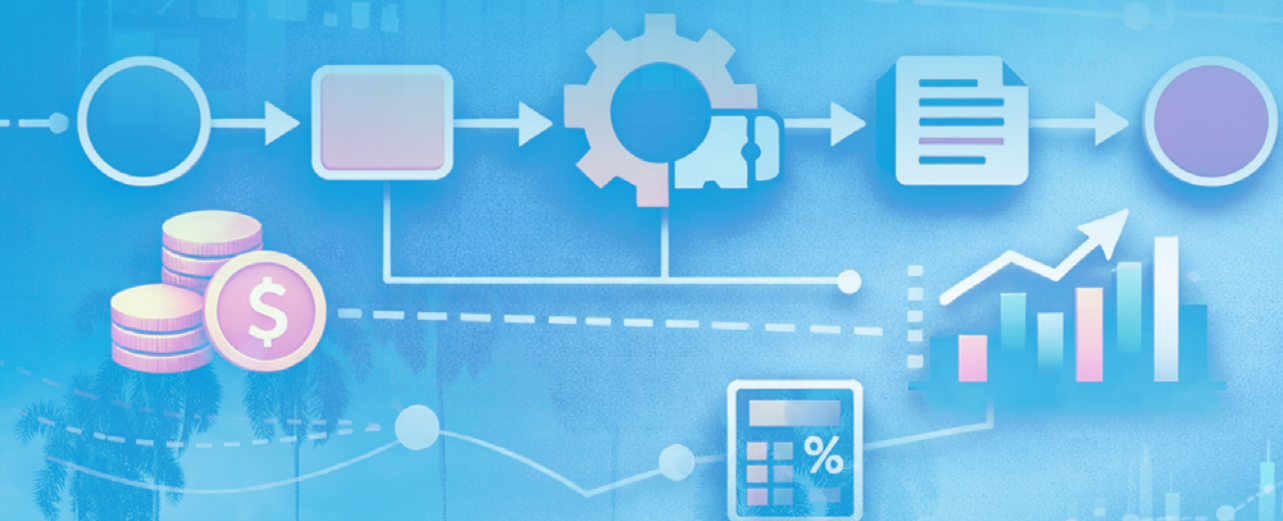


Gestión de costos en procesos: Aplicación práctica con la notación BPMN en instituciones de educación superior

ALEXANDER ARAGÓN CHAMORRO

MARGOT CAJIGAS ROMERO

JENNY ALEXANDRA MOSQUERA



**SELLO
EDITORIAL
UAO**

Gestión de costos en procesos:

Aplicación práctica con la notación BPMN en instituciones de educación superior

ALEXANDER ARAGÓN CHAMORRO

MARGOT CAJIGAS ROMERO

JENNY ALEXANDRA MOSQUERA

The logo consists of the lowercase letters 'uao' in a bold, red, sans-serif font.

Universidad
Autónoma de
Occidente

Universidad Autónoma de Occidente

2025

Cajigas Romero, Margot

Gestión de costos en procesos: aplicación práctica con la notación BPMN en instituciones de educación superior / Margot Cajigas Romero, Alexander Aragón Chamorro, Jenny Alexandra Mosquera. — Cali : Universidad Autónoma de Occidente, 2025.

72 páginas : tablas ; 24 cm.

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-619-229-3 (PDF)

1. Costos — Administración.
 2. Educación superior — Administración.
 3. Business Process Model and Notation.
- I. Cajigas Romero, Margot
 - II. Aragón Chamorro, Alexander.
 - III. Mosquera, Jenny Alexandra.
 - IV. Universidad Autónoma de Occidente.

Gestión de costos en procesos: Aplicación práctica con la notación BPMN en instituciones de educación superior

© Autores

Alexander Aragón Chamorro

Profesor investigador Universidad Autónoma de Occidente

Margot Cajigas Romero

Profesora investigadora Universidad Autónoma de Occidente y catedrática Universidad Nacional de Colombia

Jenny Alexandra Mosquera

Profesora investigador Universidad Autónoma de Occidente

ISBN: 978-958-619-229-3 (PDF)

Primera edición: diciembre 2025

© Universidad Autónoma de Occidente

Km. 2 vía Cali-Jamundí, A.A. 2790

Cali, Valle del Cauca, Colombia.

El contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de la Institución, es responsabilidad absoluta de sus autores. Tampoco puede ser reproducido por ningún medio impreso o digital sin permiso expreso de los dueños del *Copyright*.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de febrero de 1970. Universidad Autónoma de Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de Educación Nacional, del 13 de noviembre de 2003. Acreditación Institucional de Alta Calidad, Res. 23002 del 30 de noviembre de 2021, con vigencia hasta el 2025. Acreditación Internacional de Alta Calidad, acuerdo No. 85 del 26 de enero de 2022 del Cinda. Vigilada MinEducación.

Gestión Editorial

Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Emprendimiento

Vicerrector de Investigaciones, Innovación y Emprendimiento

Jesús David Cardona Quiroz

Jefe Unidad de Visibilización y Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Editor

José Julián Serrano Quimbaya
jjserrano@uao.edu.co

Coordinadora editorial

Angélica María Bohórquez Borda
ambohorquez@uao.edu.co

Corrección de estilo

Christian Benavides

Diseño editorial

Kevin Nieto Vallejo

Contenido

17	1.	FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS Y PROCESOS
17	1.1.	FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS Y PROCESOS
22	1.2.	ESQUEMA DEL MODELO DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS
25	2.	MODELADO DE PROCESOS EN LA NOTACIÓN BPMN
25	2.1.	LA HERRAMIENTA DE SOFTWARE
26	2.2.	SIMBOLOGÍA BPMN
57	3.	CASO DE APLICACIÓN
57	3.1.	SELECCIÓN DEL PROCESO OBJETO DE ESTUDIO
60	3.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS LÍMITES DEL PROCESO
61	3.3.	DESCRIPCIÓN INICIAL DEL PROCESO EN LENGUAJE NATURAL
62	3.4.	MODELADO EN BIZAGI
63	3.5.	CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE ACUERDO CON LA ACCIÓN REALIZADA
65	3.6.	MATRIZ RACI
69	4.	REFERENCIAS



GLOSARIO

Las diferentes entradas del glosario han sido tomadas y/o adaptadas desde distintas fuentes como Bizagi (2024), Hanna et al., (2011), Robledo (2017), Marom (2018), Association of Business Process Management Professionals International – ABPMP (2019) y Nickols (2016), todas ellas orientadas hacia los procesos empresariales.

Actividad: Agrupación de tareas necesarias para entregar una parte definible de trabajo o servicio (proceso, subproceso), sin que signifique ser todo un proceso o subproceso. Dependiendo del nivel de detalle que se desee al caracterizar un proceso, ciertas tareas pueden agruparse en actividades siempre y cuando sean medibles en cuanto a su número de entradas, tiempo de ejecución, tasa de error u otros factores relevantes.

Función: 1. Un deber (responsabilidad) especial requerido en el trabajo; 2. En otras notaciones gráficas se trata de una actividad, proceso o tarea de transformación.

Indicador: Véase KPI.

Instrucción de trabajo: Documento con instrucciones detalladas que especifican los pasos a seguir para llevar a cabo una tarea. Véase el diagrama ilustrativo en la definición de proceso.

KPI (Key Performance Indicator): Medida de desempeño de un proceso, que hace seguimiento a las métricas relacionadas con él.

Métrica: Una medida cuantitativa de un atributo o característica de algo, que se informa para ayudar a gestionar y mejorar una tarea o proceso; por ejemplo, tiempo de proceso, número de defectos, total órdenes de trabajo, entre otros). Se comparan con un Indicador (KPI) para controlar su desempeño.

Notación: Composición estandarizada de símbolos que siguen una sintaxis definida y que pueden emplearse para representar o significar algo (semántica) si se les organiza de cierta manera, siguiendo las reglas de un estándar. BPMN es una notación gráfica para representar (modelar) procesos empresariales, estandarizado en la norma ISO/IEC 19510:2013.

Proceso: Conjunto estructurado de tareas (y/o actividades) interrelacionadas con un objetivo o propósito específico para convertir entradas en resultados (o salidas), mediante el uso y consumo de recursos, siguiendo ciertos estándares, normas o políticas para que su rendimiento sea repetible. En la Figura 1 se representan los conceptos de proceso, subprocesso, procedimiento, tarea e instrucción de trabajo.

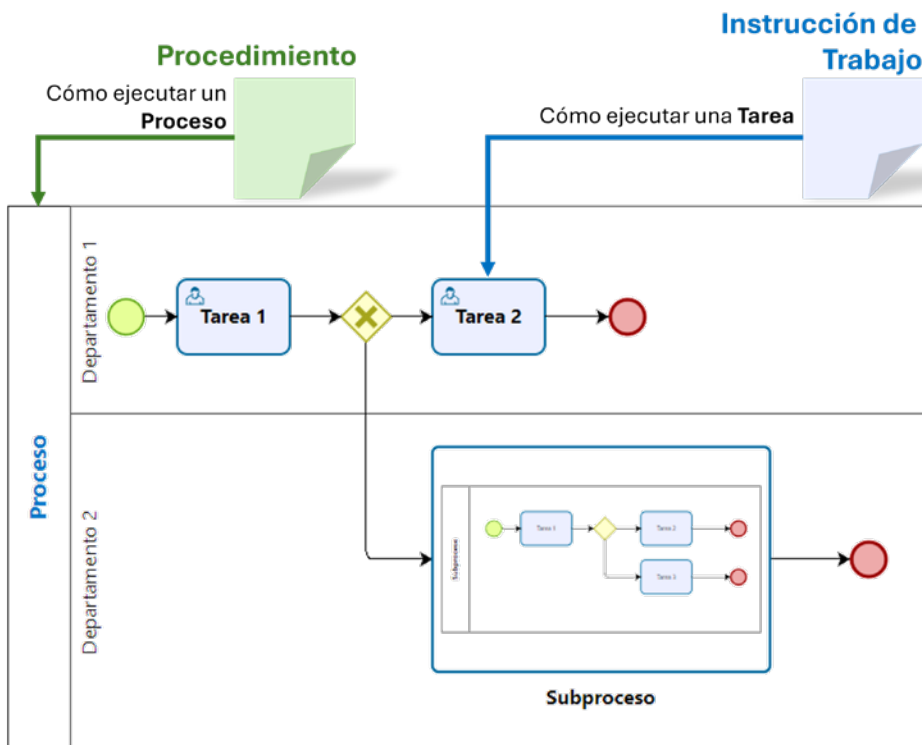


Figura 1. Proceso, subprocesso, procedimiento, instrucción de trabajo y tarea.

Nota: Adaptado de Robledo (2017).

Procedimiento: Documento que contiene los pasos necesarios para llevar a cabo un proceso. Relaciona los qué, quién, dónde y cuándo. Véase el diagrama ilustrativo en la definición de proceso.

Responsabilidad: Su definición tiene dos connotaciones. Primero, aquella habilidad de ejecutar o completar tareas que le han sido asignadas a una persona o equipo y que ha elegido de manera personal, madura y consciente (como obligación de realizar la tarea o cumplir la norma). Suele denominarse como el “encargado” o “ejecutante”. Una segunda connotación va más allá, en el sentido de no solo responder por la ejecución de las tareas, sino también de los resultados obtenidos según nuestras acciones, decisiones y errores, lo que se conoce como “rendición de cuentas”.

La responsabilidad se impone mientras que la rendición de cuentas se acepta. La responsabilidad puede delegarse parcialmente, pero la rendición de cuentas no. En resumen, la responsabilidad se refiere al deber que tiene una persona o personas de llevar a cabo una tarea, mientras que la rendición de cuentas apunta a asumir las consecuencias después del hecho. Cabe destacar que, en las matrices RACI, el término en inglés “*R-Responsible*” se refiere al encargado de ejecutar la tarea, mientras que “*A – Accountable*” es quien rinde cuentas (autoridad o responsable) por sus resultados.

Rol: Conjunto de habilidades relacionadas con un nivel de autoridad y responsabilidad, asignadas a una persona o equipo de trabajo con el fin de realizar una *tarea* determinada.

Semántica: En términos de una notación gráfica, se refiere al significado que debe darse a una organización de símbolos que se han construido para representar algo, según un estándar establecido. Por ejemplo, en BPMN un rectángulo con bordes redondeados, “significa” una tarea.

Sintaxis: En términos de una notación gráfica, se refiere a la manera como los símbolos que la representan deben ser construidos y organizados para representar algo siguiendo un estándar establecido para ello. Por ejemplo, para representar una tarea en BPMN, debe emplearse un rectángulo con bordes redondeados.

Subproceso: Es un *proceso* en sí mismo, pero detalla tareas (o actividades) que son parte de un *proceso* más extenso. Véase el diagrama ilustrativo en la definición de proceso.

Tarea: Acción o unidad mínima de trabajo ejecutada como parte de una actividad, proceso o subproceso. Se documentan en *instrucciones de trabajo*. Véase el diagrama ilustrativo en la definición de proceso.

PRESENTACIÓN

Los modelos de gestión de costos y procesos son sistemas estructurados para facilitar la organización de las operaciones y el uso de los recursos en los procesos de producción de bienes tangibles o intangibles. Son el medio por el cual se establecen y se mantienen actualizados los costos de producción y así los precios de venta, de tal manera que resultan esenciales para fundamentar la gestión financiera en las empresas.

Estos sistemas son adoptados por directivos y funcionarios en las organizaciones como instrumentos de planeación, direccionados a facilitar la eficiencia y asertividad de las operaciones y toma de decisiones administrativas.

La presente obra expone un modelo de gestión de costos y procesos, cuya novedad radica en que consigue la funcionalidad de la administración del proceso gracias a la determinación del costo de producción, como vía para obtener la eficiencia y competitividad de las organizaciones que lo apliquen. Dicha combinación permite a las organizaciones contar con elementos de decisión para optimizar el uso de sus recursos, mejorar la calidad de los productos o servicios, y alcanzar una ventaja competitiva y sostenible.

Toda organización direcciona sus acciones en búsqueda de la competitividad y la generación de valor. Para ello, implementan modelos de gestión de costos y procesos que proporcionan información oportuna y verificable para la toma de decisiones, sintonizadas con el entorno económico globalizado y competitivo, en el cual la eficiencia operativa marca la diferencia entre éxito y fracaso.

La competitividad depende de la productividad; es decir, producir más con los recursos disponibles, así la eficiencia en costos y la diferenciación de productos o servicios, se alinean para ganar participación en el mercado.

Sobre esa base, la correcta implementación de los modelos de gestión de costos y procesos permite identificar áreas de mejora y optimizar operaciones, disminuyendo costos mediante la eficiencia, conducente a la competitividad empresarial (Porter, 1990).

A propósito, es oportuno precisar que la competitividad interna es la capacidad que tiene la organización para lograr el máximo rendimiento de sus recursos mediante el uso del capital humano, el capital financiero, los materiales y los procesos de transformación. Por su parte, la competitividad externa se mide según el cumplimiento de los objetivos organizacionales en el contexto del mercado o sector al que pertenece (Braidot et al., 2003).

