Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra.	VA
0#7#Sub	Entregar el resultado del proyecto al cliente.	
0#701	Concertar cierre del proyecto con el cliente.	BVA
0#702	Revisar resultado de los trabajos con el cliente.	VA
0#703	Reparar incidencias relevantes.	VA
0#704	Reparar incidencias menores.	VA

Tabla 73: Valor añadido que aporta cada actividad

Fuente: Elaboración propia

Las actividades consideradas como importantes para la empresa (BVA), aportan valor debido a que permite tener un registro de cada paso que se haga y son necesarias para la consecución de las demás tareas.

Las calificadas como VA suelen ser resultados finales o sucesos específicos por las que el cliente pagaría o bien reconoce el beneficio que obtiene con cada una.

En la tabla siguiente se muestran los clientes de cada proceso, quienes reciben el resultado del mismo:

Nombre de tarea/Subproceso	Cliente del Proceso/Subproceso
Recibir y valorar la propuesta.	Responsable de ventas y Jefe de ingeniería.
Elaborar el presupuesto.	Responsable de ventas y Responsable de delegación.
Elaborar la parte técnica del presupuesto.	Responsable de ventas.
Consultar suministros con proveedores.	Responsable de ventas.
Aprobar internamente el presupuesto.	Jefe de ingeniería, Responsable de delegación y Responsable del proyecto.
Asignar responsables de las áreas para el proyecto.	Responsable de obra, Jefe de ingeniería, Responsable de ingeniería, Ingeniero de calidad y diseño, Ingeniero de equipos y logística.
Elaborar el proyecto.	Responsable del proyecto.
Ejecutar los trabajos del proyecto.	Ingeniero de calidad y diseño, Responsable de ingeniería o Responsable de obra.
Entregar el resultado del proyecto al cliente.	La propia empresa.

Tabla 74: Clientes de cada Proceso/Subproceso

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Análisis causa raíz:** es una familia de técnicas para ayudar a los analistas a identificar y comprender la(s) causa(s) de origen de los problemas o eventos indeseables. No se limita al análisis de procesos de negocio. De hecho, se utiliza comúnmente en el contexto de análisis de accidentes o incidentes, así como en los procesos de fabricación, donde se utiliza para comprender las causas de los defectos en un producto. En (Fundamentals of Business Process Management, 2013) aparece descrita su utilización en el contexto de análisis de procesos de negocio, donde es útil para identificar y comprender los problemas que impiden que el proceso tenga un mejor rendimiento.

El análisis causa raíz abarca una variedad de técnicas. En general, estos métodos incluyen pautas para entrevistar y conducir a una serie de mejoras elaboradas por los grupos de interés más relevantes, así como, técnicas para organizar y documentar las ideas generadas durante estas entrevistas.

Dos de estas técnicas serían:

- Diagrama de causa-efecto: representa la relación entre un efecto y sus causas. En el contexto del análisis de procesos, un efecto negativo suele ser un problema recurrente o un nivel indeseable en el rendimiento del proceso. Los factores se dividen en categorías, que se consideran válidos para la búsqueda de causas. Un posible método para esta búsqueda supone que cada participante del proceso dé su opinión sobre las posibles causas que originan el problema, elaborando así una lista con cada una de ellas, escritas sin ningún orden a priori. Luego, las causas identificadas se clasifican según la categoría donde se ubiquen.

Una forma de categorización para el diagrama causa efecto, es la denominada 6M que agrupa las causas según provengan de:

- Máquina (tecnología).
- Método (proceso).
- Materiales.

- Hombre (man).
- La medida (measurements).
- El medio (milieu).

Y, a partir de estos motivos primarios, expande las causas en otras ramificaciones subsidiarias.

- Diagramas por qué-por qué: constituyen otra forma de analizar la causa de los resultados negativos en un proceso. La idea básica es hacernos sistemáticamente la pregunta ¿por qué ha pasado esto?, repitiéndola para las causas que vayan surgiendo sucesivamente y hasta construir un esquema a modo de árbol de las causas que llevan a efecto final identificado.

4.2.8 Registro de problemas

A continuación, se analizan los problemas más significativos identificados en el modelo conjuntamente con personal de varios departamentos de la empresa. Es conveniente recalcar que las estimaciones correspondientes de tiempos han sido elaboradas de acuerdo a lo facilitado por el interlocutor, la importancia será de acuerdo al tiempo que se retrasará el proceso si se produce cada hecho concreto.

Puntos a considerar para el registro de problemas identificados:

- Se han considerado aquellas actividades que no aportan valor, así como las que hacen que surjan reprocesos o aquellas que llevan a salidas negativas, es decir, que puedan derivar en la cancelación de una propuesta o proyecto adjudicado. Además, el interlocutor facilitó algunos aspectos mejorables que ya tenían identificados en la empresa, fruto de su experiencia.
- ¿Qué queremos lograr exactamente cuándo rediseñamos un proceso? Con esta pregunta, definiremos la variable a utilizar para la medida del impacto cuantitativo, y dependiendo del tipo de proceso y de lo que se pretenda lograr, se decantará por una u otra, atendiendo al 'cuadrilátero del diablo' citado en el capítulo anterior.

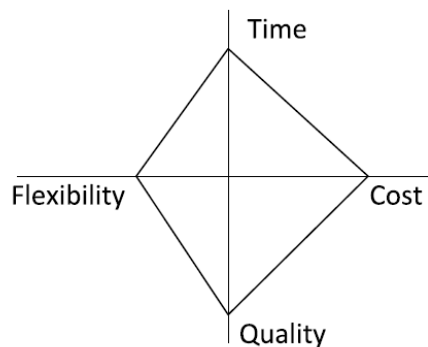


Figura 29: Cuadrilátero del diablo, impacto de los cambios sobre cuatro dimensiones y sus efectos

Fuente:.. (Brand & van der Kolk, 1995)

En nuestro caso, la unidad de referencia para los impactos más significativos será de tiempo, ya que no hemos tenido acceso a datos como son costes, que permitiría otros análisis.

Para priorizar aquellos problemas encontrados se elaborará una tabla, donde se anotará cada uno con sus respectivos impactos y se ordenarán según la importancia de cada uno, calificando como prioridad 1, el que más impacto supone.

Problemas identificados:

- 1) Documentación técnica preliminar mal elaborada, actividad 0#20805.*Realizar documentación técnica preliminar.* El Jefe de ingeniería, encargado de revisarlo, manda a reelaborar dicho documento.

Insatisfacción del Jefe de Ingeniería y del propio Responsable de ingeniería. El Impacto cuantitativo es considerado insignificante.

- 2) Retraso en la obtención de propuesta de proveedores, tras la actividad 0#2080701.*Elaborar formulario de necesidades,* se encuentra el Timer C01. Obtener propuesta de proveedores por el departamento de compras.

Genera sobre todo insatisfacción por el Jefe de ingeniería.

- 3) Realización incorrecta sobre la asignación de presupuestos para el proyecto, tras la bifurcación que conduce a la actividad 0#302.*Reajustar el presupuesto.* Para aquellos con un volumen de negocio alto, el Responsable de delegación reajusta el presupuesto.

Insatisfacción del propio Responsable de delegación. El tiempo que sugiere apenas es considerable.

- 4) Estimación preliminar de costes mal ejecutada, Actividad 0#404.*Realizar estimación preliminar de costes.* El Responsable de delegación manda revisar algunas de las actividades que llevan a la estimación de costes, volviendo a realizar el presupuesto.

Insatisfacción del propio Responsable de delegación, el tiempo no supone mucho debido a la poca probabilidad con la que el hecho sucede.

- 5) Cálculos mal realizados por la subcontrata, Actividad 0#505.*Revisar cálculos de la subcontrata de ingeniería.*

Siendo ésta la responsable de corregir dichos cálculos, genera una insatisfacción a la propia empresa y un impacto de tiempo considerable.

- 6) Programa de puntos de inspección mal elaborado, Actividad 0#603.*Elaborar programa de puntos de inspección.* A la hora de ser revisado por el Responsable de ingeniería, el documento no está correcto y se procede a reelaborarlo.

El cliente final se ve influenciado y su impacto se ve afectado por la probabilidad con la que sucede (probabilidad del 4%).

- 7) Retrasos en fabricación: Actividad 0#604.*Realizar controles de fabricación.* Problemas con los proveedores, los materiales necesarios no se reciben en el tiempo acordado.

Esto provoca una insatisfacción al cliente final y un impacto cualitativo elevado. Es el que más horas consume y repercute en primera estancia sobre el cliente final.

- 8) Retrasos en el transporte de los materiales a obra, Actividad 0#605.*Transportar materiales y equipos a obra.*

Repercute en nuestro cliente final, obteniendo un valor de impacto alto, pero ligeramente inferior que el anterior.

- 9) Surgen imprevistos a la hora de ejecución del proyecto en obra, Actividad 0#606.*Ejecutar trabajos proyectados,* que se resolverían en la actividad 0#607.*Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra* (25% de que se realice).

Se produce una insatisfacción del cliente final y un valor de impacto influenciado por la probabilidad con la que el token se marcha por la rama que conduce a la actividad 0#607 (tras la bifurcación B14.¿Surgen imprevistos en obra?

A continuación se elabora una tabla donde se han priorizado aquellos problemas que se han identificado, ya sea por sugerencias del Jefe de ingeniería, o por puntos débiles que se ven observando el modelo con bifurcaciones que pueden originar reprocesos o realizar actividades de nuevo. Se ha

tenido en cuenta las descripciones y se han asignado una serie de parámetros medidos en escalas, se detallan a continuación:

- Insatisfacción cliente final: con una escala que varía entre 0 (No genera insatisfacción) y 5 (alto grado de insatisfacción).
- Tiempo: Dependiendo del retraso que genera dicho problema en el proceso, 1 (tiempo muy bajo), 5 (tiempo elevado).
- Insatisfacción empleados: Genera malestar dentro de la organización, ya sea por algún superior, o simplemente por el encargado de realizar una actividad. 0 (no genera insatisfacción), 3 (alto grado de insatisfacción).

Tras la suma de los parámetros de cada uno de los problemas identificados, se ordenarán según el valor que obtienen de mayor a menor, siendo el primero de ellos el más significativo.

Se puede apreciar en la siguiente tabla:

	Insatisfacción cliente final	Tiempo	Insatisfacción empleados	Suma
1. Retrasos en fabricación	5	5	0	10
2. Retrasos en el transporte de los materiales a obra	5	4	0	9
3. Imprevistos a la hora de ejecución del proyecto en obra	3	4	0	7
4. Programa de puntos de inspección mal elaborado	1	4	1	6
5. Cálculos mal realizados por la subcontrata	0	2	2	4
6. Estimación preliminar de costes mal ejecutada	0	3	1	4
7. Retraso en la obtención de propuesta de proveedores	0	2	1	3
8. Realización incorrecta sobre la asignación de presupuestos para el proyecto	0	2	1	3
9. Documentación técnica preliminar mal elaborada	0	1	2	3

Tabla 76: Tabla de prioridad sobre los problemas identificados

Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración tanto de los diagramas por-qué por-qué como de los diagramas causa efecto, se ha optado realizarlos únicamente sobre varios de los problemas, ya que se considera innecesario representar cada uno de ellos. Permitirá pues, dar una visión general de cómo se puede llegar al origen de los inconvenientes identificados, considerando que se han tenido en cuenta para todos los demás.

En la figura que se muestra a continuación, se ha realizado el diagrama por-qué por-qué a la Estimación preliminar de costes mal ejecutada.