El entorno de la empresa determina la capacidad competitiva a través de factores como la infraestructura, los mercados financieros, la sofisticación de los consumidores, la estructura productiva nacional, la tasa y estructura de las inversiones, la infraestructura científica y tecnológica, la educación, las instituciones y la cultura. Sin embargo, no es el entorno que puede tornarse competitivo, sino las empresas ubicadas en él: “Son las firmas, no las naciones las que compiten” (Porter, 1990).

En ese contexto, se resalta la importancia de que las empresas desarrollen capacidades internas para aprovechar las oportunidades y mitigar las amenazas externas. La competitividad es un fenómeno complejo en el que interactúa el contexto interno y externo de la organización, centrado en prácticas productivas, organizacionales y de gestión, así como la calidad en productos/servicios que posicionan su ventaja competitiva.

Este libro recoge apartes de los resultados del proyecto de investigación “Modelo de contabilidad gerencial para instituciones de educación superior bajo el Sistema de Costos por Actividades (Activity-Based Costing ABC)”. Con frecuencia es usual ver como las instituciones de educación superior (IES), al igual que otras organizaciones, cuentan con métodos de sistematización de procesos como el Business Process Model and Notation (BPMN), permitiendo caracterizar procesos a nivel estratégico,

táctico y operativo. Este modelo es fundamental para implementar un sistema de costos eficiente y eficaz capaz de apoyar la toma de decisiones que generen valor, como el Sistema de Costo por Actividades ABC (Boschin & Metz, 2009).

El libro está estructurado en tres capítulos: 1. Fundamentos de la gestión de costos y procesos; 2. Modelado de procesos en la notación BPMN; y 3. Caso de aplicación.

El capítulo uno, Fundamentación de gestión de costos y procesos, presenta la gestión de costos como una rama de la contabilidad; al igual que los modelos de procesos de gestión, como el BPMN, que influyen en la mejora de la eficiencia; los costos basados en actividades (ABC) y la importancia en la toma de decisiones tácticas, operativas y estratégicas. Finalmente, se muestra cómo las instituciones de educación superior (IES) han implementado modelos de gestión de costos y procesos como herramientas que permiten generar valor, mejorar la competitividad y ser sostenibles.

El capítulo dos, Modelado de procesos en la notación BPMN, se centra en instituciones educativas y expone cómo el BPMN permite la caracterización de procesos, lo que facilita la implementación de sistemas de costos como el ABC, que asigna costos a actividades específicas que consumen recursos (Smith & Johnson, 2022). Por lo tanto, la unión entre la gestión de costos y la caracterización de procesos no solo mejora la eficiencia operativa, sino que contribuye a la competitividad y sostenibilidad financiera de la organización a largo plazo (Brown et al., 2023). Además, se incluyen ejemplos y metodologías para el uso eficiente del BPMN.

En el capítulo tres, Caso de aplicación, se presenta un caso práctico ilustrado sobre la funcionabilidad del BPMN en un contexto real. Permite a los lectores ver la implementación práctica de los conceptos discutidos y comprender los beneficios tangibles de la integración de la gestión de costos y procesos.

Finalmente, se invita a los lectores a recorrer las páginas de este libro que busca la integración de la gestión de costos y procesos utilizando BPMN, con el propósito de

ofrecer una herramienta que permita mejorar la eficiencia de las instituciones de educación superior y, al mismo tiempo, una guía práctica para la implementación de estas metodologías. El texto ofrece tanto fundamentos teóricos como un caso práctico, lo que ayudará a estudiantes, docentes, empresarios y administradores a tomar decisiones informadas y estratégicas.



1. FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS Y PROCESOS

1.1. Fundamentos de la gestión de costos y procesos

La gestión de costos es una rama de la contabilidad con objetivos definidos: se encarga de registrar, clasificar y distribuir los costos consumidos durante la elaboración y/o comercialización de productos y la prestación de servicios, convirtiéndose en un insumo principal para determinar el margen de contribución, fijar precios de venta, utilizar eficientemente la capacidad instalada y gestionar los procesos en búsqueda de la mejora continua, asegurando que cada actividad fortalezca la cadena de valor (Cajigas et al., 2023a, 2022b; Sinchiguano, 2023).

La gestión de costos y procesos ayuda a identificar las áreas en las que se generan ineficiencias, lo que permite realizar los ajustes necesarios para mejorar la eficiencia productiva de las distintas dependencias que componen la organización (Taborda & Ortiz, 2016).

Para Kaplan y Atkinson (1998), la comprensión de los costos es fundamental para identificar áreas de mejora y eficiencia dentro de la organización. Horngren et al. (2015) añaden que la contabilidad de costos no solo contribuye a la toma de decisiones tácticas y operativas, sino también a la formulación de estrategias que aseguren la sostenibilidad y el crecimiento de la empresa.

Por lo tanto, se puede afirmar que la competitividad depende de la productividad, es decir, de la capacidad de producir más con los recursos disponibles, así como la eficiencia en costos y la diferenciación de productos o servicios. La competitividad empresarial depende de la ventaja competitiva que la empresa tenga en los

procesos productivos (Porter, 1990). La correcta implementación de los modelos de gestión de costos y procesos permite identificar áreas de mejora y optimizar operaciones (Gunasekaran et al., 2004), contribuyendo a la reducción de costos y al incremento de la eficiencia, lo que favorece la competitividad de la organización.

El Sistema de Costos Basados en Actividades fue desarrollado en 1988 por Robin Cooper y Robert Kaplan con el propósito de asignar costos indirectos a los objetos mediante generadores de costos específicos. Este método se fundamenta en tres principios clave. El primero se enfoca en la concentración de recursos costosos. El segundo pone énfasis en los recursos cuyo consumo varía significativamente según el producto y el tipo. Finalmente, el tercero se centra en los recursos cuyos patrones de demanda no están correlacionados con las medidas tradicionales de asignación directa, como la mano de obra directa o el tiempo de procesamiento de materiales (Kaplan & Cooper, 1998).

Asimismo, Kaplan y Cooper (1998) manifiestan que el costo basado en actividades proporciona un mapa económico detallado de los gastos y la rentabilidad de una organización en función de sus actividades organizativas. Este sistema de costos posibilita a las empresas obtener una visión integral de sus operaciones al mostrar tanto los costos existentes como los proyectados de sus actividades y procesos. De esta manera se puede analizar con mayor precisión el costo y la rentabilidad asociados a cada producto, servicio y operación del cliente.

El Sistema de Costos Basado en Actividades (ABC) no se limita a mejorar la precisión en la asignación de costos, también permite identificar actividades no rentables, lo que ayuda a las organizaciones a implementar estrategias de mejora continua. Según Drury (2018), este enfoque contribuye a detectar actividades que no añaden valor, facilitando la eliminación de desperdicios y la optimización de recursos. Por su parte, Johnson y Kaplan (1987) destacan que el ABC es fundamental para la gestión estratégica de costos, ya que proporciona información para la toma de decisiones y la formulación de estrategias competitivas.

Ahora bien, las instituciones de educación superior (IES) elaboran planes estratégicos que integran herramientas de gestión como los costos ABC y el modelo BPMN, los cuales hacen control de costos y suministran información para la toma de decisiones acertadas.

Las IES necesitan contar con sistemas de contabilidad de gestión de costos como el ABC, pues esto facilita la toma de decisiones en el uso de los recursos financieros, permitiendo ser competitivos en el mercado cada vez más globalizado (Arellano, 2021). Sin embargo, estudios como los de Cárdenas (2011) indican un escaso uso de información de costos en la gestión de estas instituciones, lo que destaca la importancia de una articulación efectiva de las variables de gerencia estratégica de costos en las IES.

Los modelos de gestión de costos basados en actividades buscan gestionar las actividades para reducir los costos y aportar en la generación de valor. Estos modelos integran la gestión de costos con los objetivos institucionales, proporcionando información para la toma de decisiones a largo plazo, en las cuales el objetivo principal es generar valor en sus tres ejes misionales: docencia, investigación y extensión. Finalmente, se resaltan las ventajas que tienen las IES al utilizar estos modelos de gestión de costos y procesos en las mejoras internas (Tafur & Osorio, 2013; Da Costa Marques, 2012; Balmaceda, 2017).

La gestión de las organizaciones está influenciada por factores externos e internos, enfrentando desafíos de manera permanente. Los factores externos incluyen los cambios de la política gubernamental, indicadores macroeconómicos por el comportamiento de la economía nacional o internacional, aspectos legales, nuevas tecnologías y cambios en la estructura empresarial, entre otros. Por su parte, los factores internos abarcan cambios en la estructura orgánica, ajustes a la misión y visión, cambios de directores, ajustes presupuestales y nuevas inversiones, entre otros. La habilidad de una organización para adaptarse y responder a estos cambios representa sostenibilidad y permanencia a largo plazo.

Estos factores muestran cómo la influencia de los entornos en los resultados de las organizaciones lleva a que las empresas deban implementar modelos de gestión y procesos dirigidos al uso eficiente de sus recursos, traducidos en la disminución de costos y el cumplimiento del objetivo misional de generar valor. El modelo debe producir información útil para la planificación de actividades y la definición de recursos. Así, la gestión de procesos sirve de soporte para la toma de decisiones oportunas (Boschin & Metz, 2009).

Conclusión

Sobre los elementos mencionados es claro que los modelos de gestión de costos y procesos son una herramienta de gestión administrativa para todo tipo de organización proveedora de bienes tangibles o intangibles. Estos modelos son un medio que garantiza que la operación de una organización se realice dentro de lo planeado por sus responsables, quienes así podrán conseguir y mantener la organización necesaria, además de verificar que sus principios y objetivos direccionales se cumplan.

A pesar de la importante ventaja estratégica que proporciona este tipo de herramienta, es común observar que una gran cantidad de organizaciones públicas y privadas, en todos los sectores económicos, carecen de un sistema de gestión de costos y procesos. Esto limita la competitividad y aumenta los riesgos asociados a la toma de decisiones basadas en información incompleta de costos. Una de las principales razones de la falta de esta herramienta es que la implementación de estos modelos implica altos costos al demandar recurso humano especializado, tecnologías adecuadas, inversión financiera y tiempo.

Para derribar esas barreras, es importante indicar que se hace más asequible para toda organización contar con un modelo de gestión de costos y procesos que ya ha sido instalado y probado en otra de su mismo renglón económico, lo cual abarata su adquisición; aunque es claro que todo sistema deberá ajustarse a los requerimientos específicos de cada empresa.

Sobre esta idea, el sistema de gestión de costos y procesos para IES aquí presentado es un insumo que facilita a toda organización del renglón educativo instalar su propio sistema partiendo de la experiencia seguida por la Universidad Autónoma de Occidente, que se convierte así en un ejemplo en esta materia para sus pares de Colombia.

Caracterización de procesos

Para entender cómo funcionan los modelos de gestión de costos y procesos, en este apartado se presenta el modelo de caracterización de procesos, como parte del modelo de contabilidad gerencial. En la Figura 2 se muestra la representación que explica un Modelo de costos ABC:



Figura 2. Rastreo de costos basado en la demanda de actividades.

Nota: Adaptado de De Olivera Dantas (2022) y Del Rio y Garcia (2003)

Desde el punto de vista de procesos, se puede reconstruir dicho esquema como un sistema *pull* (halar), en el cual, a partir de las necesidades del cliente interno, se dispara hacia atrás de los eslabones de la cadena de suministro interna; es decir, se realizan procesos que buscan satisfacer dicha demanda.

En la Figura 3 se muestra el mapeo de los procesos (caracterización y modelado) como elemento de entrada para definir las actividades y su correspondiente aná-

lisis; también se identifican los objetos de costos (producto, servicio, cliente u otra unidad para la cual se desea una medición de costos separada).

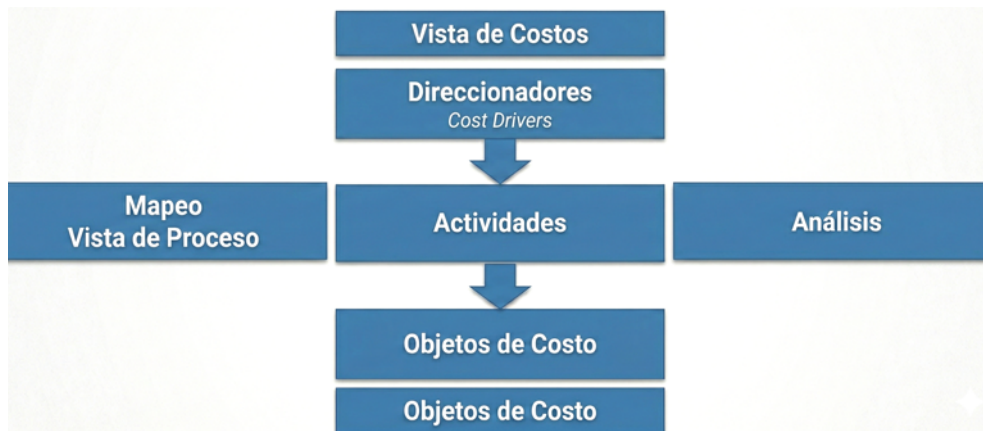


Figura 3. Vista de Costos con enfoque ABC.

Nota: Adaptado de De Oliveira Dantas (2022) a partir de Oyadomari et al. (2018)

1.2. Esquema del Modelo de caracterización de procesos

La Figura 3 muestra un diagrama que resume los componentes del Modelo de Caracterización de Procesos que se ha diseñado para el Modelo de Contabilidad Gerencial.

Se observa cómo los componentes del modelo pueden visualizarse también como etapas de una metodología, en cuyas fases ¿qué?, ¿cómo?, ¿dónde?, ¿quién?, y ¿cuándo?, se identifican los Inductores/Generadores de Costo asociados a los Objetos de Costos definidos al inicio. En todas las etapas se realiza un análisis permanente de la información que busca, en primer lugar, corroborar que los procesos objeto de estudio se alineen realmente a las estrategias institucionales y, en segundo lugar, aprovechar la información para documentarlos en su vista funcional con el fin de identificar las oportunidades de mejora.