En primer nivel se formularía la siguiente pregunta: ¿Por qué ha surgido? Con el conocimiento que se tiene sobre el proceso, se muestra en el siguiente nivel una posible respuesta de el por qué, los cuales han sido distintos a los elaborados por el Responsable de ventas en la actividad 0#209. *Elaborar la oferta formal al cliente. ¿Por qué surge esto?*

Tras ello, se llega al siguiente nivel con dos posibles respuestas: porque el empleado asignado a dicha tarea tiene una formación insuficiente, o porque la información con la que se elabora dicho presupuesto es distinta a la realizada por el Responsable de ventas.

Para finalizar, se plantea la misma pregunta y se llega a la conclusión de que: podría existir una base de datos, permitiendo que tanto el Responsable de Ventas como el Responsable del proyecto, dispongan siempre de la información actualizada al detalle. Además, otra causa de que se origine, podría ser la falta de organización en la empresa.

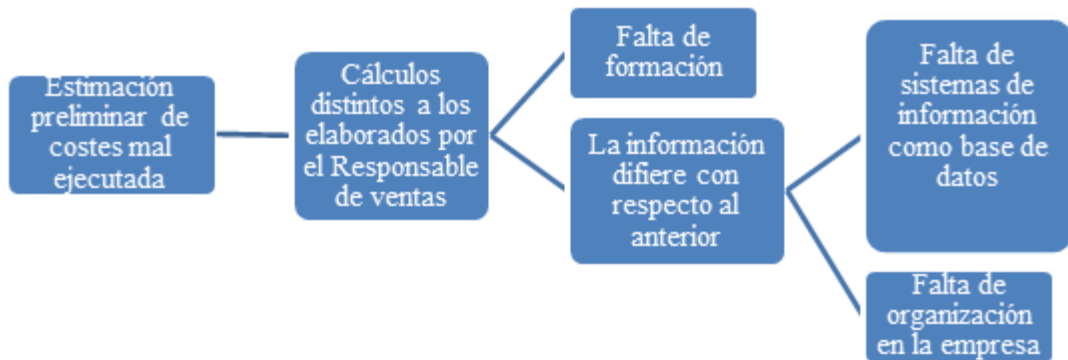


Figura 30: Diagrama por-qué por-qué de la Estimación preliminar de costes mal ejecutada

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, diagrama causa efecto para imprevistos de ejecución en obra, se trata de relacionar las causas que podrían originarlo junto a la categoría a la que pertenecen, mostrado a modo de lista sin orden alguno. Estas causas son:

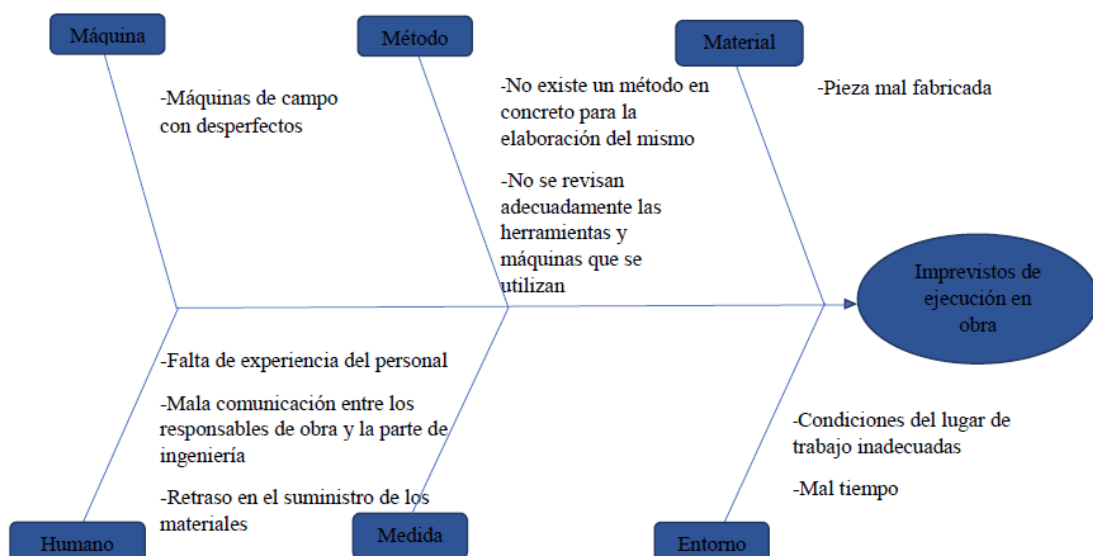


Figura 31: Diagrama causa efecto para Imprevistos de ejecución en obra

Fuente: Elaboración propia.

4.2.9 Análisis dinámico del modelo

Para hacer un análisis dinámico del comportamiento del proceso se llevará a cabo la simulación con Bizagi para estudiar las condiciones en que se desarrollan actualmente y diseñar mejoras en el

mismo. Para ello se definirán una serie de indicadores clave (KPI), que permitirán medir el rendimiento del modelo.

Las propiedades consideradas para la simulación son:

- Duración de 730 días, simulando dos años naturales.
- La unidad de tiempo se definirá en horas.
- Intervalo de llegadas siguiendo una distribución Poisson de 290 horas (es decir, que cada 290 horas llega una propuesta). Al ser el proceso de simulación sensible a este parámetro, se ha considerado un valor promedio similar a la realidad observada en la empresa con los datos reales disponibles.
- Número máximo de llegadas de 65.
- Se utilizarán semillas del valor de: 0, 1 y 2. La semilla es un valor de base que utiliza el simulador para la generación de números aleatorios. Se lanzarán estas tres simulaciones y se ofrecerá como resultado el valor promedio.

El detalle de las circunstancias de la simulación es:

Figura 32: Propiedades para la simulación del modelo en Bizagi.

Fuente: Bizagi.

Los KPI'S que se han considerado son:

1. Número de proyectos terminados en el plazo de simulación, siendo el objetivo de obtener el valor más alto posible.
2. Tiempo promedio en terminar los proyectos, con el objetivo de hacerlo en el mínimo posible.
3. Tiempo más elevado en elaborar un proyecto durante el tiempo de simulación, con el objetivo de obtener el más bajo posible.
4. Tiempo promedio en las tareas antes de la ejecución de los proyectos, que son responsabilidad directa de la gestión y separada de los trabajos en obra. El objetivo es obtener el más bajo posible.
5. Ocupación de los empleados, lo ideal es que no superen el 80%, ya que valores por encima provocarían la saturación de su disponibilidad a lo largo del tiempo de simulación y la aparición de retrasos en actividades posteriores esperando su disponibilidad.

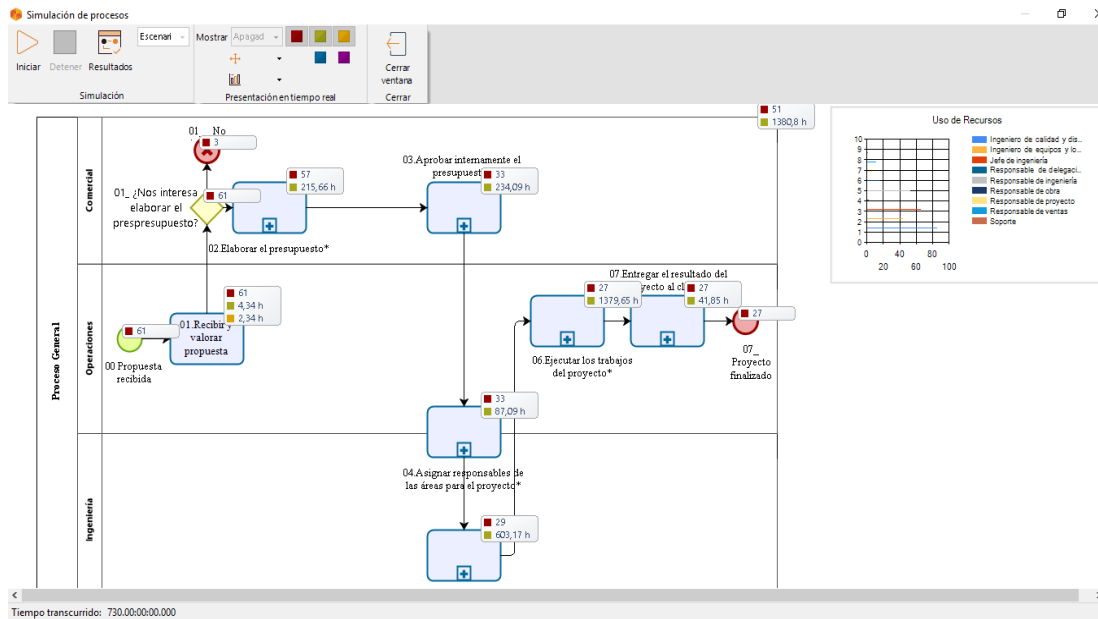


Figura 33: Vista de los resultados sobre el modelo simulado

Fuente: Bizagi.

La figura anterior muestra el número de instancias completadas en cada actividad o subproceso. Además, muestra el número de proyectos que han finalizado correctamente, así como de aquellos que han sido rechazados.

También permite observar, mediante un gráfico en la esquina superior derecha, la ocupación de cada recurso disponible en la empresa.

Para ampliar la información proveniente de la imagen, Bizagi proporciona unas tablas numéricas con los resultados de simulación, que permiten hacer un análisis más detallado. En anexos de este documento se incluyen algunas de ellas a título de ejemplo y para que se aprecie el nivel de detalle que permiten. A continuación, se han elaborado unas tablas con los resultados que más nos interesan y con el objetivo de contrastar los datos más relevantes según los KPI definidos. El nivel de ocupación del Responsable de delegación y del Personal de soporte obtienen resultados bajos debido a que no se representan de manera fiel porque se dedican a otros procesos que no se enmarcan dentro del estudio de este trabajo.

Las tablas de los resultados son las siguientes:

Nivel de ocupación de los trabajadores		simulación 1	simulación 2	simulación 3	Promedio
Responsable de delegación	1 persona	2,89%	2,76%	2,99%	2,88%
Responsable de ventas	2 personas	11,53%	11,62%	11,81%	11,65%
Personal de soporte	1 persona	1,58%	1,56%	1,72%	1,62%
Jefe de ingeniería	1 persona	65,99%	67,32%	68,32%	67,21%
Responsable de ingeniería	3 personas	54,05%	52,03%	51,74%	52,61%
Ingeniero de calidad y diseño	1 persona	86,78%	83,40%	85,09%	85,09%
Ingeniero de equipos y logística	1 personas	44,21%	42,19%	44,10%	43,50%
Responsable de proyecto	3 personas	7,37%	7,14%	7,81%	7,44%
Responsable de obra	4 personas	17,21%	16,01%	15,23%	16,15%

Proceso general (a)					
Instancias iniciadas	n° proyectos	61	61	61	61
Proyectos terminados	n° proyectos	27	24	24	25
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.409,28	1.767,92	1.895,62	1.690,94
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	3.212,00	5.093,00	7.251,00	5.185,33
01_ No interesa	n° proyectos	3	2	2	2
0303_Rechazo	n° proyectos	23	26	24	24

Subproceso: 06, Ejecutar los trabajos del proyecto					
Tiempo promedio ejecución de trabajos	horas	1.378,35	2.071,00	2.039,27	1.829,54
Tiempo máximo ejecución de trabajos	horas	2.137,00	3.242,00	4.558,00	3.312,33

Duración gestión de los proyectos (desde 01 hasta 05, Elaborar el proyecto)					
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.192,73	1.622,55	1.832,20	1.549,16
Tiempo máximo gestión de proyectos	horas	2.788,76	6.078,64	4.659,53	4.508,98

Tabla 75: Parámetros de valoración de la situación de partida

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos podemos obtener el valor de los KPI's que se definieron:

KPI's

Proyectos terminados	n° proyectos	25
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.690,94
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	5.185,33
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.549,16
Número de trabajadores con ocupación superior al 80%	personas	1

Tabla 76: Valor de los KPI's elegidos en la situación de partida

Fuente: Elaboración propia

Con estas tablas se pueden identificar aspectos sobre los que actuar; tal como muestra la tabla que muestra la ocupación de los recursos, el porcentaje de ocupación del tiempo del Ingeniero de Calidad y Diseño es muy elevado: el 85,09%. Las actividades en las que está involucrado presentan unos elevados tiempos de espera (*Anexo 2*), debido a que en muchas ocasiones no está disponible y hace que la actividad siguiente se encuentre esperando a que la anterior la libere. Dichas actividades requieren de tiempos elevados de ejecución, por ello es por lo que el tiempo de espera es tan destacado. Tras los resultados obtenidos, se valorarán soluciones para los siguientes problemas:

1. Recurso de Ingeniero de calidad y diseño insuficiente.

2. Es necesario revisar las actividades en la que el Ingeniero de calidad y diseño participa. Actividades: 0#502.*Elaborar internamente planos técnicos en detalle*, 0#505.*Revisar cálculos de la subcontrata de ingeniería*, 0#603.*Elaborar programa de puntos de inspección*, 0#607.*Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra*.

5 PROPUESTAS DE MEJORA

Tras la identificación de una serie de problemas, con los análisis estático y dinámico que se han mostrado, se van a emplear técnicas de mejora enfocados a cada uno de ellos. Primero se tratará de explicar brevemente las clases de heurísticas a adoptar y en cuáles nos centraremos para identificar alternativas a cada uno de los problemas identificados, a continuación se modelarán y simularán las propuestas y se compararán los resultados.

5.1 Detalle de propuestas de mejora

El rediseño de procesos se encarga, sobre todo, de cambiar los procesos de negocio, cubriendo tanto la visión operacional, como la correspondiente al comportamiento. Se extiende a los cambios que están en la interacción entre, por un lado, el proceso y en el otro la organización o incluso el entorno externo que opera el proceso, la información y la tecnología que emplea, así como los productos que envían a sus clientes. Aun así, algunas actividades quedan excluidas, por ejemplo la forma de capacitar a las personas para que realicen de manera adecuada las nuevas actividades de las que se hacen responsables.

Unas heurísticas sugieren una acción particular a tomar, mientras que otras simplemente indican la dimensión a lo largo de la cual se puede cambiar un proceso de negocio. Las heurísticas que se presentan a continuación están todas basadas en proyectos de rediseño históricos, (Brand & van der Kolk, 1995) donde se aplicaron con éxito para generar escenarios de rediseño.

- Heurísticas basadas en el cliente. Mejoran la interacción con el cliente. Proponen:
 - Relocalización del control. Mover controles hacia el cliente, y si es posible, traspasar partes del proceso a los clientes.
 - Reducción del contacto. Evitar intercambio de información con el cliente que no sean necesarios y hagan perder el tiempo.
- Heurísticas basadas en operaciones. Modifican los elementos del proceso:
 - Eliminar actividades. Se comprueba si pueden eliminarse actividades que no añaden valor al proceso.
 - Descomposición de actividades. División de una actividad en dos o más alternativas. Especialización de las partes de una actividad.
 - Composición de actividades. Combinar pequeñas actividades en una actividad general.
- Heurísticas basadas en comportamientos. Regulan la lógica dentro del proceso:
 - Reordenar actividades, ejecutándolas en el orden que sea más interesante. Trabajando en esta idea pueden llegar a ser innecesarias algunas de las tareas.
 - Simultanear las actividades que sean posibles.
 - Si es posible, ordenar las actividades que llevan a la terminación del proceso de manera que se sitúen primero las que presenten una tasa más alta de salida contra el esfuerzo que supone realizar la verificación.
- Heurísticas de organización. Modifican la estructura y recursos que emplea la organización:
 - Asignación de recursos de manera flexible.
 - Dividir responsabilidades. Evitar responsabilidades conjuntas para tareas relacionadas con diferentes unidades funcionales.
 - Número involucrado. Cambiar (aumentar o disminuir) el número de recursos.

- Ampliar o reducir los horarios del calendario.
- Contratar/eliminar contratación con terceros.
- Crear conjuntos de recursos que puedan realizar actividades concretas.
- Heurísticas basadas en tecnologías de información. Posibilidades de mejorar las tecnologías de la información:
 - Considerar el automatizar actividades. Así se podrán realizar de forma más rápida y económica y con mejores resultados, posiblemente después de hacer alguna inversión.
 - Procurar utilizar sistemas técnicos integrales que soporten las tareas complejas (BPMS-Sistema BPM).
 - Uso de una fuente de datos compartida con clientes y proveedores.
 - Interoperabilidad. Comunicación entre los sistemas de información existentes.
 - Uso de una base de datos para el almacenaje de información compartida por varias áreas.
- Heurística de medios externos.
 - Promover un intercambio de información sistemático con clientes y socios. Reduciendo errores, malos entendidos o el traslado de información incompleta.
 - Acercar controles al consumidor. Reduce errores, pero puede incrementar el fraude y disminuir el rendimiento.

En un anexo de este documento, se facilitará una tabla en donde se representa una estimación del impacto que generan cada una de las anteriores sobre los factores del Cuadrilátero del Diablo y que permite una orientación sobre la medida a utilizar de acuerdo al objetivo que se quiera llegar a lograr (*Anexo 3*).

Se observa como para actuar en la medida de tiempo, se tratará de hacer hincapié en las medidas que otorgan un resultado positivo a este punto, considerando en menor medida las neutrales. Esta tabla, por tanto, proporcionará una ayuda a la hora de elegir la medida a adoptar.

Para la obtención de mejoras sobre los problemas identificados se ha decidido centrarse en aquellos en los que la responsabilidad recae sobre las actuaciones de la empresa. Es decir, aquellos como los retrasos en fabricación, imprevistos en obra, transportes de materiales a obra o cálculos mal elaborados por la subcontrata, no se considerarán ya que son ejecutados por agentes externos y no se dispone de suficiente información para reelaborar o considerar alternativas que mejoren en esos aspectos. Por consiguiente, trataremos de proponer mejoras sobre los demás problemas atendiendo a las heurísticas ya mencionadas y aplicando las que mejor se adapten a cada situación. A continuación, se detallan algunas:

Propuesta a: Responsabilizar al Ingeniero de calidad y diseño de la elaboración del programa de puntos de inspección para el problema programa de puntos de inspección mal elaborado (actividad 0#603).

Hasta ahora la actividad la realizaban conjuntamente el Responsable de ingeniería con el Ingeniero de calidad y diseño, siendo necesario que los dos se encuentren disponibles para ejecutarla. Se asignará más responsabilidad al Ingeniero de Calidad y Diseño, permitiendo que el primero que se encuentre disponible realice la actividad y suponiendo que correctamente, asumiendo que así no habría que reelaborarlo.

La mejora que se espera es:

- Reducir la ocupación del Ingeniero de calidad y diseño, ya que no siempre está obligado a realizar dicha actividad.
- Reducir el tiempo de espera en actividades que participe el Ingeniero de calidad y diseño, ya que solo se le asigna en el caso de que se encuentre disponible, si no será ejecutada por el Responsable de ingeniería.

- Reducir el tiempo general del proceso.

El proceso modelado con Bizagi en estas nuevas condiciones queda:

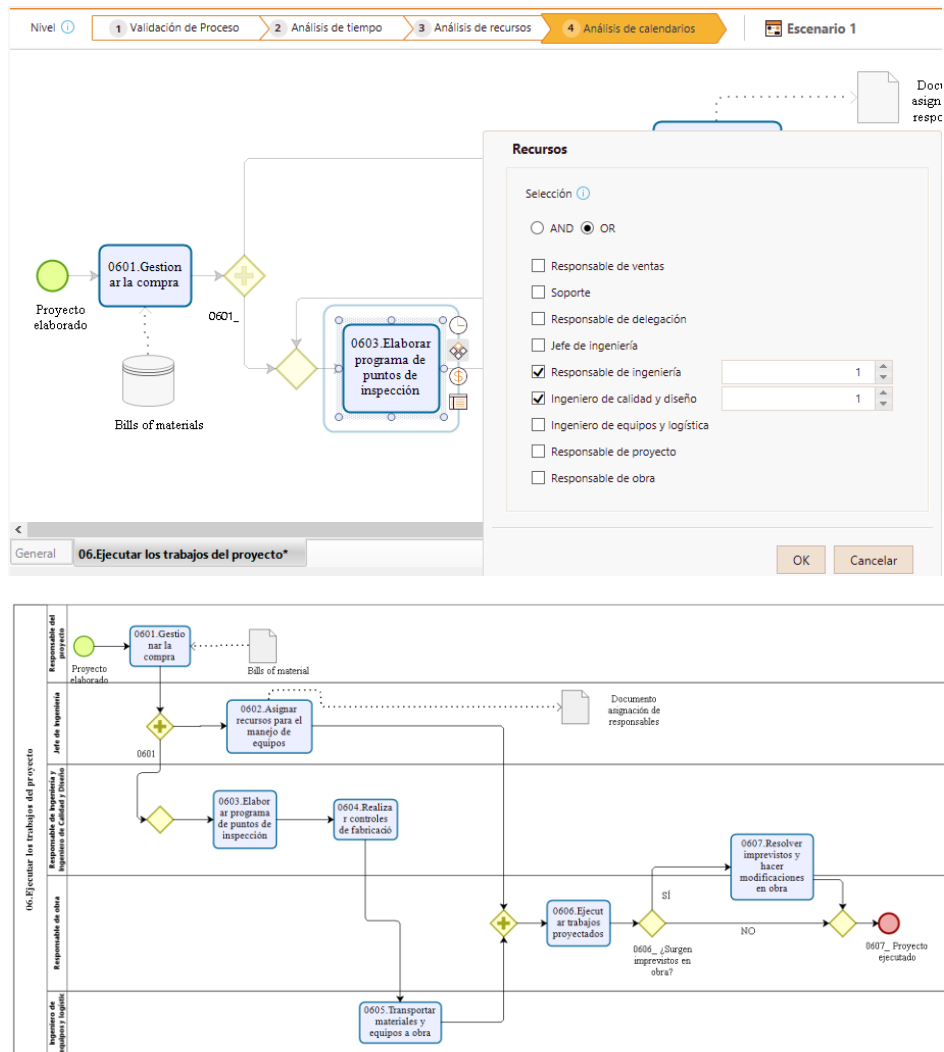


Figura 34: Representación de la propuesta a para el subproceso 0#6

Fuente: Bizagi.

Propuesta b: Sobre la estimación preliminar de costes mal ejecutada (actividad 0#404). Se podrían considerar dos propuestas, tales como:

- **b.1** Implantación de tecnologías de la información: crear una base de datos que permita compartir la información entre distintos departamentos más fácilmente y de manera instantánea, permitiendo a cada uno modificarla.

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso eliminando la bifurcación que conduce a reelaborarlo.