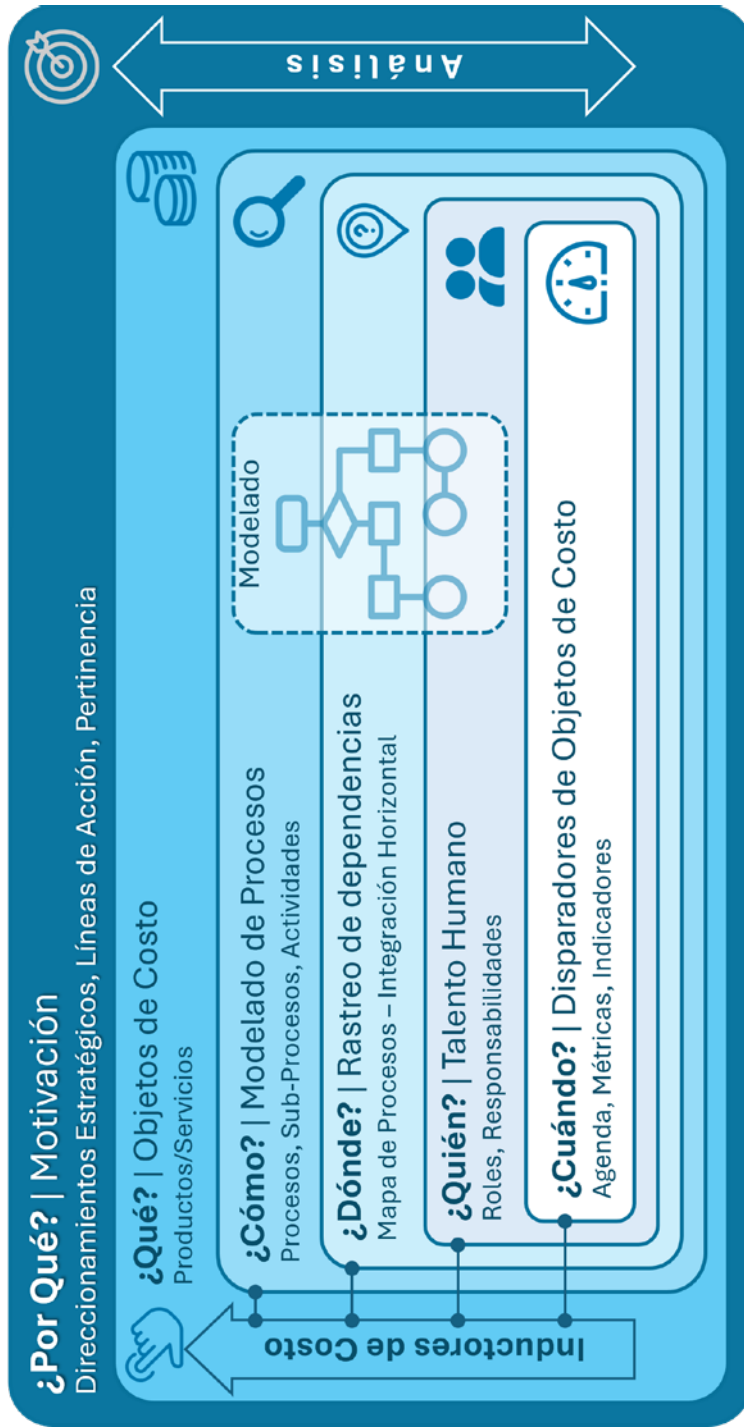


Figura 4. Esquema general del Modelo de Caracterización de Procesos.



2. MODELADO DE PROCESOS EN LA NOTACIÓN BPMN

Business Process Model and Notation – BPMN o Modelo y Notación de Procesos de Negocios provee a la industria y al sector empresarial, la capacidad de representar de una manera gráfica y entendible sus procesos de una manera estandarizada, con el fin de diseñar nuevos procesos, mejorar los existentes y realizar monitoreo de los mismos (Object Management Group, Inc. (OMG), 2013).

Actualmente, BPMN está en su versión 2.0.2 y su estándar oficial puede descargarse del siguiente enlace:



2.1. La herramienta de software

Para modelar procesos en BPMN se sugiere una herramienta de software de uso libre denominada Bizagi Process Modeler, gracias a sus capacidades para representar procesos que cumplan con el estándar, por la facilidad de documentarlos y también por su herramienta de simulación. Los ejemplos de este libro han sido modelados en este software.

2.2. Simbología BPMN

Contenedores y carriles

Los contenedores (llamados también piscinas. Ver Figura 5) representan a todo un proceso en su interior para cada participante en el modelo (cliente, empresa, proveedores, entre otros). Cada participante deberá contener en su interior su proceso correspondiente e incorporar las conexiones entre ellos (comunicación), a menos de que no se disponga la información suficiente y se deje en blanco, conectando las tareas con el borde del contenedor respectivo y empleando flujos de mensajes (flechas punteadas).

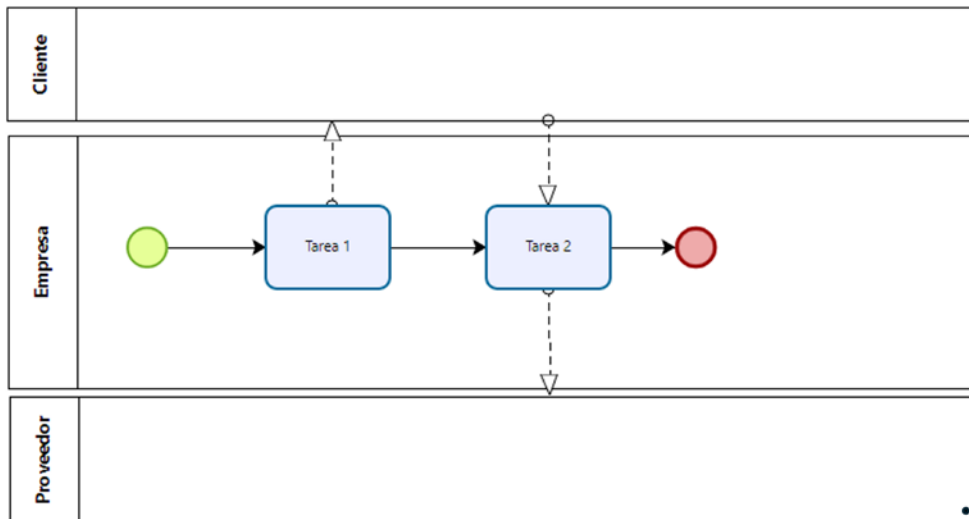


Figura 5. Contenedores en BPMN.

Por su parte, los carriles (llamados también calles), dividen al contenedor en áreas o departamentos (roles dentro del mismo proceso), lo que permite detallar responsabilidades en la ejecución de las tareas. Las tareas deberán entonces ubicarse en la calle respectiva (Figura 6).

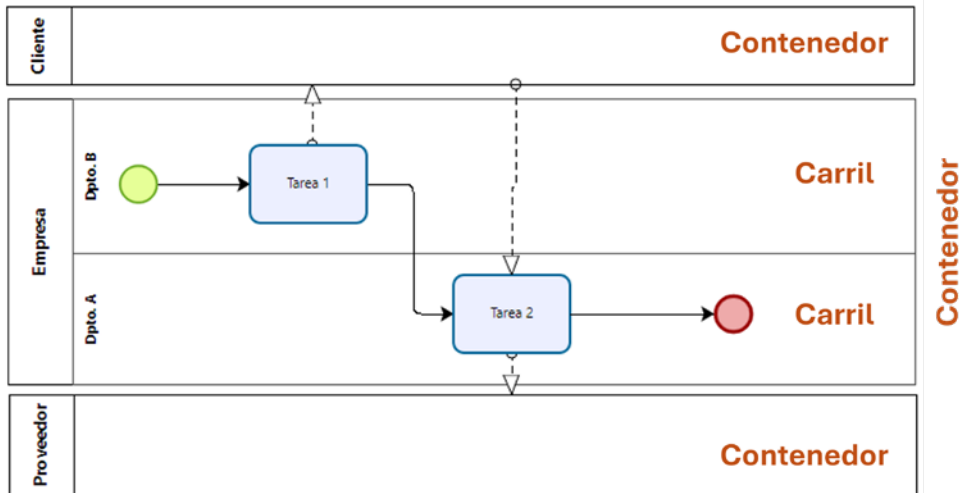


Figura 6. Carriles en BPMN.

Contenedores para procesos principales

Los contenedores pueden representar clientes, proveedores y su propio proceso de producción o de servicios que interactúa internamente con sus etapas de proceso, divisiones o áreas, pero también externamente con los clientes y proveedores.

En la siguiente representación (Figura 7) se observa un proceso general, que parte desde la solicitud de un cliente para un producto o servicio que es recibida por el área o Cargo A, quien la revisa. Si no es viable producir o prestar el servicio, niega la solicitud mediante un mensaje que llega al cliente, que buscará otro proveedor y finaliza allí el proceso. En el caso de que sí sea viable la fabricación o prestación del servicio, el flujo pasa al área o Cargo B, desde donde se procesa y entrega al cliente, quien lo recibe, paga y envía al área o Cargo A, desde donde se recibe el pago y finaliza el proceso.

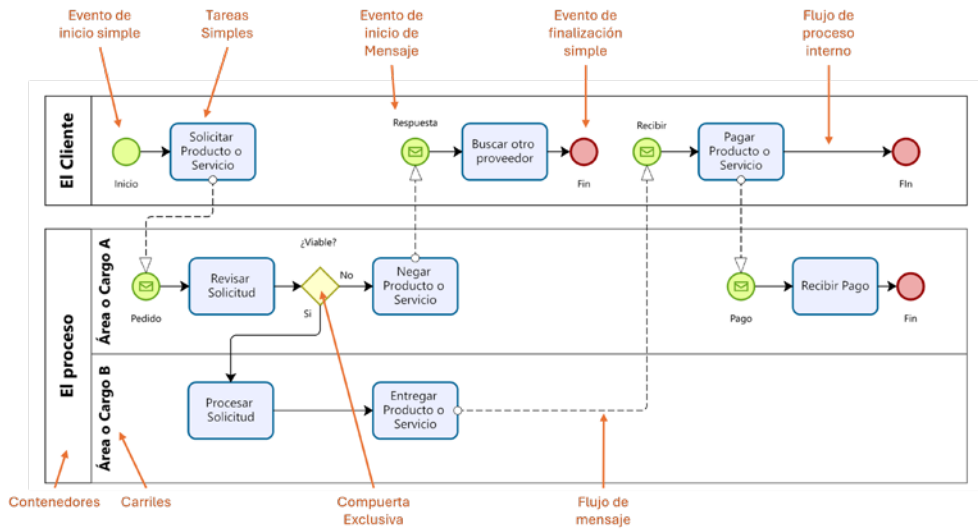


Figura 7. Representación de un proceso simple en BPMN.

Eventos

Los eventos representan algo que sucede en el curso de un proceso afectándolo de alguna manera. Se representan mediante círculos y se subdividen en tres tipos:

1. Eventos de inicio, representados por círculos de línea delgada (color verde).
2. Eventos intermedios, representados por círculos doble línea (color caoba).
3. Eventos de fin, representados por círculos con línea gruesa (color rojo)

Disparadores de procesos (eventos de inicio)

Iniciar un proceso, y por consiguiente sus costos, puede ocurrir de diversas maneras como puede observarse a continuación (Figura 8), en donde se resumen las diferentes posibilidades mediante eventos de inicio, donde los más comunes son el “simple” para las actividades cotidianas como, por ejemplo, desde la solicitud de compra por parte de un cliente; los de “temporización”, que se activan tan pronto se cumple una fecha y/u hora determinada; los de “mensaje”, que son iniciados al recibir un mensaje desde otro proceso (contenedor); los de “señal”, que se ini-

cian al recibir una señal desde el mismo proceso o de otro; los de *condición*, que iniciarán sus tareas siempre y cuando se cumpla una condición específica que no puede determinarse en cantidad o tiempo, como por ejemplo, que caiga el valor del dólar, falle un equipo, no llegue una materia prima a tiempo, etc.

Para el caso de que sea necesario evaluar más de una condición, se emplean los eventos de “inicio múltiples” que pueden relacionar varias condiciones (o esperar mensajes o señales) y si se cumple una de ellas (OR), se inician las tareas, y los eventos de “inicio paralelos múltiples” que también relacionan varias condiciones (o esperar mensajes o señales), pero exige que todas ellas se cumplan (AND) para iniciar las tareas.

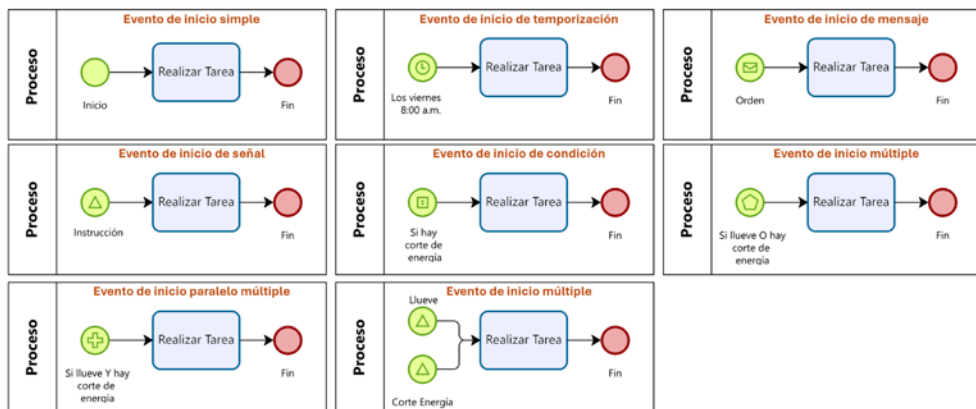


Figura 8. *Cómo se inician los procesos en BPMN.*

Otra manera de representar inicios múltiples es colocando los eventos de inicio respectivos de manera separada, como se observa en la última representación de la Figura 8.

Eventos intermedios en el proceso

En BPMN se pueden representar ciertas situaciones entre las tareas (Figura 9), que se denominan eventos intermedios y que afectarán en algunos casos el flujo de los procesos.

El único evento intermedio que no afecta el flujo del proceso es el simple, que se usa para informar algún resultado obtenido en las tareas anteriores a él (marcar un hito); el “evento intermedio con temporizador” permite pausar el flujo del proceso por un tiempo especificado, para representar una demora o espera antes de continuar con la tarea posterior.

Los “eventos intermedios de mensaje” tienen dos opciones: una enviar el mensaje a otro proceso o contenedor (denotado con un sobre oscuro) que no detiene el flujo, pues tan pronto se envía el mensaje, el proceso continúa a la siguiente tarea; dos, el que recibe el mensaje, que sí detiene el flujo del proceso hasta que sea recibido (denotado con un sobre claro). Los mensajes son solo uno a uno: de un emisor a un receptor.

En algunos casos podría requerirse enviar un mensaje solicitando, por ejemplo, una confirmación e, inmediatamente, detener el flujo del proceso para esperar la respuesta respectiva, como se observa en la cuarta fila de la Figura 9.

Los eventos intermedios de “señal” operan de manera similar a los de “mensaje”, con la particularidad de que las señales pueden emitirse desde un único origen a varios destinos (o viceversa), y tanto al interior del proceso como a procesos externos (contenedores). Este tipo de recurso es útil cuando, por ejemplo, al terminar una tarea se requiere activar varios procesos internos y/o externos de manera simultánea.

Los “eventos intermedios de enlace” son un recurso que permite redirigir el flujo a otro lugar del proceso, cuando no es posible hacerlo directamente con la flecha de flujo; en otras palabras, facilitar saltar el flujo de un lugar a otro. Como se observa en la última representación de la Figura 6, se representa mediante una flecha oscura desde donde se lanza el flujo, y una flecha clara, desde donde se recibe el flujo. Ambas flechas deben tener el mismo nombre y en parejas únicas.