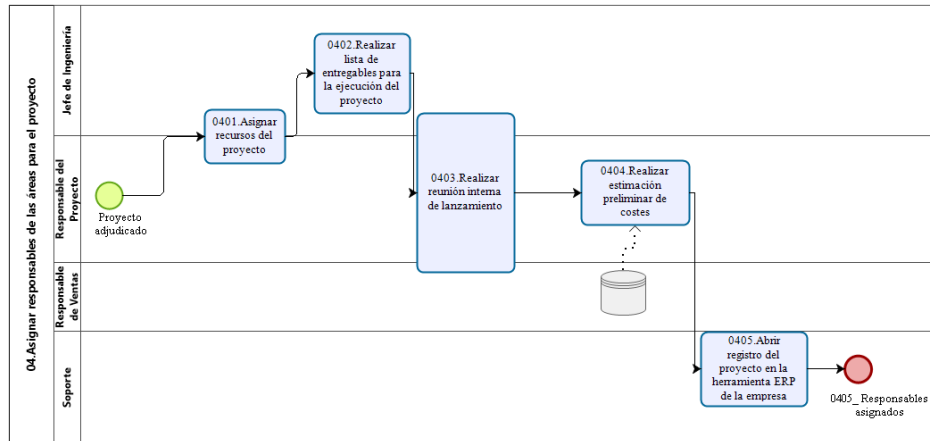


Figura 35: Representación de la propuesta b.1 Implantar una base de datos sobre la actividad 0#403

Fuente: Bizagi.

- **b.2** Aplicar una heurística de comportamiento: reordenar actividades, haciendo que se realice la actividad 0#404. *Realizar estimación preliminar de costes* antes que la 0#403. *Reunión interna de lanzamiento*, dando lugar, en el caso de que se requiera modificar la estimación preliminar de costes, de que no implique a tantas actividades, reduciendo así el tiempo en caso de producirse.

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso, debido a que en el caso de que requiera modificación no implique a tantas actividades.

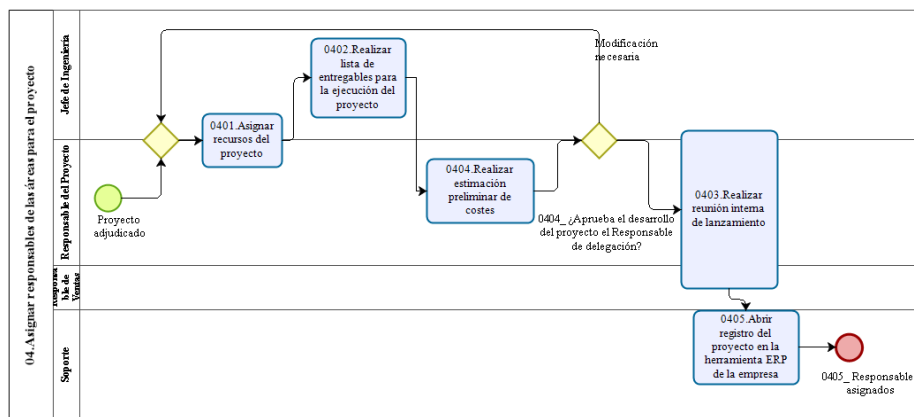


Figura 36: Representación de la propuesta b.2 para el subproceso 0#4

Fuente: Bizagi.

Propuesta c: Responsabilizar al Departamento de ingeniería sobre la contratación de proveedores, debido al problema que podría conducir al retraso en la obtención de propuestas de proveedores tras la actividad 0#2080701. *Elaborar formulario de necesidades*.

Permitir al departamento de ingeniería una mayor responsabilidad sobre la contratación de proveedores, eliminando así el Timer C01. *Obtener propuesta de proveedores por el Departamento de Compras*. Sería del tipo heurística de Organización, eliminando agentes externos a nuestro proceso.

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso.

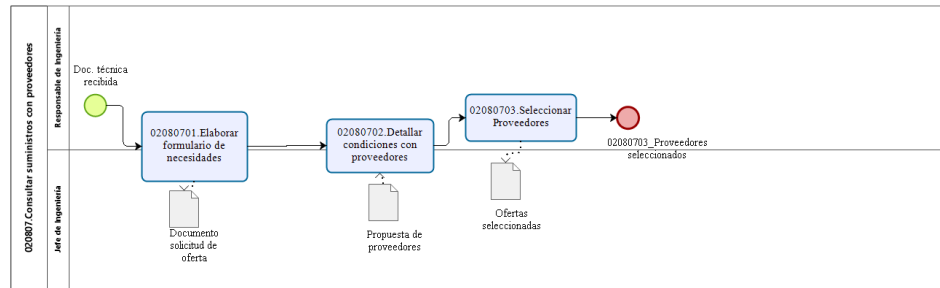


Figura 37: Representación de la propuesta c para el subproceso 0#20807

Fuente: Bizagi.

Propuesta d: Revisión de los procedimientos en la elaboración del presupuesto para evitar rehacerlo tras la revisión por el Responsable de delegación.

Eliminar la bifurcación que conduce a la actividad 0#302. *Reajustar el presupuesto* aplicando una heurística basada en sistemas de información, tal como aplicar una base de datos que capacite a los empleados de la suficiente información necesaria para permitir por ellos mismos ajustar el presupuesto que más se ajuste al beneficio de la empresa. Esto se realizaría en la actividad 0#209. *Elaborar la oferta formal al cliente*, ya que es donde se realiza el presupuesto de la oferta por el Responsable de Ventas.

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso ya que se elimina la actividad 0#302. *Reajustar el presupuesto*.

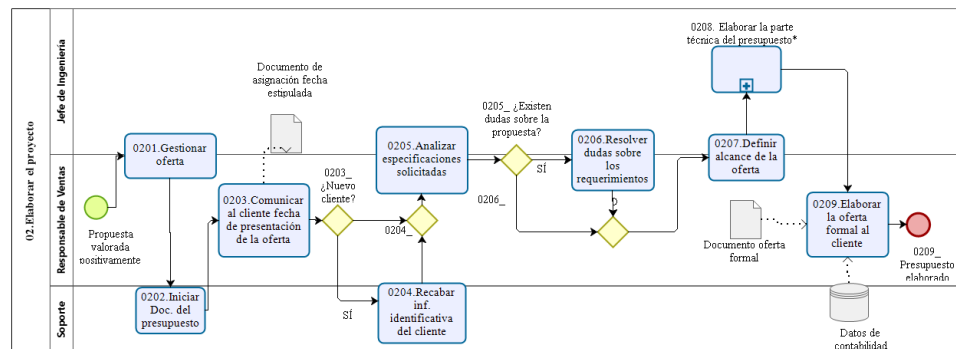


Figura 38: Propuesta d implantada sobre el subproceso 0#2

Fuente: Bizagi.

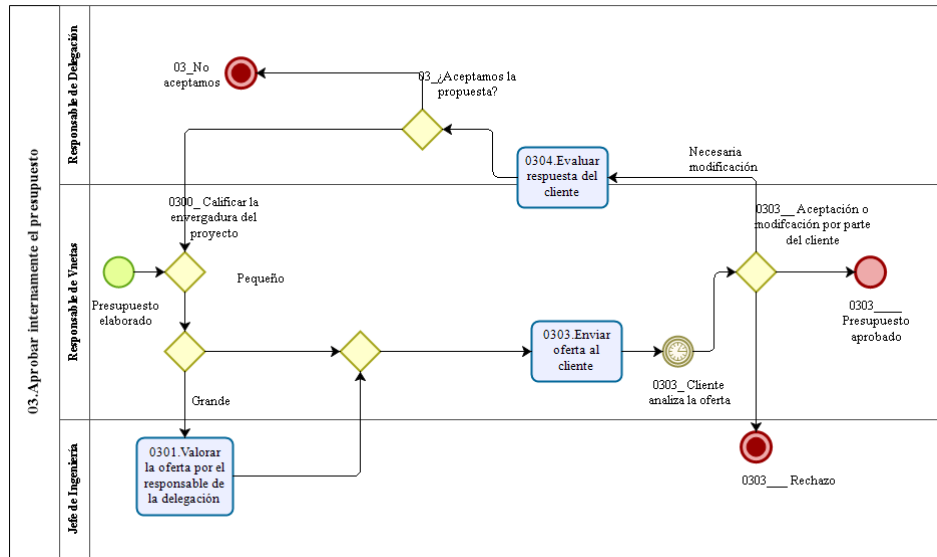


Figura 39: Subproceso 0#3 tras aplicar la propuesta d

Fuente: Bizagi.

Propuesta e: Responsabilizar al Jefe de ingeniería en la elaboración de la documentación técnica preliminar.

Eliminar la actividad 0#20806.*Aprobar Doc. Técnica Preliminar*, asignando a la actividad 0#20805.*Realizar Doc. Técnica Preliminar* como recurso al Jefe de Ingeniería, así no sería necesario que tenga que ser revisado por el mismo, quitando además la posibilidad de que requiera de una modificación (eliminando la bifurcación correspondiente).

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso tras eliminar la actividad 0#20806.*Aprobar Doc. Técnica Preliminar* y la bifurcación B05.¿Lo aprueba el Jefe de ingeniería?.

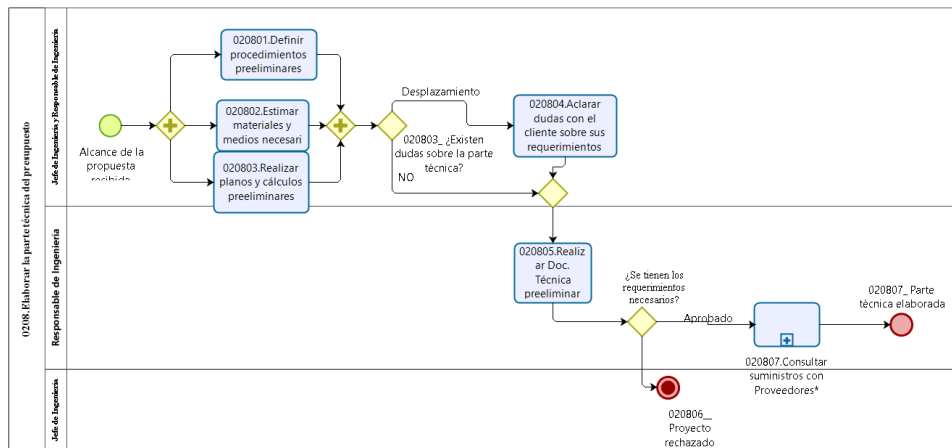


Figura 40: Subproceso 0#208 tras aplicar la propuesta e

Fuente: Bizagi.

Propuesta f: Realizar actividades de manera simultánea en la elaboración del presupuesto.

Tal como muestra la tabla 73 del análisis del valor añadido, hemos considerado eliminar o reorganizar las que no añaden valor al cliente. Para la actividad 0#204. *Recabar información identificativa del cliente*, se decide modelarla en paralelo a la vez que se realizan la actividad 0#205 y 0#206.

La mejora que se espera es:

- Reducir el tiempo general del proceso.

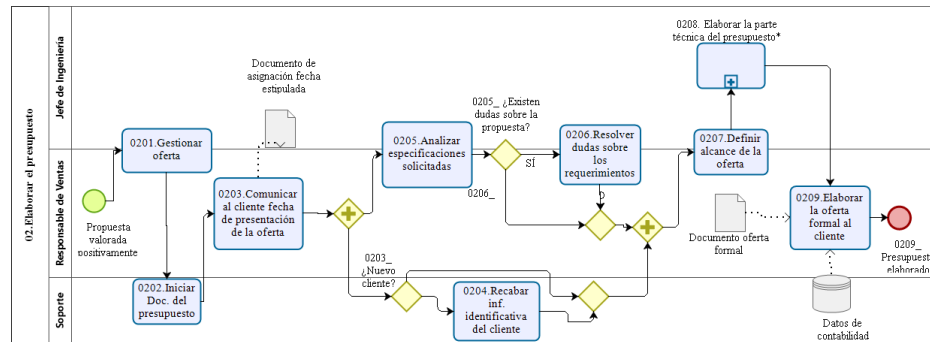


Figura 41: Subproceso 0#2 tras aplicar la propuesta f

Fuente: Bizagi.

Hasta aquí las propuestas que generan cambios en el modelo. También se pueden ensayar algunas que sean más fáciles de cuantificar mediante la simulación:

Propuesta g: Aumentar las horas disponibles de Ingeniero de Calidad y Diseño, que resultan claramente un limitante.

Esto se podría hacer formando a un Responsable de ingeniería para trabajar con esta responsabilidad o simplemente contratando a una persona más.

La mejora que se espera es:

- Reducir la ocupación del Ingeniero de calidad y diseño.
- Reducir tiempos de esperas en actividades en la que participe el Ingeniero de calidad y diseño.
- Reducir el tiempo general del proceso debido a que el valor promedio de los tiempos de espera en las actividades que participa se vería reducido

Recurso	Costo
Responsable de delegación	1
Jefe de ingeniería	1
Responsable de ingeniería	3
Ingeniero de calidad y diseño	2
Ingeniero de equipos y logística	1
Responsable de proyecto	3

Figura 42: Implantación de la propuesta g: contratar a un Ingeniero de calidad y diseño

Fuente: Bizagi.

Propuesta h: Revisar las actividades 0#502. *Elaborar internamente planos técnicos en detalle*, 0#505. *Revisar cálculos de la subcontrata de ingeniería*, 0#603. *Elaborar programa de puntos de inspección* y 0#607. *Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra*. Cada una de ellas es necesario que sean ejecutadas por el Ingeniero de calidad y diseño, por lo que no sería recomendable que se realizaran por otro miembro distinto.

Para la actividad 0#603, tal como se indica en la primera solución nombrada, se le dotaría de una mayor responsabilidad.

Propuesta i: Realizar más control sobre los proveedores o reconsiderar otras opciones para el transporte de materiales a obra.

Para los retrasos en fabricación, imprevistos en obra, transportes de materiales a obra o cálculos mal elaborados por la subcontrata, las cuales, se han considerado problemas que derivan de personal ajeno a la organización.

5.2 Selección de propuestas

Una herramienta que se puede usar para seleccionar entre diferentes propuestas es el gráfico de Pick. Una tabla de Pick es un gráfico de cuatro cuadrantes, donde cada propuesta se representa mediante un punto. El eje horizontal representa la dificultad de abordar la solución prevista y el eje vertical la recompensa que se obtiene al aplicarla, en nuestro caso, generará una ventaja mayor en función del tiempo que se evitaría consumir si dicha mejora se aplica. Es conveniente centrarse en aquellos que sean del tipo: alta recompensa y fácil dificultad, evitando en lo posible las que sean difíciles de llevar a cabo y con poca recompensa (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013).

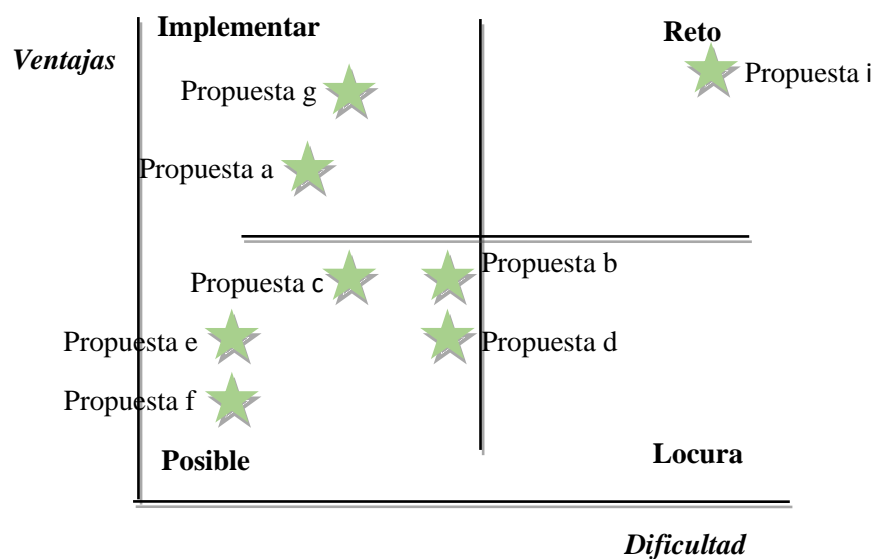


Figura 43: Gráfico de Pick sobre las distintas propuestas

Fuente: Elaboración propia.

Se implementarán en el modelo las **propuestas a y g**, ya que, según la estimación realizada, el proceso obtendría una mayor eficiencia y su dificultad no se percibe complicada. La recompensa que otorgan está ligada al tiempo que se ahorraría si queda resuelto el problema. La dificultad de implementarlas se prevé baja.

Al resto, enmarcadas dentro del recuadro “Posibles”, el beneficio que otorgan no repercute demasiado sobre el objetivo fijado, debido principalmente, al poco impacto que generan. Por lo contrario, evaluadas todas ellas como una sola nos generarían quizás un impacto de mejora considerable, por lo tanto, se aplicarán simulaciones teniendo en cuenta la reelaboración del modelo.

Se ha denominado **propuesta i**, tal como se comentó anteriormente, aquellas posibles destinadas a agentes externos de la empresa. Serían del modo “Reto”, ya que generarían una alta recompensa debido al elevado tiempo que implican, por lo que, eliminándola, se evitarían por completo. Aun así, requieren de una dificultad que está fuera del alcance de este trabajo.

En resumen, las propuestas con las que se va a trabajar para analizar los modelos To-be son:

- **Propuesta a:** únicamente otorgando más responsabilidad al Ingeniero de Calidad y Diseño podría verse reducido o eliminado por completo el problema programa puntos de inspección mal elaborado, reduciendo el tiempo del proceso.
- **Propuesta g:** aumentando las horas de recurso para el Ingeniero de Calidad y Diseño, cabe esperar que la eficiencia del modelo aumente.
- **Propuestas b, c, d, e y f** (“Posibles”): Todas ellas evaluadas como una sola. Se facilitará un anexo (*Anexo 4*) con la representación de los subprocesos tras aplicar dichas propuestas.

Para la **propuesta g** se considerarán dos opciones distintas: por una parte, se especializará a un Responsable de Ingeniería en Calidad y Diseño (Opción 2), y por la otra, se contratará directamente a un Ingeniero de Calidad y Diseño adicional (Opción 3).

A continuación, se simulará atendiendo a las mejoras que se desean implantar en el modelo (To-be), permitiendo sacar conclusiones sobre los resultados y comparando cada una de las opciones que se quieran llegar a implementar.

Las distintas opciones a la hora de simular serán las siguientes:

- Opción 1: Modelo inicial.
- Opción 2: Responsable de Ingeniería especializado en Calidad y Diseño (Disminución del recurso de Responsable de Ingeniería a dos y aumento de Ingeniero de Calidad y Diseño a dos).
- Opción 3: Aumento del recurso de Ingeniero de Calidad y Diseño a dos.
- Opción 4: Implantación de la propuesta a al modelo, es decir, la actividad *Elaborar programa de puntos de inspección*, podrá ser efectuado tanto por el Responsable de ingeniería como por el Ingeniero de calidad y diseño, asignando el recurso que se encuentre libre.
- Opción 5: Implantación de la propuesta a y aumento del recurso de Ingeniero de Calidad y Diseño a dos.
- Opción 6: Implantación de la propuesta a y especialización del Responsable de ingeniería en calidad y diseño.
- Opción 7: Implantar las propuestas enmarcadas dentro del recuadro “Posibles”.
- Opción 8: Especialización del Responsable de ingeniería en calidad y diseño junto con las propuestas de la opción 7.
- Opción 9: Aumento del recurso de Ingeniero de calidad y diseño junto con la opción 7.

5.3 Comparación del resultado de las propuestas

Las tablas sobre las comparaciones son las siguientes:

Nivel de ocupación de los trabajadores	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Responsable de delegación	2,88%	2,89%	2,89%	2,89%	2,89%
Responsable de ventas	11,65%	11,48%	11,45%	11,48%	11,40%
Personal de soporte	1,62%	2,17%	2,17%	2,18%	2,17%
Jefe de ingeniería	67,21%	68,32%	67,39%	66,94%	66,92%
Responsable de ingeniería	52,61%	67,42%	54,81%	55,16%	55,47%
Ingeniero de calidad y diseño	85,09%	61,00%	59,54%	72,80%	50,53%
Ingeniero de equipos y logística	43,50%	44,04%	43,88%	44,34%	44,08%
Responsable de proyecto	7,44%	7,42%	7,52%	7,47%	7,47%
Responsable de obra	16,15%	17,37%	17,18%	17,31%	17,33%

Nivel de ocupación de los trabajadores	Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9
Responsable de delegación	2,89%	2,97%	2,97%	2,97%
Responsable de ventas	11,45%	12,04%	12,04%	12,04%
Personal de soporte	2,17%	1,62%	1,62%	1,62%
Jefe de ingeniería	67,28%	70,07%	70,37%	70,42%
Responsable de ingeniería	66,78%	59,04%	70,83%	58,86%
Ingeniero de calidad y diseño	53,04%	75,82%	52,59%	48,20%
Ingeniero de equipos y logística	43,86%	49,38%	49,38%	49,86%
Responsable de proyecto	7,40%	8,13%	8,23%	8,25%
Responsable de obra	17,56%	19,33%	20,07%	19,68%

Proceso general (a)		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Instancias iniciadas	n° proyectos	61	61	61	61	61
Proyectos terminados	n° proyectos	25	28	28	27	28
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.690,94	1.508,11	1.425,56	1.470,50	1.413,64
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	5.185,33	2.909,34	2.457,00	2.955,00	2.531,16
01__ No interesa	n° proyectos	2	3	3	3	3
0303_Rechazo	n° proyectos	24	23	24	23	23

Proceso general (a)		Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9
Instancias iniciadas	n° proyectos	61	61	61	61
Proyectos terminados	n° proyectos	27	32	32	32
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.446,18	1.592,90	1.540,65	1.448,46
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	2.473,13	4.372,00	2.855,83	2.200,00
01__ No interesa	n° proyectos	3	1	1	1
0303_Rechazo	n° proyectos	24	25	24	25

Subproceso: 06.Ejecutar los trabajos del proyecto		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Tiempo promedio ejecución de trabajos	horas	1.829,54	1.597,91	1.449,53	1.506,78	1.442,26
Tiempo máximo ejecución de trabajos	horas	3.312,33	1.770,00	1.574,59	2.108,00	1.584,16

Subproceso: 06.Ejecutar los trabajos del proyecto		Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9
Tiempo promedio ejecución de trabajos	horas	1.454,60	1.453,15	1.446,45	1.421,38
Tiempo máximo ejecución de trabajos	horas	1.575,13	2.006,00	1.565,00	1.464,00

Duración gestión de los proyectos (desde 01 hasta 05,Elaborar el proyecto)		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.549,16	1.341,21	1.276,39	1.329,06	1.266,46
Tiempo máximo gestión de proyectos	horas	4.508,98	2.008,99	2.058,00	2.283,00	1.785,16

Duración gestión de los proyectos (desde 01 hasta 05,Elaborar el proyecto)		Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.338,57	1.495,10	1.367,27	1.265,82
Tiempo máximo gestión de proyectos	horas	2.236,26	3.273,00	2.158,99	1.896,98

Tabla 77: Comparación de los parámetros de valoración de las distintas propuestas ensayadas

Fuente: Elaboración propia

KPI's		Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5
Proyectos terminados	nº proyectos	25	28	28	27	28
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.690,94	1.508,11	1.425,56	1.470,50	1.413,64
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	5.185,33	2.809,34	2.357,00	2.955,00	2.431,16
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.549,16	1.341,21	1.276,39	1.329,06	1.266,46
Número de trabajadores con ocupación superior al 80%	personas	1	0	0	0	0

KPI's		Opción 6	Opción 7	Opción 8	Opción 9
Proyectos terminados	nº proyectos	27	32	32	32
Tiempo promedio duración total de proyectos	horas	1.446,18	1.592,90	1.540,65	1.448,46
Tiempo máximo duración total de proyectos	horas	2.473,13	4.372,00	2.855,83	2.200,00
Tiempo promedio gestión de proyectos	horas	1.338,57	1.495,10	1.367,27	1.265,82
Número de trabajadores con ocupación superior al 80%	personas	0	0	0	0

Tabla 78: Comparación del valor de los KPI's de las distintas propuestas ensayadas

Fuente: Elaboración propia

Como se observan en las tablas y tal como admite el interlocutor, aumentando el recurso de Ingeniero de calidad y diseño a 2 (**Opción 3**) se consigue una mejora considerable sobre el modelo inicial, se incrementa el número de proyectos que se pueden completar a 28 y baja el tiempo promedio de duración hasta las 1.425,56 horas. Se consigue, por tanto, una mejora del 15,69% sobre el tiempo promedio.