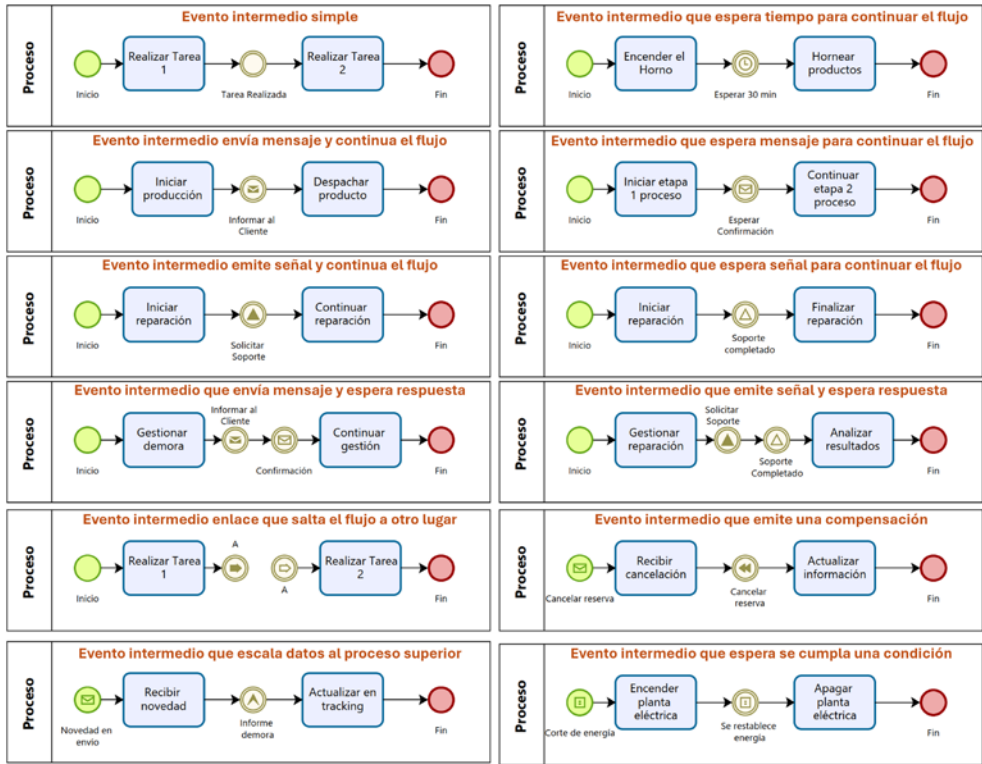


Figura 9. Eventos intermedios comunes en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Los “eventos intermedios de compensación” permiten `deshacer` o `reversar` tareas que ya se han terminado; por ejemplo, cuando un cliente ha solicitado la reserva de recursos y mientras se están gestionando, el cliente decide cancelarla. Como evento intermedio en medio de un flujo actúa siempre como emisor, por lo que, en otro lugar del proceso, deberá definirse la tarea con el evento adjunto receptor de la cancelación.

Los “eventos intermedios escalables” son un medio de comunicación entre subprocesos y sus procesos superiores que pueden o no interrumpirlos. Como evento intermedio en medio de un flujo actúa siempre como emisor, por lo que, fuera

del subproceso en donde se ha utilizado, deberá definirse la tarea con el evento adjunto receptor de la escalada para su gestión.

Los eventos intermedios de *condición* detienen el flujo del proceso hasta que se cumpla cierta condición, en cuyo caso el flujo continuará a la tarea siguiente. Este evento siempre es receptor, es decir, se espera que se cumpla una condición que podría ser informada desde otro lugar del proceso.

Eventos de finalización de procesos

Terminar procesos es representado en BPMN mediante los denominados Eventos de finalización y que, según el caso, pueden afectar otros flujos de los procesos (Figura 10).

El “evento de finalización simple” no afecta a ninguna otra parte del proceso, suele emplearse para indicar la finalización de una actividad particular o subproceso. Por su parte, el “evento de finalización de terminación” detiene todas las tareas pendientes para dar por terminado todo el proceso.

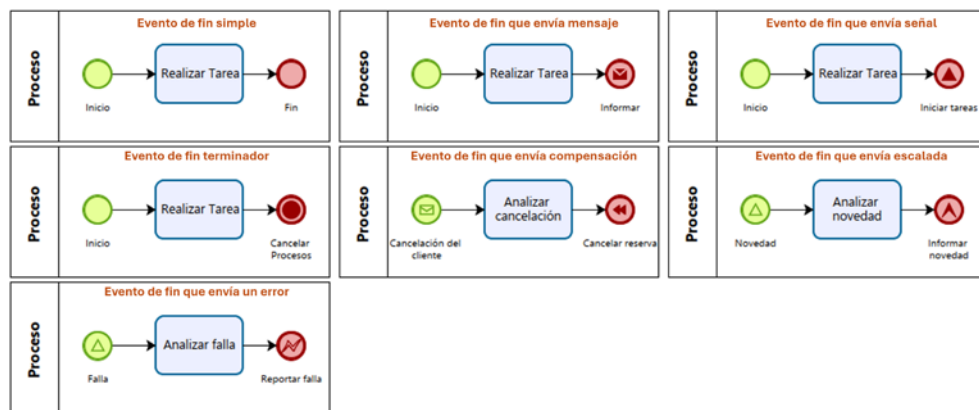


Figura 10. *Eventos de finalización comunes en BPMN.*

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571–e259571.

El “evento de finalización con mensaje” termina la tarea a la vez que envía un mensaje a otro proceso. Los mensajes son solo uno a uno (de un emisor a un receptor),

mientras que “el de señal” puede ser captado por varios destinatarios dentro o fuera del proceso.








Los “eventos de finalización de compensación” desde un subproceso permiten deshacer o revertir tareas que ya se han terminado; por ejemplo, cuando un cliente ha solicitado la reserva de recursos y mientras se están gestionando, el cliente decide cancelarla. La señal es recibida por el evento adjunto receptor para gestionar la cancelación.

Los “eventos de finalización escalables” son un medio de comunicación entre subprocesos y sus procesos superiores que pueden o no interrumpirlos. Actúa siempre como emisor, por lo que, fuera del subproceso en donde se ha utilizado, deberá definirse la tarea con el evento adjunto receptor de la escalada para su gestión.

Finalmente, los “eventos de finalización de error” desde un subproceso permiten informar alguna falla o error al proceso superior para gestionar la novedad.

La descripción general de los eventos se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1. Simbología para eventos en BPMN.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Inicio simple: Inicia un proceso sin que se requiera de una condición previa (un disparador del evento).
	Inicio con mensaje: Inicia el proceso cuando se recibe un mensaje desde otro participante del proceso (quien lo dispara).
	Inicio con temporizador: Inicia el proceso cuando se cumple una fecha o tiempo específico, o según un intervalo de tiempo definido.
	Inicio con señal: Inicia el proceso cuando se recibe una señal desde otro proceso, subproceso o tarea que la emite.
	Inicio condicionado: Iniciará el proceso si se cumple con una condición establecida.
	Inicio múltiple: Iniciará el proceso si se cumple con una de las entradas posibles establecidas (entre señales, mensajes o condiciones).
	Inicio paralelo múltiple: Iniciará el proceso si se cumple con todas las entradas posibles establecidas (entre señales, mensajes o condiciones).

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Intermedio simple: Es un tipo especial que realmente no provoca algún tipo de alteración al proceso. Se usa para indicar alguna situación particular, cambio de estado o hito en el proceso.
	Intermedio con mensaje: Emite o recibe un mensaje. Si emite el mensaje, el sobre es de color oscuro, y el flujo del proceso continuará a la siguiente etapa del proceso. Si recibe el mensaje, el sobre es de color claro y el flujo del proceso estará detenido hasta recibirlo. Ambos deben tener el mismo nombre para identificarlos.
	Intermedio con temporizador: Detendrá el flujo del proceso hasta que transcurra un intervalo de tiempo definido.
	Intermedio con señal: Emite o recibe una señal. Si emite la señal, el triángulo es de color oscuro, y el flujo del proceso continuará a la siguiente etapa. Si recibe la señal, el triángulo es de color claro y el flujo del proceso estará detenido hasta recibirla. Las señales pueden ser enviadas desde un punto del proceso hacia varios lugares específicos o viceversa. Deben tener el mismo nombre para identificarlas y relacionarlas.
	Intermedio condicionado: Detendrá el flujo del proceso hasta que se cumpla con una condición establecida.
	Intermedio enlace: Permite conectar partes separadas del proceso, a modo de conector, cuando no es viable emplear la flecha correspondiente. El lado origen contiene una flecha oscura, mientras que el lado destino, una flecha clara. Debe darse un nombre al evento que coincida origen-destino para identificarlos.
	Intermedio de compensación: Enviaré una señal a una tarea (con evento adjunto) para deshacer o revertir un proceso ya iniciado.
	Intermedio escalable: En subprocesos enviaré una señal hacia el diagrama superior para solo informar algo o interrumpirlo.
	Intermedio de error: Solo como evento adjunto a una tarea, permite modelar fallas o errores que la interrumpen durante su ejecución.
	Fin simple: Finaliza un proceso sin que se requiera de una condición previa.
	Fin con mensaje: Finaliza un proceso enviando un mensaje, que sería recibido en otro lugar (participante, contenedor).
	Fin con señal: Finaliza un proceso enviando una señal, que sería recibida en otro(s) lugar(es) del proceso a cualquier nivel.
	Terminación: Termina por completo el proceso, aun cuando en otras partes de este no se hayan completado todas las tareas.
	Fin de compensación: Enviaré una señal a una tarea (con evento adjunto) para deshacer o revertir una tarea o proceso ya iniciado.
	Fin escalable: Enviaré una señal al proceso padre (con evento adjunto) para informar algo o cancelarlo.
	Fin de error: Enviaré desde un subproceso una señal de error al proceso superior (con evento adjunto) para informar la falla.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Tareas

Representan las actividades (acciones) que se desarrollan en el proceso. Por ello, requieren de algún tipo de `entrada`, para producir un tipo de `salida`, por lo que son las generadoras (inductores) de costos. Su símbolo es un rectángulo con bordes redondeados y dependiendo del nivel de detalle, se subdividen en:

1. Tarea: Para representar un mínimo nivel de detalle para una actividad.
2. Subproceso: Son conformados por un conjunto de tareas que detallan en profundidad un proceso.

En este apartado se explicarán las características especiales en algunas de las representaciones de tareas, que se han definido en la Tabla 2.

Las tareas pueden mostrar algún tipo de comportamiento mediante la activación de íconos ilustrativos en su esquina superior izquierda que indican si se tratan de tareas de servicio (automatizadas), de usuario (hombre-máquina), manuales (operarios), de script (automáticas), o de recepción y envío (mensajes). Particularmente, las tareas de envío y recepción pueden reemplazar a los eventos respectivos cuando, de alguna manera, se requiere identificar con mayor precisión dichas actividades o se desea modelar posibilidad de errores o novedades durante su ejecución (con eventos adjuntos). En la siguiente figura se muestran las dos opciones posibles:

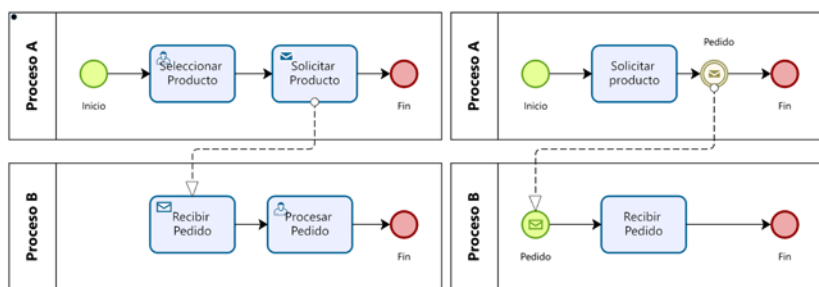


Figura 11. Tareas de envío y recepción en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

En la Figura 12 se observa un proceso que representa a un cliente que selecciona un producto de algún catálogo físico (tarea de usuario) y solicita el producto al vendedor (tarea de envío), la cual es recibida por este (tarea de recepción). Aunque este tipo de representación de envío y recepción desde las tareas mismas no es reportado como erróneo en el *software*, es preferible la representación mostrada al final del proceso con eventos de mensaje.

Un *script* automatizado (tarea de *script*) informa al encargado la llegada del pedido, quien la procesa (tarea de usuario) y el sistema informático (tarea de servicio) actualiza la cartera del cliente; posteriormente el operario encargado (tarea manual) carga y despacha al producto finalizando el proceso con la entrega (evento de fin de mensaje). Al lado del cliente, se recibe el mensaje que representa en este caso el producto (evento de inicio de mensaje) y finalmente, recibe el producto (tarea de usuario) finalizando luego el proceso.

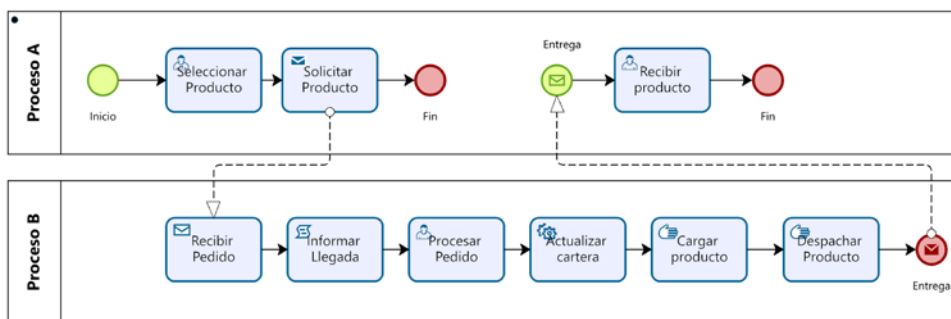


Figura 12. Tipos de Tareas en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Es común repetir ciertas tareas un número de veces y/o hasta que se cumpla cierta condición, en cuyo caso se pueden emplear las “Tareas de Bucle Estándar”, representada en la Figura 13, en la cual la tarea “Confirmar con el cliente” se repetirá el número de veces que sea necesario hasta obtener una respuesta, en cuyo caso,

el flujo continuará hacia la tarea siguiente. Si se desea detallar la tarea, se puede transformar en un subproceso.

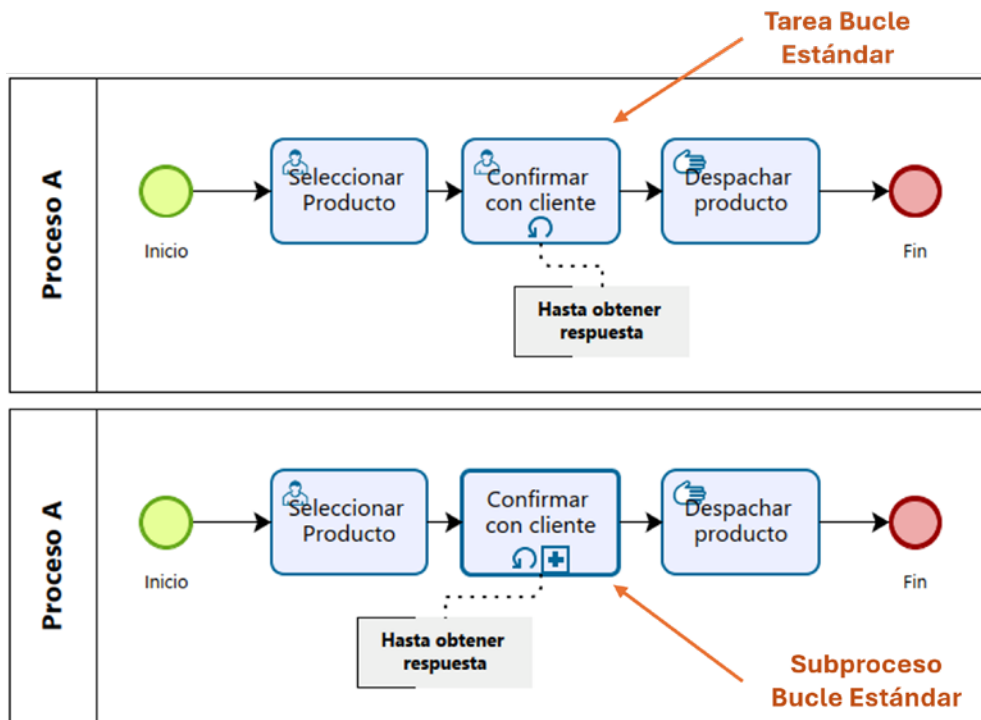


Figura 13. Tarea de bucle estándar en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Quizás en la práctica no sea muy realista la situación mencionada, por lo cual, además de la condición, se puede agregar un número máximo de intentos o controlarlo a través de eventos adjuntos.