Para la **Opción 5**, se aplica tanto la considerada en la opción 4 y en la 3, las cuales eran la implantación de la propuesta a y aumento del recurso de Ingeniero de calidad y diseño a 2. No existe mucha diferencia en comparación con el beneficio que se obtiene para la anterior, siendo un 0,83% más eficiente que ésta sobre el tiempo promedio e igual número de proyectos finalizados.

Por otra parte, la opción considerada como la reelaboración del modelo según las propuestas que se enmarcaban dentro del recuadro como "Posibles" en el diagrama de Pick (**Opción 7**), ha obtenido unos resultados a tener en cuenta, ya que mejora el modelo anterior únicamente reestructurando la forma con la que actúa la empresa obteniendo unos valores de 32 proyectos terminados y una duración promedio de 1.592,90 horas, equivale a una mejora del 5,79% sobre nuestro modelo inicial, aunque parece que no mejora tanto como las opciones anteriores, si tuviéramos en cuenta el coste, no supondría contratación de personal adicional, por lo que resultaría más ventajoso para la empresa.

Los resultados de simulación obtenidos por la aplicación conjunta de las propuestas de la Opción 7 (propuestas "Posibles") con el aumento del recurso de Ingeniero de calidad y diseño a 2 (Opción 3), esta aplicación es la denominada **Opción 9**, alcanzan mejores valores en comparación con los demás, consiguiendo 32 proyectos finalizados con tan solo un tiempo promedio de 1.448,56 horas, lo que equivale a una mejora del 14,34% respecto al inicial. El tiempo es superior por poco respecto

a la Opción 5, pero el número de proyectos terminados es considerablemente mayor.

En resumen, la Opción 9 arroja unos resultados mejores debido a que finalizan 4 proyectos más respecto a la Opción 5, aun siendo el tiempo promedio de ésta ligeramente inferior (32,84 horas menos).

6 CONCLUSIONES Y POSIBLES AMPLIACIONES FUTURAS DEL TRABAJO

Al principio del Trabajo Fin de Grado se propuso como objetivo el análisis y mejora del proceso de negocio de la empresa que se ha estudiado, con idea de mostrar como aplicando la metodología BPMN se consigue analizarlos y proponer mejoras.

A partir del capítulo 4, podría considerarse el centro del trabajo, aplicando todos los conocimientos teóricos al caso práctico. El estudio se centró en el proceso de elaboración de un proyecto de reparación o modificación de una grúa de las que se utilizan en los puertos, concentrándose en el departamento de ingeniería ya que el resto de tareas recaen en buena parte en operadores externos – consultoras ajenas de ingeniería, proveedores de materiales, montadores, ...- sobre los que la organización tiene menos control. Se estimaron los tiempos dedicados a cada actividad y las probabilidades que llevan a determinadas opciones. Seguidamente se analizó el modelo representado, primero desde un punto de vista estático y luego dinámico, o de simulación, mediante el software Bizagi, que permite apreciar mejor los problemas a los que se ven sometidos.

Las propuestas de mejora se han modelado y simulado, permitiendo realizar un análisis de comparación entre las distintas opciones expuestas. Los resultados se mostraron acorde a lo que el interlocutor de la empresa que nos ha acompañado en todo el trabajo nos indicó desde el primer momento, señalando que la principal dificultad a que se enfrentaban es la falta de personal.

En el desarrollo del trabajo se ha respondido a lo que la empresa esperaba cuando se propuso este análisis, si bien han quedado patentes una serie de aspectos que con otros medios y otra disponibilidad de tiempo hubieran permitido un mayor alcance:

- No se ha dispuesto de información y, por tanto, no se ha podido tomar en cuenta sobre costes ni rentabilidades de los proyectos. El trabajo se ha tenido que limitar casi en exclusiva a la determinación de tiempos.
- Bizagi limita a la hora de simular debido a que no permite asignar determinados tiempos específicos a una misma actividad, ni tampoco asignar distintos tokens de entrada según el tipo de proyecto recibido. De cara al futuro, se recomienda la simulación con otro software distinto, como podría ser Arena.

En conclusión, se ha analizado y modelado el proceso con una herramienta que sigue la notación BPMN, planteando propuestas de mejoras teniendo en cuenta distintos enfoques y mejorando el proceso de forma puntual, mostrando como se puede llegar a lograr una organización más eficiente aplicando dicha metodología.

6. Conclusiones y posibles ampliaciones futuras del trabajo

7 ANEXOS

Anexo 1: Resultados de la simulación con los parámetros iniciales

Nombre	Tipo	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (h)	Tiempo máximo (h)	Tiempo promedio (h)	Tiempo total (h)
Proceso General	Proceso	51	61	2,00	3.212,00	1.409,28	403,37
00 Propuesta recibida	Evento de inicio	61					
07_ Proyecto finalizado	Evento de Fin	27					
01_ ¿Nos interesa elaborar el presupuesto?	Compuerta	61	61				
01.Recibir y valorar propuesta	Tarea	61	61	2,00	108,00	6,61	403,37
01___ No interesa	Evento de Fin	3					
02.Elaborar el presupuesto*	Proceso	57	58	133,00	431,00	219,64	3.867,00
03.Aprobar internamente el presupuesto*	Proceso	33	57	41,00	483,00	239,85	175,00
04.Asignar responsables de las áreas para el proyecto*	Proceso	33	33	60,00	233,79	89,42	2.950,79
05.Elaborar el proyecto*	Proceso	29	33	386,00	1.533,00	637,20	36.246,27
06.Ejecutar los trabajos del proyecto*	Proceso	27	29	986,00	2.137,00	1.378,35	39.070,37
07.Entregar el resultado del proyecto al cliente*	Proceso	27	27	38,00	68,00	42,44	1.146,00

Nombre	Tipo	Tiempo mínimo esperando recursos (h)	Tiempo máximo esperando recursos (h)	Tiempo promedio esperando recursos (h)	Desviación estándar esperando recursos (h)	Tiempo total esperando recursos (h)	Costo fijo total
Proceso General	Proceso					281,37	0
00 Propuesta recibida	Evento de inicio						
07_ Proyecto finalizado	Evento de Fin						
01_ ¿Nos interesa elaborar el presupuesto?	Compuerta						
01.Recibir y valorar propuesta	Tarea	0	106,00	4,61	16,41	281,37	0
01___ No interesa	Evento de Fin						
02.Elaborar el presupuesto*	Proceso					187,00	0
03.Aprobar internamente el presupuesto*	Proceso					31,00	0
04.Asignar responsables de las áreas para el proyecto*	Proceso					824,79	0
05.Elaborar el proyecto*	Proceso					10.446,48	0
06.Ejecutar los trabajos del proyecto*	Proceso					10.908,37	0
07.Entregar el resultado del proyecto al cliente*	Proceso					0	0

Tabla 79: Resultados de simulación con el valor de semilla 1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Actividades en las que participa el Ingeniero de calidad y diseño que presentan unos elevados tiempos de espera

Actividades con tiempo de espera elevado para el Ingeniero de calidad y diseño	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (h)	Tiempo máximo (h)	Tiempo promedio (h)	Tiempo total (h)	Tiempo mínimo esperando recursos (h)	Tiempo máximo esperando recursos (h)	Tiempo promedio esperando recursos (h)	Desviación estándar esperando recursos (h)	Tiempo total esperando recursos (h)
0502,Elaborar internamente planos técnicos en detalle	30	31	356	879	502,04	15.061,00	0	523	153,88	167,34	4.770,27
0505,Revisar cálculos de la subcontrata de ingeniería	9	9	234	1206	517,42	4.656,00	174	1.146,00	455,64	263,47	4.100,79
0603,Elaborar programa de puntos de inspección	31	31	100	918	353,61	10.962,00	0	810	248,45	214,54	7.702,00
0607,Resolver imprevistos y hacer modificaciones en obra	8	8	46	517	285,60	2.284,78	0	471	238,60	146,31	1.908,79

Tabla 80: Actividades con tiempo de espera elevado donde participa el Ingeniero de calidad y diseño

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Estimación del impacto que generan cada una de las propuestas sobre los factores del Cuadrilátero del Diablo

	Impacto sobre los factores del Cuadrilátero del diablo.			
	Tiempo	Coste	Calidad	Flexibilidad
Relacionadas con los clientes				
Recolocación de controles	Neutral	Negativo	Positivo	Neutral
Reducción de controles	Positivo	Negativo	Positivo	Neutral
Integración	Positivo	Positivo	Neutral	Negativo
Relac. con las operaciones				
Ordenar por tipo	Positivo	Positivo	Negativo	Negativo
Eliminar actividades inneces.	Positivo	Positivo	Negativo	Neutral
Eliminar trabajo por lotes	Positivo	Negativo	Neutral	Neutral
Triage	Neutral	Negativo	Positivo	Negativo
Combinar actividades	Positivo	Positivo	Neutral	Negativo
Comportamiento del BP				
Reordenar actividades	Positivo	Positivo	Neutral	Neutral
Simultanear	Positivo	Negativo	Neutral	Negativo
Eliminar unidades a procesar	Negativo	Positivo	Neutral	Neutral
Aislar casos extraños	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Sobre la organizac. Estructura				
Asignar tareas simples	Neutral	Neutral	Positivo	Negativo
Asignación flexible	Positivo	Negativo	Neutral	Positivo
Centralizar recursos	Positivo	Negativo	Neutral	Positivo
Dividir responsabilidades	Neutral	Neutral	Positivo	Negativo
Equipos de clientes	Neutral	Neutral	Positivo	Negativo
Minimizar las personas impli.	Positivo	Negativo	Neutral	Negativo
Señalar a un responsable	Neutral	Negativo	Positivo	
Población y recursos				
Considerar recursos extra	Positivo	Negativo	Neutral	Positivo
Disponer personal espec.-gen	Positivo	Neutral	Positivo	Negativo
De responsabilid. a personas	Positivo	Neutral	Negativo	Positivo