El bucle anterior se refiere a una misma instancia (o cliente), pero en los casos en los que se desea aplicar la tarea a diferentes instancias (ítems de una orden, certificados para una capacitación, etc.) se emplea la “tarea de múltiples instancias” que pueden ser paralelas o secuenciales.

Una “tarea de múltiples instancias secuencial” es aquella en la cual se revisan varios elementos de manera secuencial, es decir, uno tras otro. Por ejemplo, en la Figura 14 se recibe una orden de compra y es necesario revisar cada ítem de ella para confirmar si hay existencias. Otro ejemplo sucede en un laboratorio clínico en donde a partir de una sola muestra de sangre, se requiere realizar varios análisis (exámenes). Las instancias secuenciales se representan con barras horizontales.

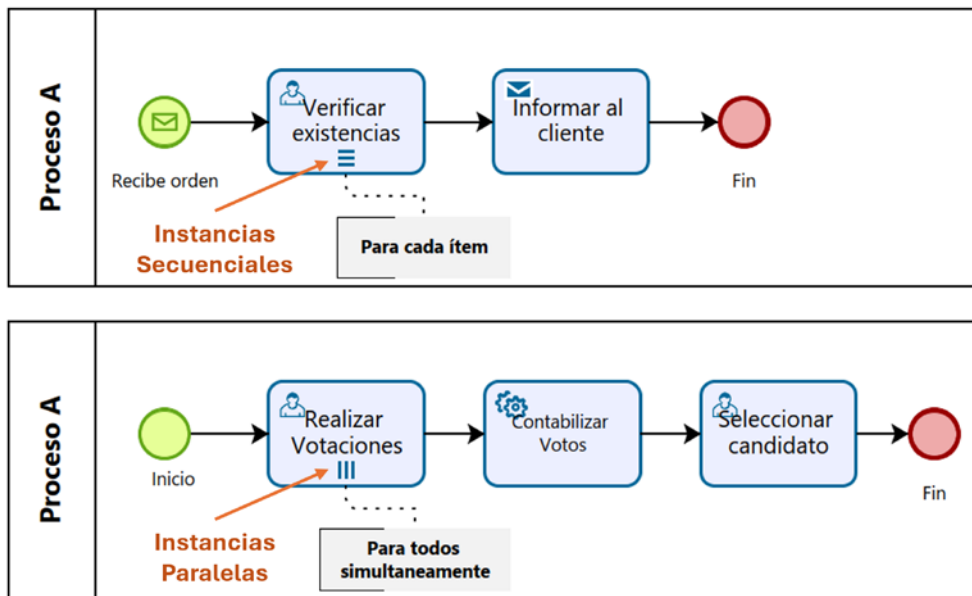


Figura 14. Tarea de múltiples instancias en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Otro caso lo representan las “tareas de múltiples instancias paralelas” en las cuales todos los elementos son revisados de manera simultánea, como en el segundo ejemplo de la Figura 14, en donde se realizan una votación entre los asistentes para elegir un candidato; todos ellos, de manera simultánea, emiten su voto electrónico que finalmente es contabilizado por un sistema informático.

Subprocesos

BPMN es un lenguaje de modelado jerárquico en donde una *tarea* puede convertirse en un *subproceso* para detallarla a mayor profundidad. Los subprocesos también evitan modelos demasiado grandes y complejos, al descomponerlos en subniveles jerárquicos se facilita su comprensión. En la Figura 15 se observa que la tarea *procesar pedido* de la Figura 12, se ha convertido en un subproceso, lo que reduce el tamaño del proceso principal, además de permitir agregar una nueva tarea en el detallado.

La herramienta de *software* permite igualmente expandir el subproceso para observar una pequeña vista previa de su contenido. Al editarlo, se abrirá en un nuevo diagrama para detallarlo. Los subprocesos pueden tener, a su vez, otros subprocesos, construyendo así un esquema jerárquico acorde con las necesidades no solo de diseño y presentación de los procesos, sino también de detalle de los mismos.

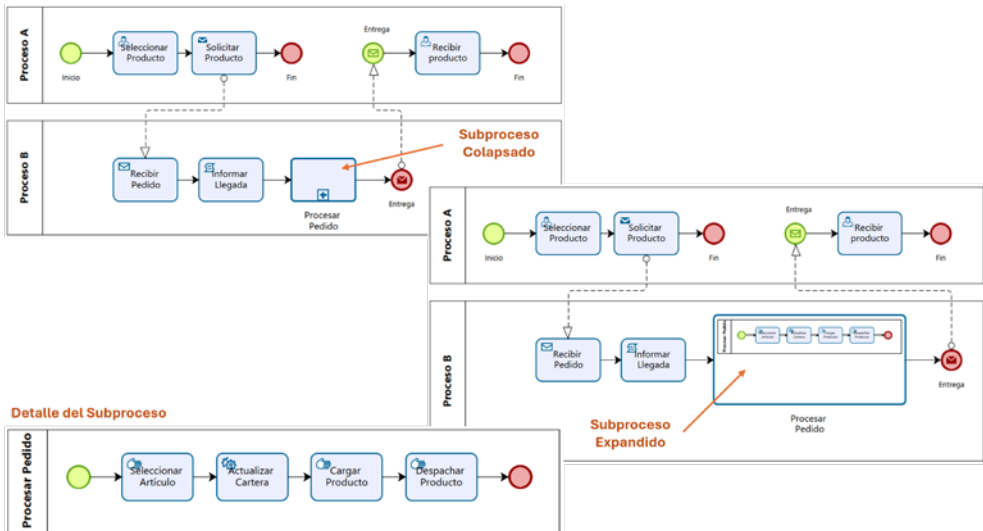






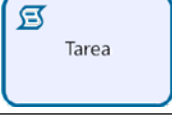






Figura 15. Ejemplo de subprocesos en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Tabla 2. Simbología para tareas en BPMN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
 Tarea	Tarea simple: Representación básica para una actividad.
 Tarea	Tarea de servicio: Representa una actividad ejecutada por un sistema automatizado o aplicación web.
 Tarea	Tarea de usuario: Representa una actividad llevada a cabo por una persona, asistida por una aplicación de software.
 Tarea	Tarea de recepción: Aquella tarea que espera un mensaje desde fuera del proceso. Es similar al evento intermedio mensaje.
 Tarea	Tarea de envío: Tarea que envía un mensaje a un participante fuera del proceso. Similar al evento intermedio mensaje.
 Tarea	Tarea manual: Tarea completamente manual, que no requiere de apoyo de ningún tipo de sistema o software (operativa).
 Tarea	Tarea de script: Tarea ejecutada por un script de manera automática.
 Tarea	Subproceso: Representa un conjunto de actividades más detalladas; el signo más (+) significa que la tarea podría estar detallada en otro lugar del proceso.
 Tarea	Subproceso reusable: Representa un subproceso que puede ser llamado (utilizado) por varios procesos, pues es común a todos ellos.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
 <p>Tarea</p>	<p>Tarea en bucle: Indica que la actividad debe repetirse un número determinado de veces.</p>
 <p>Tarea</p>	<p>Tarea de compensación: Indica las actividades que deben ejecutarse para revertir un proceso, por lo que deberá convertirse en un subproceso detallado. Es invocada mediante un evento adjunto de compensación, que, a su vez, deberá ser llamado por un evento intermedio o de fin de compensación.</p>

Compuertas

Controlan los flujos del proceso creando caminos que convergen y divergen a lo largo del mismo. Se representan mediante rombos (diamantes) con algún símbolo en su interior para denotar el tipo de compuerta. Se ilustrarán algunos ejemplos para el uso de las compuertas, tanto divergentes (aquellas que, a partir de una entrada, el flujo puede tomar diferentes salidas) como convergentes (aquellas que, desde varias entradas, el flujo continúa en una única salida).

La primera y más común es la “compuerta exclusiva” que divide el flujo (diverge), pero solo una de las ramificaciones es la que toma el proceso, de acuerdo con la condición establecida. También suele usarse una “compuerta convergente exclusiva” si las ramificaciones no son extensas.

En la Figura 16 se representa un proceso de pago en donde solo es posible utilizar una única forma de pago (exclusiva). Es conveniente definir también cuál es la ramificación por defecto en caso de que no se dé ninguna de las condiciones establecidas.

En los eventos adjuntos podrán representar situaciones en las que fallen las ramificaciones seleccionadas, por ejemplo, si el cliente desea pagar con tarjeta de crédito pero la transacción fue declinada (Figura 18).

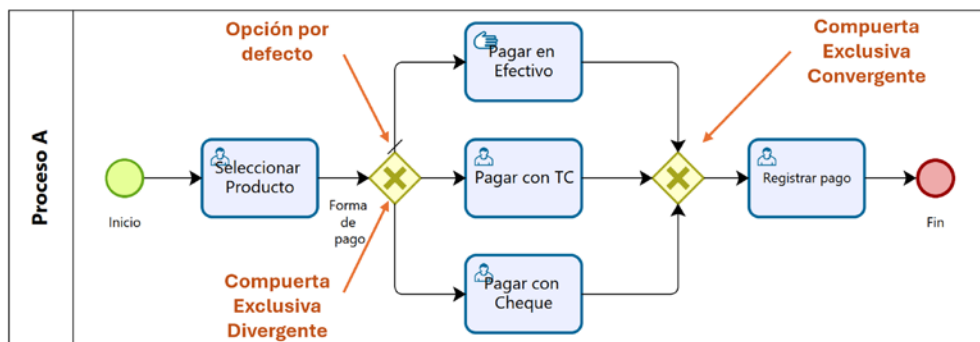


Figura 16. Compuerta Exclusiva en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

En caso de que el cliente pueda utilizar varias formas de pago de manera simultánea es necesario emplear la “compuerta inclusiva”, en cuyo caso si es obligatorio representar la “compuerta inclusiva convergente”, pues el proceso se detendrá en ella hasta que se completen las diferentes transacciones seleccionadas. En la Figura 17 se representa un proceso de pago en donde el cliente puede utilizar simultáneamente varias formas de pago si lo desea (inclusiva). De la misma manera los eventos adjuntos podrán representar situaciones en las que fallen las ramificaciones seleccionadas, por ejemplo, si el cliente desea pagar con tarjeta de crédito pero la transacción fue declinada.

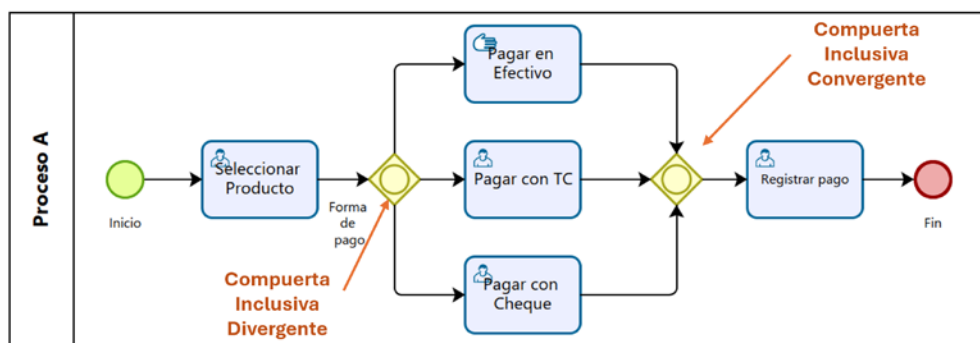


Figura 17. Compuerta inclusiva en BPMN

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Las “compuertas paralelas” dividen el flujo del proceso hacia varias ramificaciones de manera simultánea, es decir, el flujo tomará todas las rutas a la vez. En este caso también es obligatorio representar la “compuerta inclusiva convergente”, pues el proceso se detendrá en ella hasta que se completen las diferentes tareas seleccionadas si es necesario. En la Figura 18 se representa un proceso en el que es recibida una solicitud de paz y salvo. La compuerta divide el flujo para que la solicitud sea gestionada simultáneamente por tres áreas responsables de revisar si el solicitante tiene o no asuntos pendientes en cada una de ellas.

Observe que la “compuerta convergente” une los flujos en uno solo para poder continuar con la tarea de analizar consultas. Si no hay pendientes para el solicitante (evaluación a través de una compuerta exclusiva) se expedirá el paz y salvo; de lo contrario, se rechazará la solicitud.

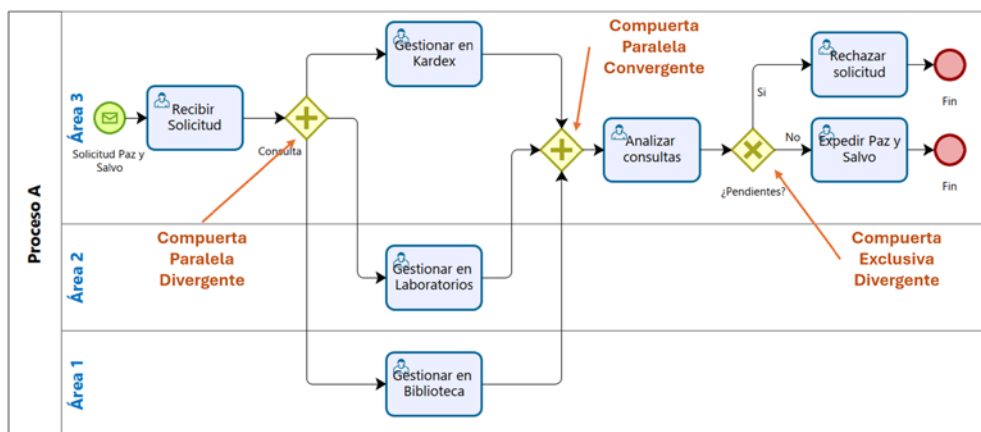


Figura 18. Compuerta Paralela en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

En caso de que sea necesario esperar a que ocurran ciertos eventos, la “compuerta basada en eventos” facilita esta tarea. En la Figura 19 se representa un proceso de contratación de empleados en donde al seleccionar uno, se envía un mensaje notificándolo (evento intermedio con mensaje); el proceso entra a la compuerta basada en eventos y espera a que se cumpla uno de los eventos que la siguen.

Dichos eventos son los siguientes: a.) Si el candidato responde también con un mensaje positivamente, el flujo continúa hasta el subproceso continuar vinculación; b.) Si la respuesta del candidato es negativa, se retirará de la base de datos y el proceso fluye hasta la “compuerta exclusiva convergente” para seguir hasta el “evento intermedio de enlace” denominado ‘repetir’, que redirige el flujo hasta la tarea inicial de seleccionar candidato para iniciar de nuevo el proceso; c.) Si el candidato no responde pasados dos días (evento intermedio con temporizador), entonces se almacenarán los datos del candidato y el proceso fluye también por la “compuerta exclusiva convergente” para redirirse a la tarea inicial.

Obsérvese que se ha empleado la compuerta exclusiva en la convergencia para conectar las dos posibilidades que reinician el proceso, dado que así es más fácil comprender que allí solo es posible una entrada.

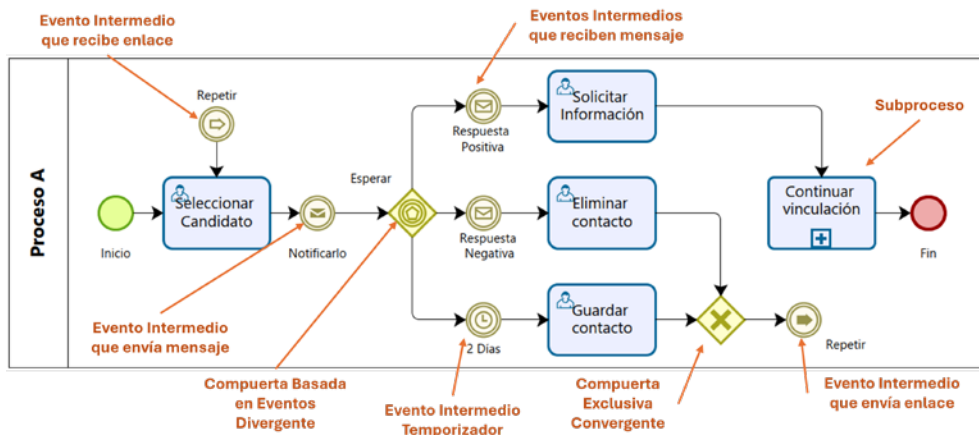






Figura 19. Compuerta basada en Eventos en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

A continuación, se observa en la Tabla 3 la descripción general de las compuertas y su simbología:

Tabla 3. Simbología para compuertas en BPMN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Compuerta exclusiva: Divide el flujo en varios caminos, pero solo uno de ellos será el que lo continúe, dependiendo del cumplimiento de alguna condición establecida. Con el fin de evitar una espera indefinida, uno de los caminos deberá ser siempre viable (por defecto) en el caso de que los otros no. Puede o no contener la equis (x) en su interior.
	Compuerta inclusiva: Divide el flujo en varios caminos, para que pueda continuar en varios de ellos simultáneamente, cuando se cumpla cierta condición. Con el fin de evitar una espera indefinida, uno de los caminos deberá ser siempre viable (por defecto) en el caso de que los otros no.
	Compuerta paralela: Divide el flujo en varios caminos, tomándolos a todos ellos sin evaluar condición alguna.
	Compuerta basada en eventos: Divide el flujo en varios caminos, que espera algún tipo de evento. Con el fin de evitar una espera indefinida, uno de los caminos deberá ser siempre viable (por defecto) en el caso de que los otros no, y para esto, se asigna el evento temporizador.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

2.2.10 Conectores de objetos y artefactos

Para un mejor entendimiento de los procesos modelados en BPMN es posible agregar otros elementos gráficos conocidos como “artefactos”, que suelen representar elementos de entradas y/o salidas en las tareas como insumos, materias primas, documentos, información, personas, equipos, etc.

En la Figura 20 se observan algunos “artefactos”, como el ‘objeto de datos’ que representa tanto a un documento (la solicitud del cliente), como a los productos mismos (o servicio). Entre corchetes ([]) se puede agregar un estado para el objeto de datos, y la dirección de la flecha de asociación indicará si se trata de una entrada y/o una salida para la actividad respectiva.

El artefacto ‘depósito de datos’, representado como un cilindro, es utilizado para indicar que se accede a un sistema de almacenamiento para guardar o recuperar información (dependiendo de la orientación de la flecha que lo asocia a una actividad), empleando alguna aplicación informática. En la Figura 20 se está indicando que se accede al ERP (Enterprise Resource Planning) para actualizar o consultar la información.

Finalmente, el artefacto ‘anotación’ se emplea simplemente para indicar alguna observación o nota aclaratoria en el modelo. Resulta útil para indicar, por ejemplo, la expresión de condición cuando se emplea el evento de inicio, intermedio o adjunto condicionado.

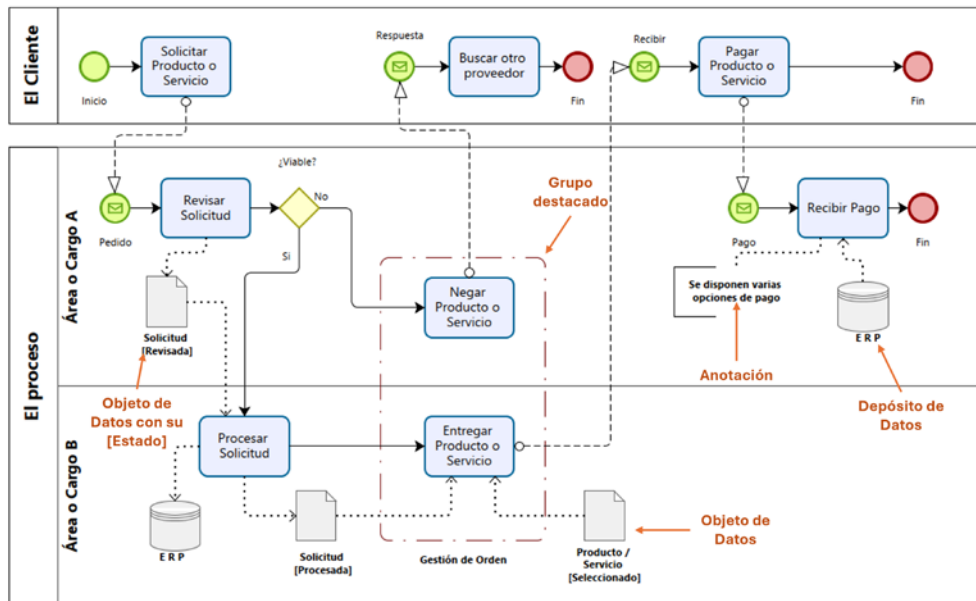


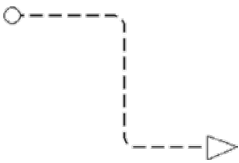
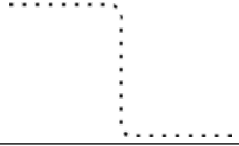
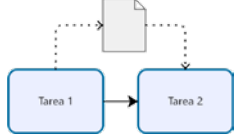
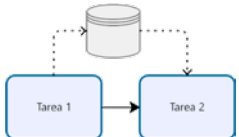


Figura 20. Artefactos en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

En la Tabla 4 se relacionan los diferentes símbolos (artefactos) empleados en la notación.

Tabla 4. Otros símbolos en BPMN

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Flujo de secuencia: Define la secuencia del flujo, conectando las tareas, compuertas y eventos entre sí.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Flujo de mensaje: Define la secuencia de flujo entre dos contenedores distintos.
	Asociación: Permite asociar un objeto a un elemento del modelo, para incluir, por ejemplo, un comentario (texto), una imagen o un dato/documento.
	Objeto de datos: Es un tipo de asociación que indica la generación o recuperación de algún documento o información en el proceso (un recurso). Puede asociarse a una tarea o a un flujo, no a una compuerta o evento.
	Depósito de datos: Es un tipo de asociación que indica la actualización o recuperación de información almacenada (base de datos).
	Grupo: Es un artefacto que permite agrupar varios elementos del modelo con el fin de destacarlo entre los demás.
	Anotación de texto: Permite incorporar una breve nota u observación para quien lee el modelo. Es útil para indicar, por ejemplo, las condiciones que se deben dar en eventos de condición o en compuertas.

Eventos adjuntos

Se pueden adjuntar “eventos intermedios” a las actividades cuando es necesario modelar situaciones en las cuales la tarea pueda ser afectada debido a la ocurrencia de una excepción (interrupción); por ejemplo, cambiar su comportamiento al recibir un mensaje, cumplirse alguna condición o transcurrir un determinado tiempo, todo esto sucedería antes de que la tarea termine con normalidad.

Los “eventos adjuntos con temporizador” permiten controlar la duración de una tarea, pues si tarda más del tiempo especificado, el flujo del proceso cambiará de

dirección si se ha configurado para interrumpirla. En algunos casos, el evento adjunto no tiene que interrumpir la ejecución de la tarea. Una tarea puede contener varios eventos adjuntos que la pueden o no interrumpir según diferentes escenarios.

En la Figura 21 un estudiante presenta un examen virtual que tarda dos horas. En la primera tarea el estudiante comienza a resolver el cuestionario. Esta tarea tiene dos “eventos adjuntos de temporizador”; el primero se activa cuando ha transcurrido hora y media del examen, pero no interrumpirá el examen, solo mostrará un mensaje al estudiante informando el tiempo (tarea de *script*). El segundo temporizador se activará a las dos horas, interrumpiendo el examen y enviando automáticamente las respuestas (tarea de *script*).

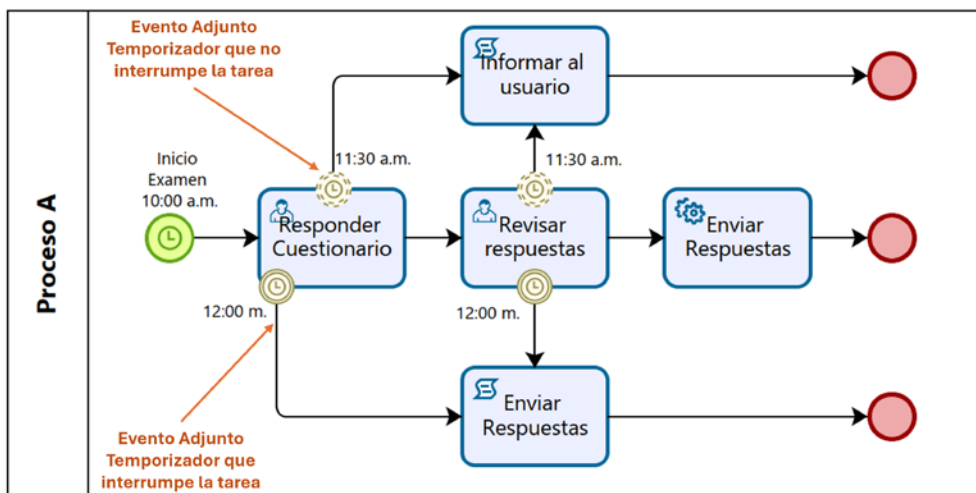


Figura 21. Evento adjunto con temporizador en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Si no han transcurrido aún las dos horas y el estudiante termina de responder el cuestionario, pasará a la siguiente tarea de “revisar respuestas” que también tiene los mismos temporizadores. Si el estudiante revisa sus respuestas antes de las 12:00 m., procede a enviar las respuestas usando la plataforma (tarea de servicio).

Los “eventos adjuntos de error” permiten representar situaciones en las que se presenta una falla o error durante la ejecución de una tarea causando una excepción (interrupción). Vemos en la Figura 22, retomando el ejemplo de la Figura 16, como en caso de que el cliente desee pagar con tarjeta de crédito o cheque, se considera la posibilidad de que la transacción sea declinada o el sistema no funcione en ese momento, en cuyo caso se cancela el movimiento y el flujo se redirige al inicio del proceso para un nuevo intento.

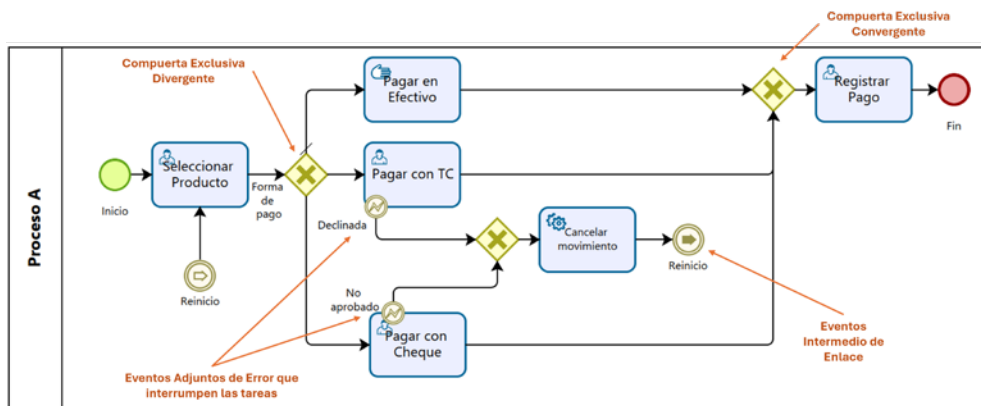


Figura 22. Evento adjunto de error en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Ahora, retomando como ejemplo el proceso ilustrado en la Figura 15, un error que ocurra en un subproceso puede identificarse tanto en la tarea respectiva, como en el proceso del nivel superior. En la figura 23 se observan las dos posibilidades: la primera, identificando posibles errores solamente desde el proceso de nivel superior, y en la segunda identificándolos al interior del subproceso en las tareas respectivas y propagándolo al proceso de nivel superior para su gestión, mediante un “evento final de error”.

Para tareas susceptibles a diferentes tipos de error, a fin de evitar adjuntar tantos eventos intermedios de error, se puede adjuntar uno solo genérico y, a través de una “compuerta basada en eventos”, gestionarlos individualmente mediante “eventos intermedios condicionados”, como se representa en la Figura 24.

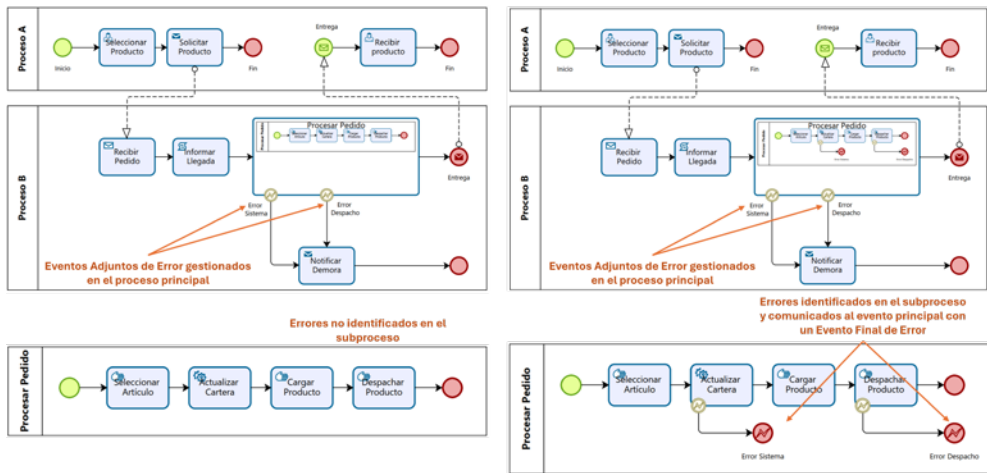


Figura 23. Eventos adjuntos de error en subprocesos en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Obsérvese que en caso de presentarse un error distinto al del sistema o en el despacho, la condición de “otro error” lo captura para ser procesado por la tarea “analizar problema”.