Tabla 81: Estimación del impacto sobre los factores del Cuadrilátero del Diablo

Fuente: (Childe, Maull, & Bennet, 1994)

Anexo 4: Representación de los subprocesos tras aplicar las propuestas de mejora

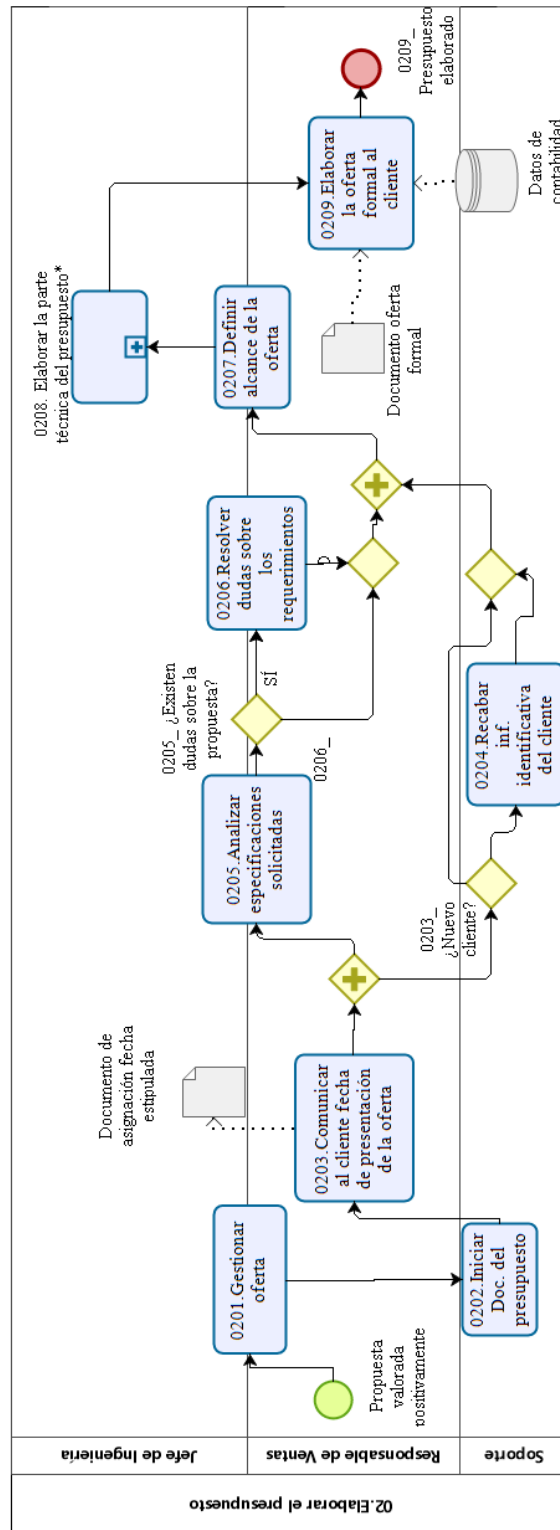


Figura 44: Modelo del subproceso 0#2 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

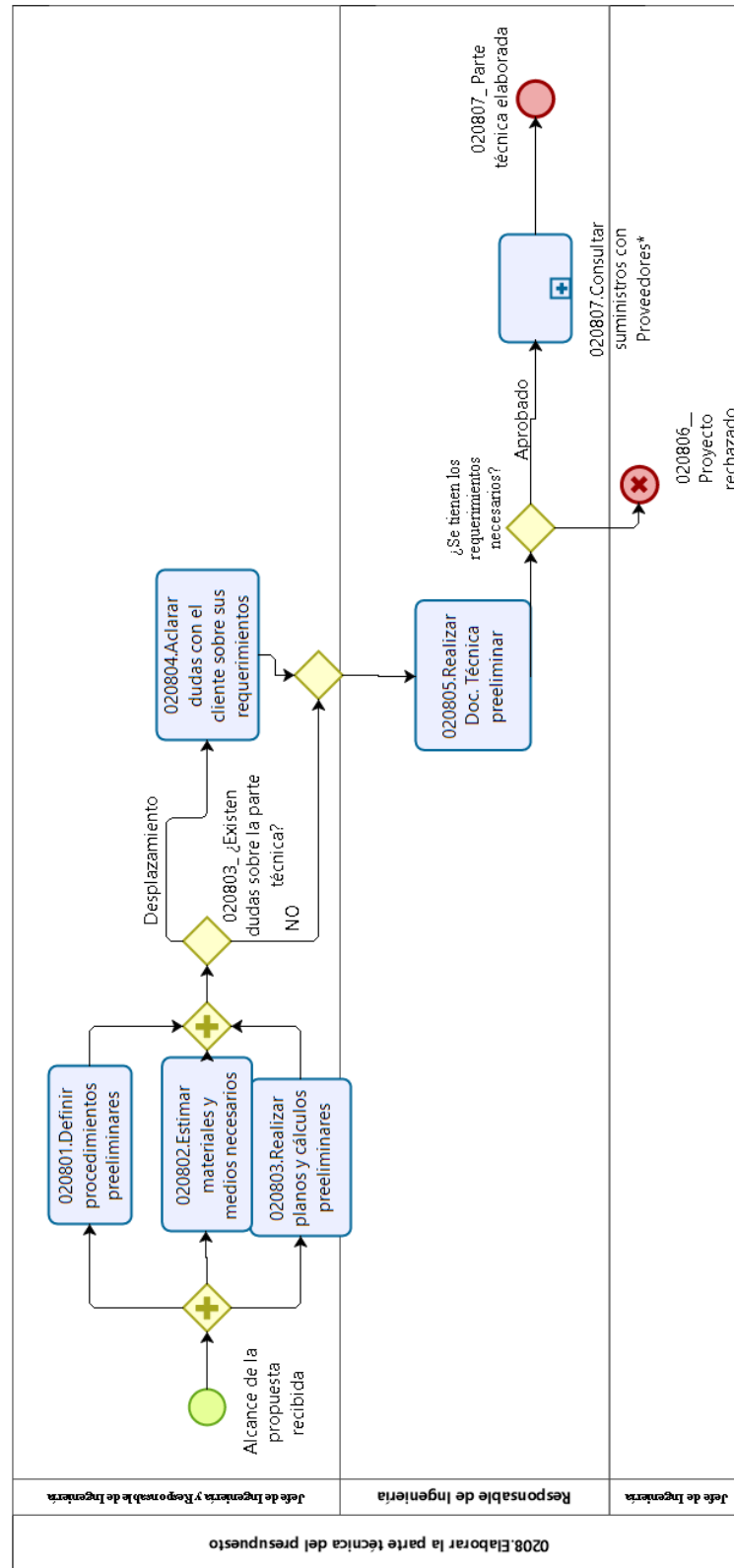


Figura 45: Modelo del subproceso 0#208 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

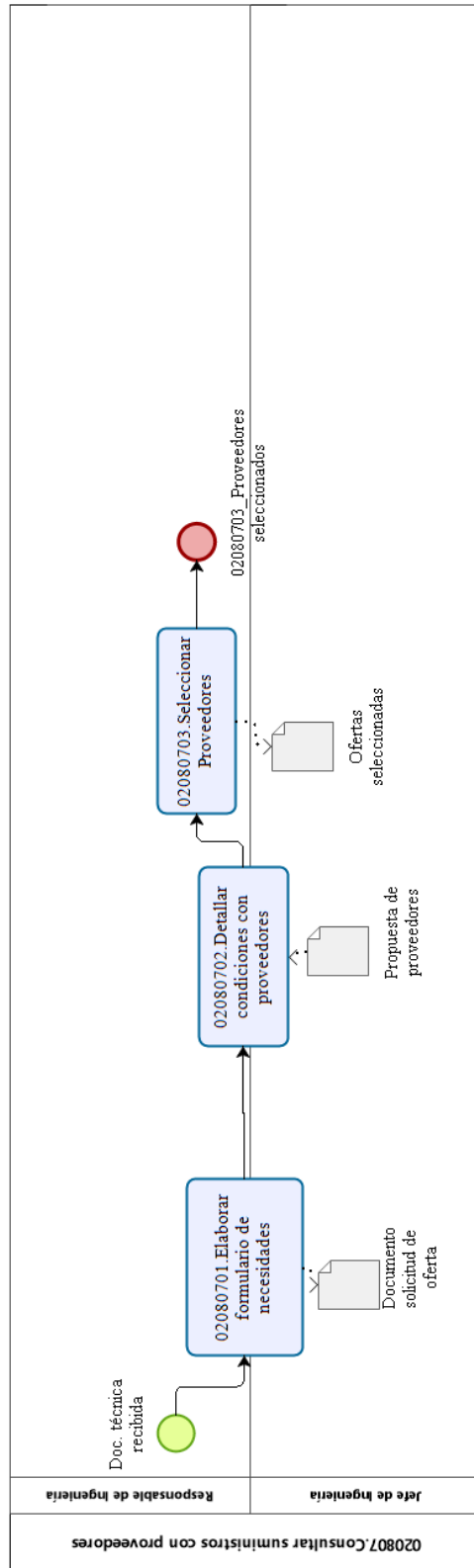


Figura 46: Modelo del subproceso 0#20807 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

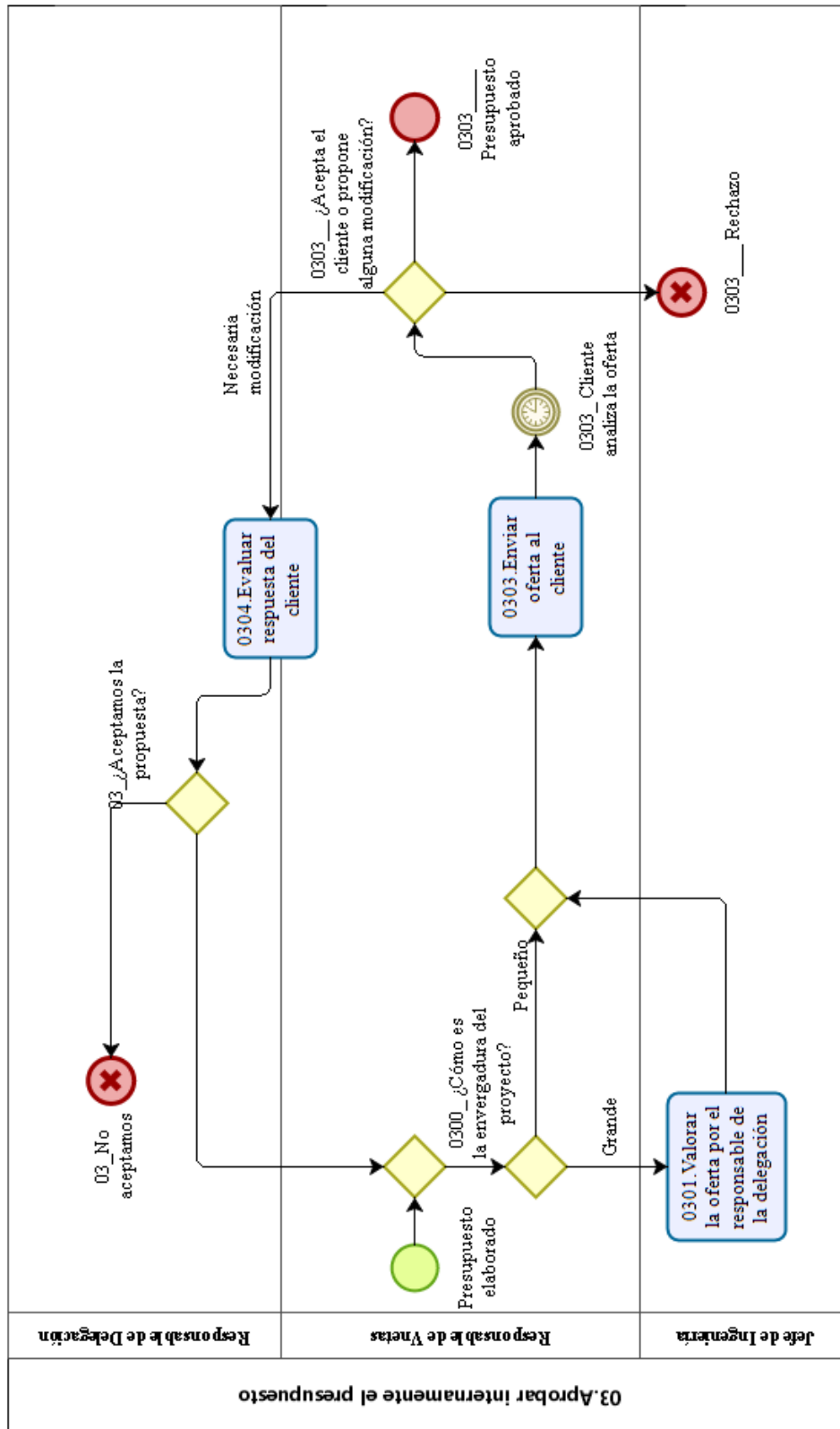


Figura 47: Modelo del subproceso 0#3 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