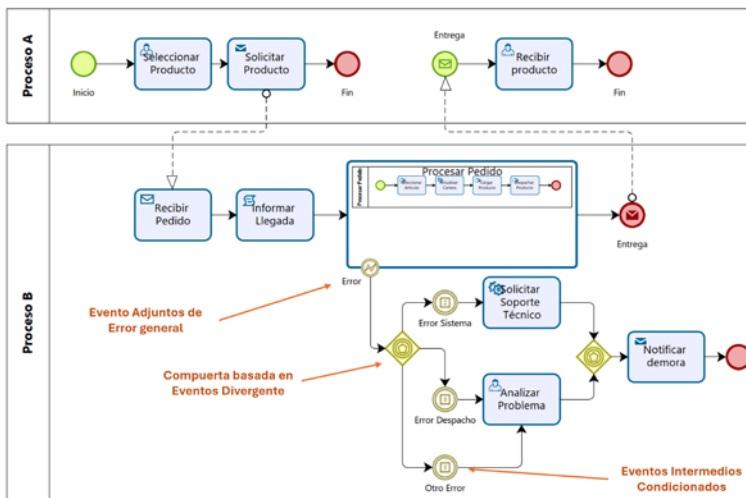


Figura 24. Eventos adjuntos de error con compuertas en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Para el caso de los “eventos adjuntos de señal”, las señales pueden ser emitidas (lanzadas) desde cualquier lugar del proceso, subprocesos e, incluso, otros contenedores útiles para manejar excepciones (interrupciones) o sincronizar actividades o rutas paralelas. En el ejemplo de la Figura 25 se representan dos procesos en el que se gestiona una venta que espera a que el proceso de pago sea válido para continuar con el despacho, o cancelar la orden si el pago no se realiza.

Cuando el Departamento de ventas recibe la orden envía un mensaje (evento intermedio) al proceso de pagos y continúa con el procesamiento de esta; mientras tanto, si durante el proceso del pago ocurre un error (evento adjunto), se emite una señal (evento de fin) ordenando cancelar la orden. Esta señal llegará a la tarea de procesar la orden si es que esta aún está siendo procesada, por lo que el “evento adjunto de señal” (que interrumpe la tarea) cancelará el proceso (evento fin de terminación).

Si por el contrario, ya se había completado la tarea de procesar orden obsérvese que el flujo estaría detenido en la “compuerta basada en eventos” después de ella, y la señal de cancelación llegaría a ella, continuando el flujo con la tarea de reingresar productos al inventario y finaliza el proceso.

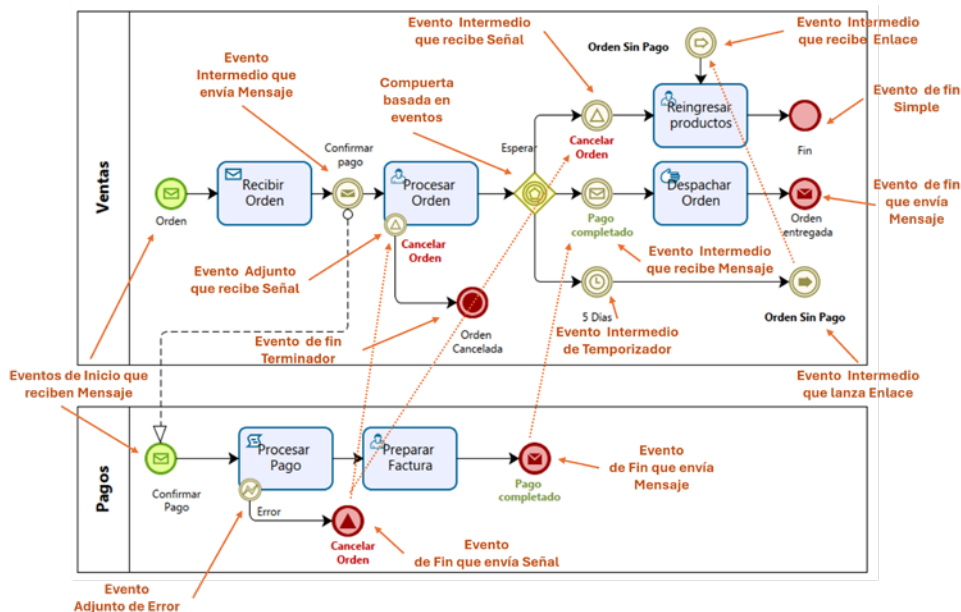


Figura 25. Eventos adjuntos de señal en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Ahora si el proceso de pago no sufrió ningún contratiempo, se prepara la factura y el proceso termina enviando un mensaje informando que el pago se ha completado. Este mensaje llegaría a la “compuerta basada en eventos” y continúa el flujo a la tarea manual de “despachar orden” para terminar el proceso enviando un mensaje (al cliente) de que la orden ha sido entregada.

Cuando el proceso de pago tarda más de cinco días, el “evento intermedio con temporizador” se activaría redirigiendo el proceso (evento intermedio de enlace) hacia la actividad de “reingresar productos al inventario” y finalizando el proceso.

Es clave anotar que, aunque los eventos de señal se emiten desde un punto hacia varios destinos o viceversa, existe un evento especial denominado ‘escalable’ o ‘de escalada’, que también puede o no interrumpir un proceso, pero que se emplea para reportar, desde un subproceso, alguna condición al proceso superior o padre para su gestión, aunque no sea tan crítico como para usar en su lugar los eventos de error.

En la Figura 26 se observa el mismo caso de la Figura 25, pero se ha detallado en un subproceso la tarea “despachar orden”; si durante el transporte de los productos se presenta una demora (evento adjunto de condición) el flujo se divide en dos, pues no se interrumpe la tarea, y el nuevo flujo finaliza con un “evento fin escalable” llamado ‘informar demora’, que será capturado en el nivel superior, el cual tampoco interrumpirá al subproceso e informará al cliente con un mensaje sobre la novedad.

En la Figura 26 se puede apreciar que los “eventos adjuntos de error y de señal” se han representado con líneas contiguas indicando que este interrumpe a la actividad para redirigir el flujo hacia la excepción indicada, mientras que los “eventos adjuntos escalable” y “condicional”, se han representado con líneas puntuadas para indicar que éstos no interrumpen las tareas respectivas.

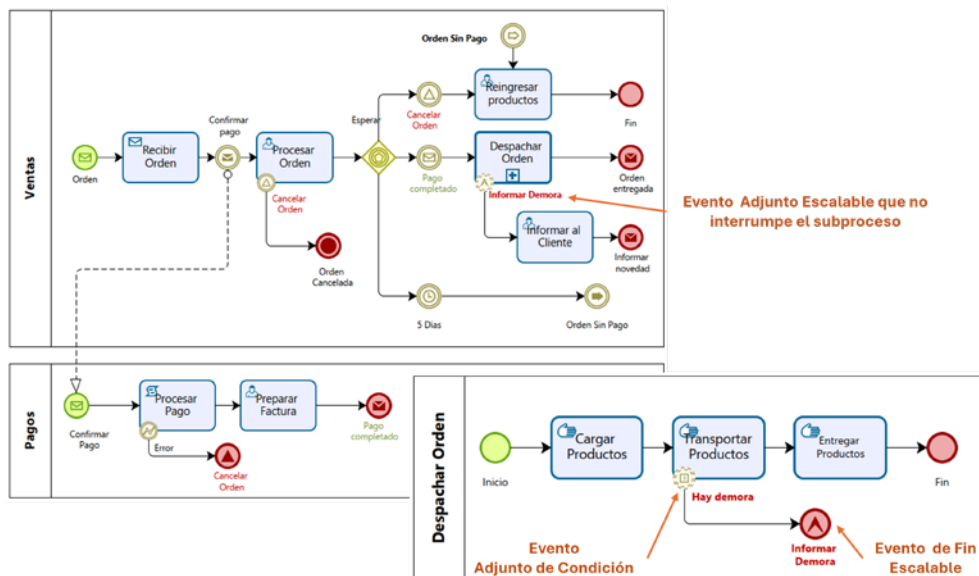


Figura 26. Evento adjunto escalable en BPMN

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Hasta aquí, los eventos adjuntos son mecanismos que pueden interrumpir una tarea que está en ejecución, es decir, que aún no se ha finalizado. Sin embargo,

hay situaciones en que es necesario revertir tareas (o procesos) que ya finalizaron, como, por ejemplo, cancelar reservas (de recursos, pasajes, hotel, etc.) o de transacciones (pagos, transferencias, etc.).

Para estos propósitos se emplean los “eventos de compensación”. Para tomar un ejemplo, supongamos que, en el caso anterior, el cliente no recibe los productos despachados, ya sea por la demora o cualquier otra razón, así que, y como se observa en la Figura 24, en el subproceso de “despachar orden” se está evaluando con un “evento adjunto de condición” (que interrumpe la tarea) la situación de rechazo de los productos, por lo que el subproceso termina ahora con un “evento de fin de compensación”, denominado ‘cancelar entrega’, que es capturado afuera del subproceso (nivel superior), el cual redirige el flujo hacia una nueva “tarea de compensación” llamada ‘revertir venta’.

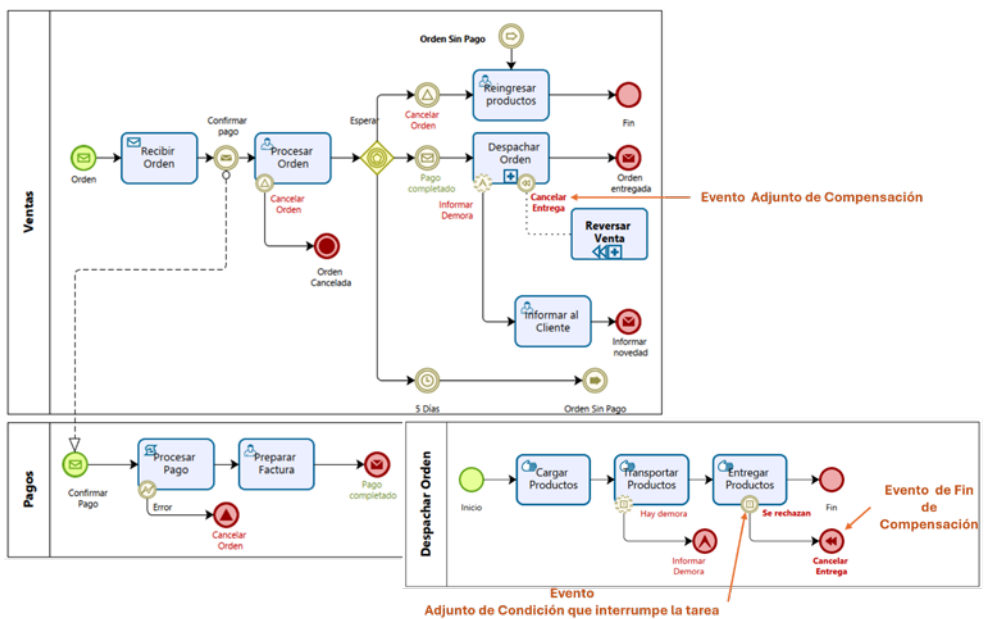


Figura 27. Evento adjunto de compensación en BPMN.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Cabe aclarar, aunque aquí no se detalla, que la “tarea de compensación” ‘reversar venta’ deberá convertirse en un subproceso con el fin de incluir todas las tareas requeridas para devolver los productos a la empresa, realizar las devoluciones de dinero al cliente, reingresar los productos al inventario, incorporar los registros necesarios al sistema de información, etc.



3. CASO DE APLICACIÓN

En este apartado se presenta la funcionabilidad del modelado de procesos en la notación BPMN, en un caso práctico aplicado en una institución de educación superior, y se puede extrapolar a cualquier otra organización.

El caso centra la atención en uno de los procesos de relevancia para las IES, que son los procesos de gestión estudiantil de un programa académico. Para ello, se llevó a cabo la evaluación de las actividades, recursos y flujos de trabajo que caracterizan el proceso, como se muestra en la siguiente figura.

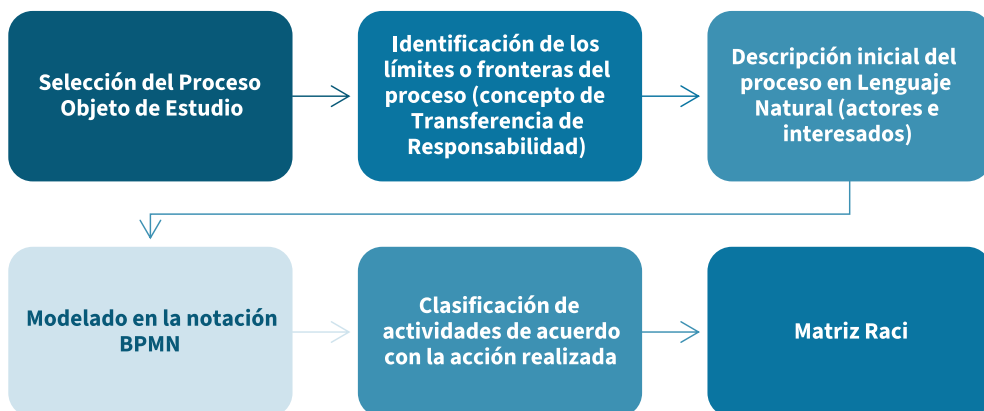


Figura 28. Proceso de caso práctico.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

3.1. Selección del proceso objeto de estudio

Para seleccionar el proceso objeto de estudio se consideraron la estructura organizacional y vigencia de la IES, y la caracterización de procesos.