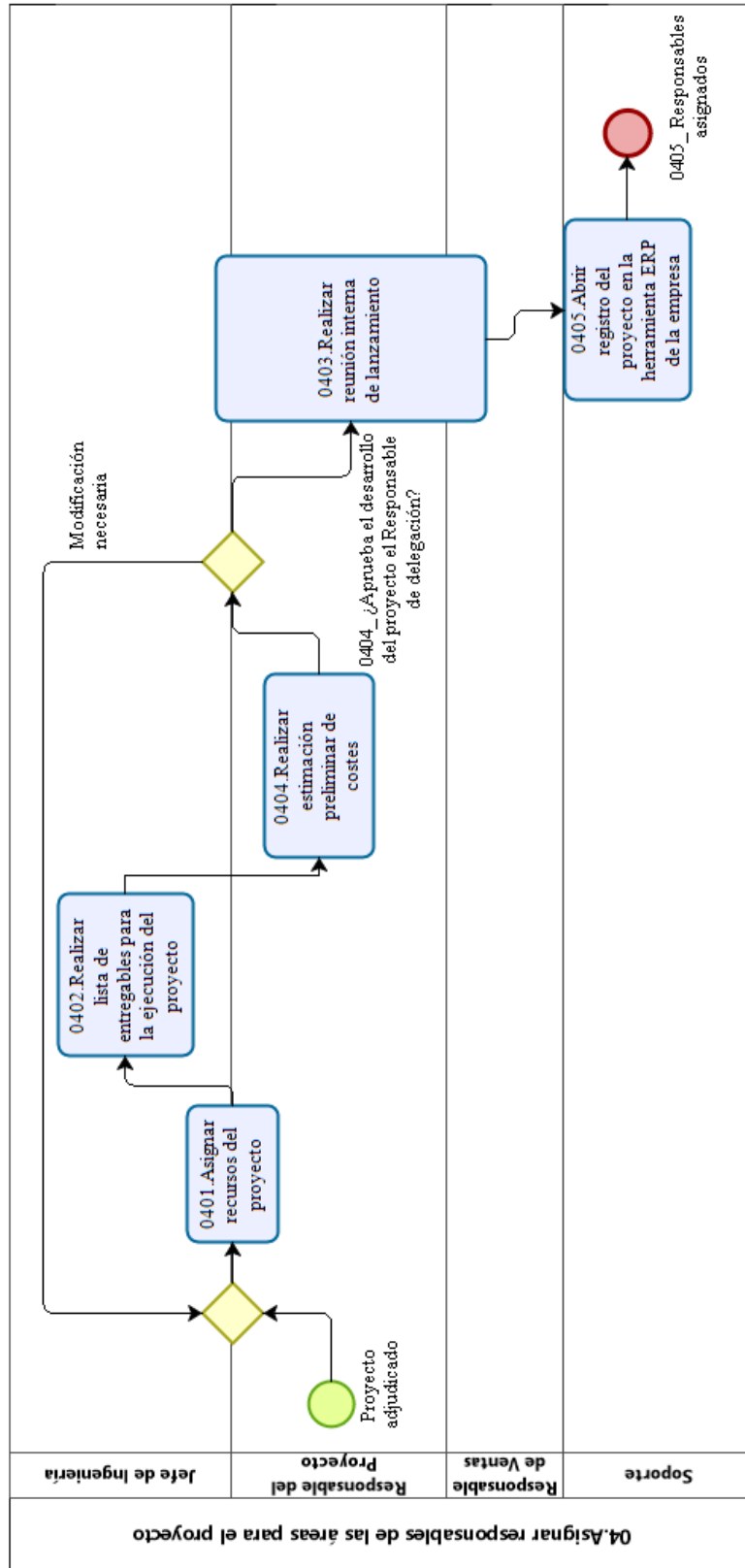


Figura 48: Modelo del subproceso 0#4 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

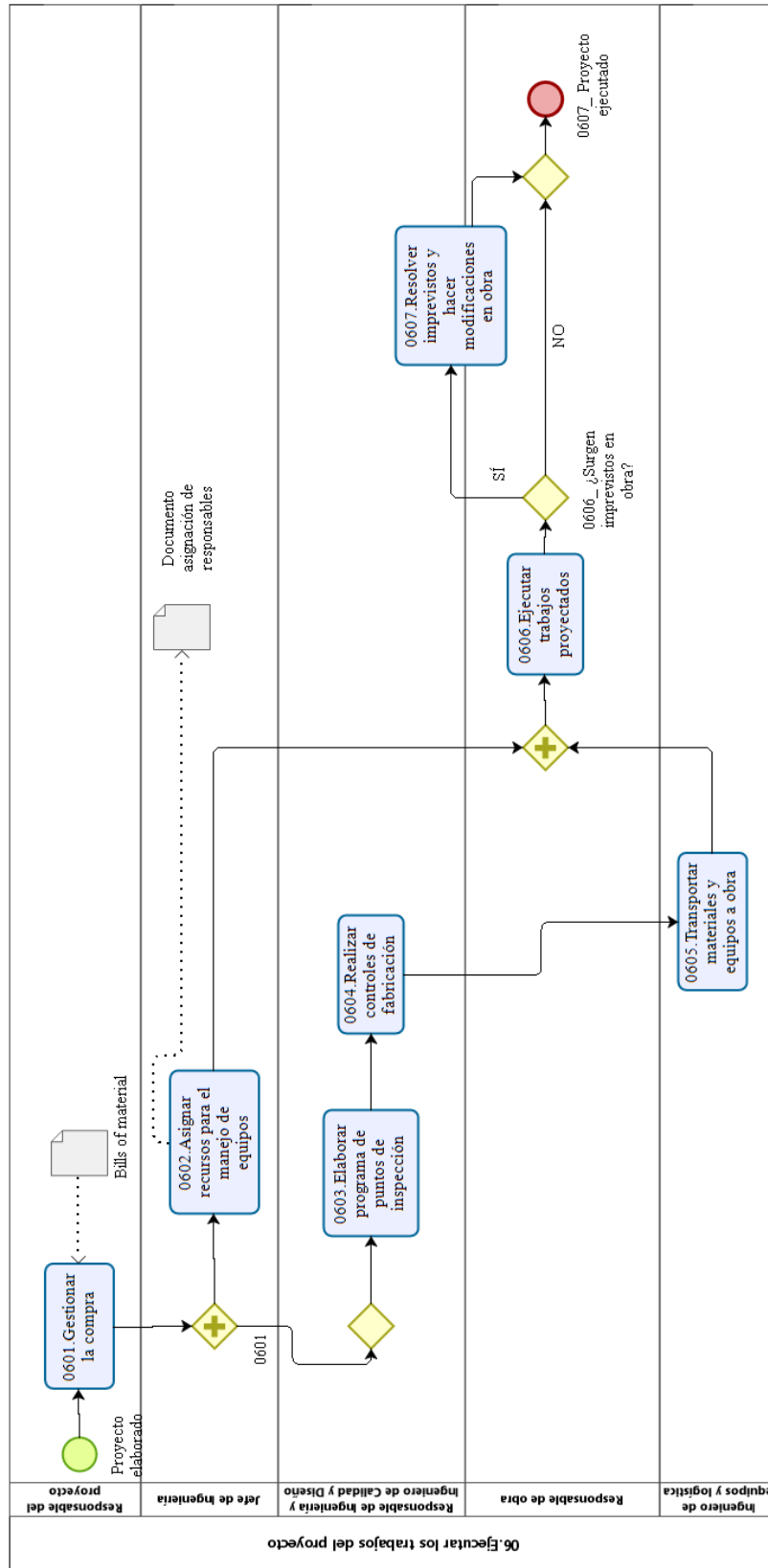


Figura 49: Modelo del subproceso 0#6 tras aplicar las propuestas de mejora

Fuente: Bizagi.

8 GLOSARIO DE TÉRMINOS

BPM	Business Process Management. Gestión de procesos de negocio.
BPMI	Business Process Management Initiative. Iniciativa para la gestión de procesos de negocio.
BPML	Business Process Management Language. Lenguaje de Gestión de procesos de negocio.
BPMN	Business Process Management and Notation. Modelado y notación de procesos de negocio.
BVA	Actividades que no aportan valor directamente al proceso pero de las que no es posible prescindir.
Heightening crane	Recrecimiento de grúa.
ISO	International Organization for Standardization.
KPI	Key Performance Indicator. Indicador clave de gestión.
NVA	Actividades que no aportan valor añadido al cliente.
OM	Operation Management. Gestión de operaciones.
OMG	Object Management Group.
Retrofit Project	Proyecto de modernización.
Skidding cranes	Deslizamiento de dos grúas.
Token	Elemento que atraviesa cada una de las actividades del modelo BPMN
TQM	Total Quality Management. Gestión de la calidad total.
VA	Actividad dentro de un proceso que aporta valor añadido por sí misma al cliente.
VSM	Value Stream Mapping. Mapa del flujo de valor.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Brand, N., & van der Kolk, H. (1995). *Workflow analysis and design*. Kluwer Bedrijfswetenschappen.
- Childe, S. J., Maull, R. S., & Bennet, J. (1994). Framework for understanding business process re-engineering. *International Journal of Operations & Production management*, n° 14, 22-34.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer.
- Jones, Daniel T. and Womack, James P. (2012). *Lean thinking*. Ediciones Gestion 2.000.
- Ministerio de Fomento. (mayo de 2005). *Algunas herramientas para la mejora de procesos*.
- Motahari-Nezhad, H.R, Recker, & J, & Weidlich. (2015). Business Process Management. Springer, International Publishing.
- Reijers, H. A., & Liman Mansar, S. (2005). Best practices in business process redesign: an overview and qualitative evaluation of successful redesign heuristics. *The International Journal of Management Science*, n° 33, 283-306.
- Stephen A., & White, D.M. (2009). *BPMN. Guía de referencia y modelado*.
- van der Aalst, W. M., La Rosa, M., & Santoro, F. M. (2016). Business Process Management. Don't Forget to Improve the Process! Springer.