1. La estructura organizacional vigente de la IES: La revisión de la estructura organizacional permitió identificar niveles de autoridad y responsabilidad de las

actividades relacionadas con la gestión de estudiantes. En este caso se revisaron las actividades para los cargos del director de programa y la secretaria académica de una facultad, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5. Identificación de responsabilidades

	Definición del cargo	Responsabilidades que involucra la gestión estudiantil
DIRECCION DE PROGRAMA	<p>Es la representación del decano de la facultad ante la comunidad del Programa, para atender, en el marco de las disposiciones institucionales, todos los asuntos de carácter académico. (RESOLUCIÓN DE RECTORÍA No. 7721 DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2021)</p> <p>Entendiendo que los programas son las unidades organizacionales responsables de liderar los procesos académico-administrativos orientados a la formación académica, conducente a título universitario en una profesión o a grado académico en el nivel de posgrado.</p> <p>Tienen como principal responsabilidad la organización de los saberes (teóricos, prácticos o teórico-prácticos) en un conjunto de experiencias académicas, pedagógicas y culturales, necesarias tanto para el desempeño idóneo en un campo profesional o tecnológico determinado, como para el ejercicio de una ciudadanía activa y responsable, teniendo en cuenta las demandas sociales y la política curricular en el marco de los lineamientos del Proyecto Educativo Institucional (PEI), del Proyecto Educativo del Programa (PEP) y de la política de calidad de la Universidad. (RESOLUCIÓN DE RECTORÍA No. 7721 DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2021)</p>	<p>Acompañar y orientar a los estudiantes del programa, no solo desde el punto de vista académico (desempeño, retención, graduación, entre otros), sino también en el campo psicosocial en coordinación con Bienestar Universitario.</p> <p>Desarrollar las acciones necesarias para garantizar la movilidad nacional e internacional de los estudiantes del programa.</p> <p>Implementar estrategias tendientes a desarrollar sentido de pertenencia de los estudiantes al programa.</p>
SECRETARIA ACADÉMICA	<p>Es la instancia de gestión administrativa encargada de asistir al decano en la planificación, ejecución y evaluación de las actividades académicas y administrativas que adelanta la facultad. (RESOLUCIÓN DE RECTORÍA No. 7721 DEL 21 DE SEPTIEMBRE DE 2021)</p>	<p>Orientar y asesorar a los estudiantes acerca de los lineamientos y procedimientos para cada uno de los procedimientos institucionales (trámites académicos, trabajos de grado y prácticas, pruebas estandarizadas, movilidad académica, entre otros).</p>

Se evidencia que existen procesos transversales en los cuales se ejercen actividades y responsabilidad conjunta tanto en los procesos como en los subprocesos.

2. Caracterización de procesos: se evidencian tres procesos: gestión de programa, procesos académicos y dirección de docencia, los cuales se dividen a su vez en subprocesos y procedimientos, donde se consumen y se transforman recursos, como se observa en la Figura 29.

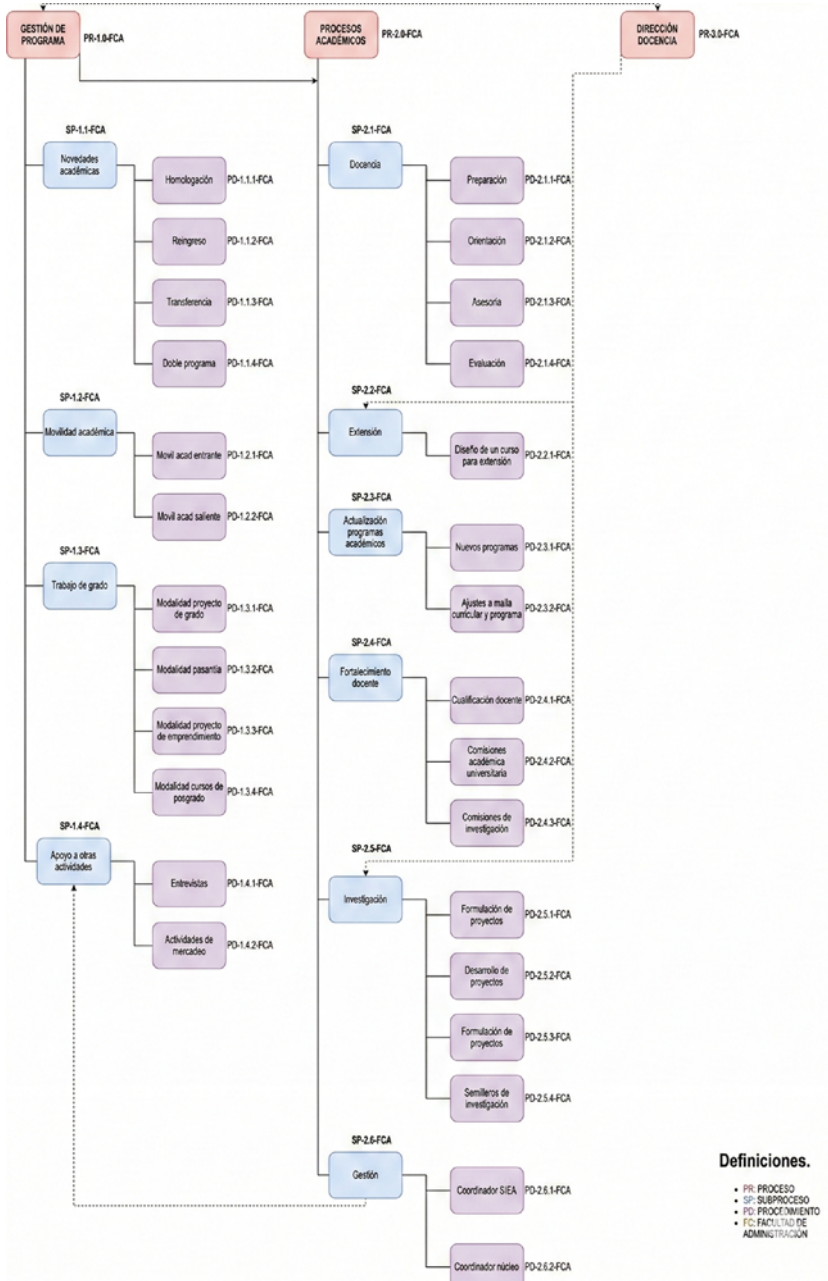


Figura 29. Procesos y procedimientos de un programa académico.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

3.2. Identificación de los límites del proceso

Como se observa en la Figura 30, el proceso de gestión estudiantil engloba una red de subprocesos interconectados, vinculando a diversos actores clave como el director de programa, personal docente, secretaria académica, asistentes administrativos, entre otros. Esta compleja red de interacciones opera de manera coordinada y genera respuesta a solicitudes entrantes asociadas a cada uno de los procesos, presentando la interdependencia y la sinergia necesaria entre los diferentes elementos involucrados.

De acuerdo con la revisión de responsabilidades y la estructura organizacional, se define que dentro del proceso de gestión estudiantil se encuentran los subprocesos de: procesos académicos, procesos de opción de grado y procesos de movilidad académica. Estos, a su vez, se encuentran conformados por actividades, como lo muestra la Figura 30.

Para efectos del caso se trabajará con el subproceso “novedades académicas” y la actividad de ‘reintegro’.

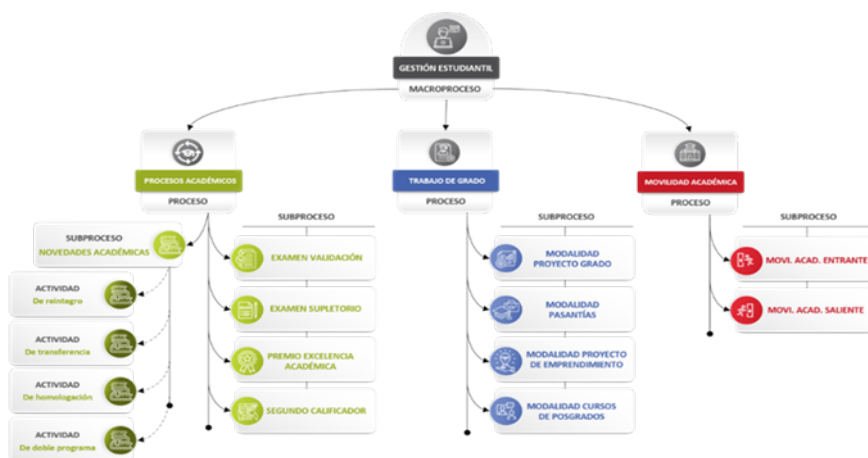


Figura 30. Subprocesos del proceso de gestión estudiantil.

Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Para revisar las actividades es necesario precisar algunas definiciones según la IES estudiada.

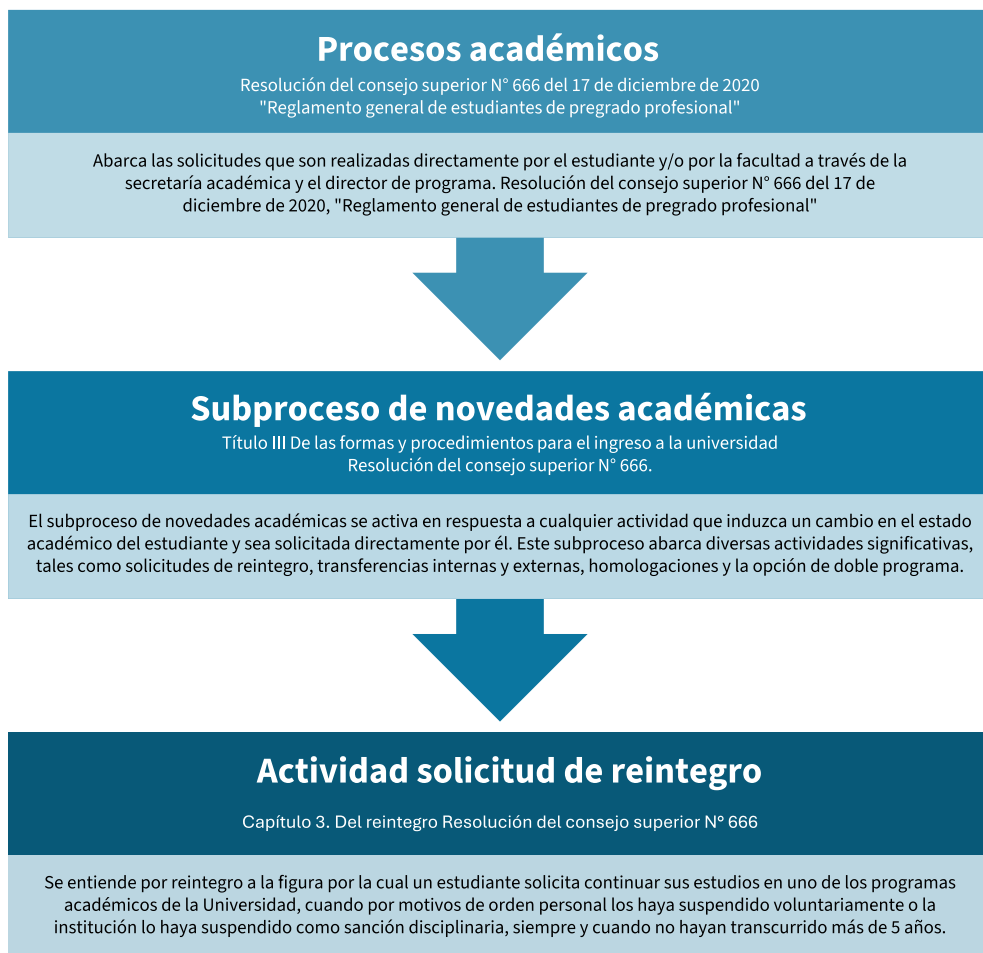


Figura 31. *Conceptos asociados a la IES.*

3.3. Descripción inicial del proceso en lenguaje natural

El lenguaje natural se asume como la comunicación entre dos personas, en este caso el documentador y una de las personas que interviene en el proceso, la secretaria académica de la facultad. Se establece un diálogo a manera de entrevista

para recopilar la información de las actividades en el subproceso novedades académicas en la actividad reintegro.

A continuación, se presenta la narrativa del subproceso “novedades académicas”.

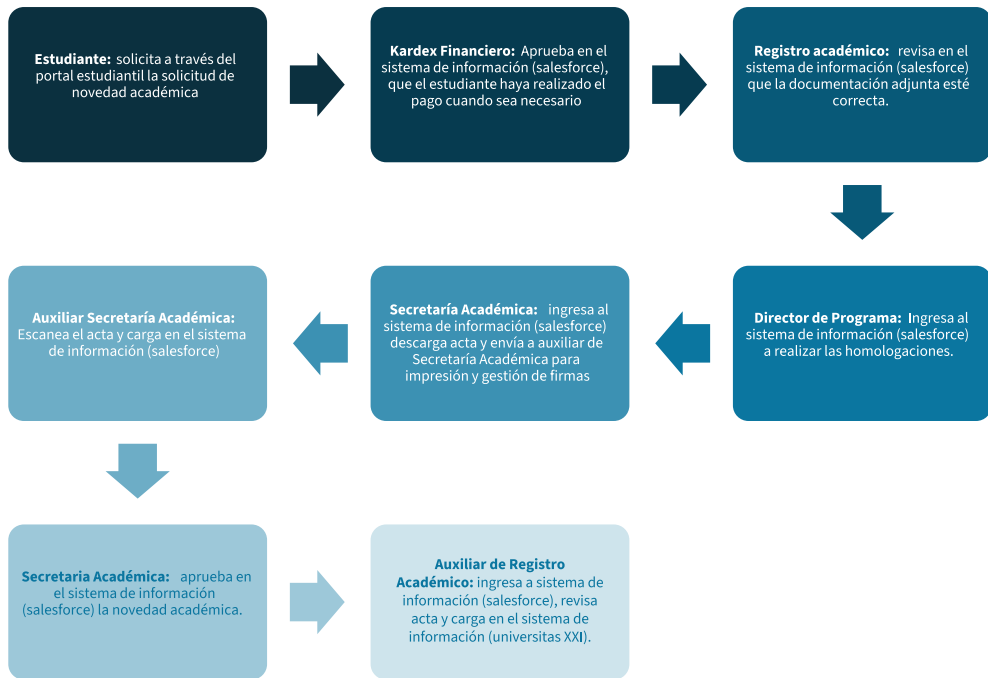


Figura 32. Pasos en el proceso de novedades académicas.

3.4. Modelado en BIZAGI

En la implementación de la notación BPMN para la modelación de procesos en el *software*, se adoptó un enfoque que incorpora la representación visual de dos *pools* de referencia en cada diagrama. Uno de estos *pools* se designa como ‘externo’, mientras que el otro adopta la nomenclatura asociada al proceso, subproceso o actividad correspondiente, tal como “procesos académicos”, “subproceso novedades académicas” o “actividad de reintegro”. Esta estructura permite establecer una relación visual entre los elementos del proceso y su contexto más amplio.

En paralelo, cada pool se organiza con carriles designados como actores, ejemplificados como ‘director de programa’, ‘estudiante’ o ‘director de docencia’. Estos actores asumen responsabilidades específicas y se encargan de ejecutar cada paso dentro de los procesos y subprocesos. La asignación de carriles a actores facilita una comprensión de quiénes son los participantes clave en la realización de cada actividad, promoviendo así la claridad y la eficiencia en la ejecución de los procesos.

Este enfoque estratégico en la notación BPMN no solo simplifica la representación visual de los procesos, sino que optimiza la comprensión de la interacción entre diferentes roles y actividades, promoviendo la transparencia y la eficacia en la modelación y ejecución de los procesos universitarios.

3.5. Clasificación de actividades de acuerdo con la acción realizada

Las actividades se clasifican de acuerdo con su ejecución y utilización: planificar, hacer, verificar y actuar. Esto constituye un modelo de mejora utilizado en la gestión de procesos en la universidad.

En “planificar” se revisa de manera objetiva las actividades que indican planeación dentro del proceso ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo? Se identifica con el color verde en el diagrama.

En “hacer” se comprueba que actividad se realiza de acuerdo con lo planeado. Se identifica con el color azul en el diagrama.

En “verificar” se revisa si en las actividades se mide o se inspecciona. Se identifica con el color marrón en el diagrama.

En “actuar”, a partir de las mediciones o inspecciones, se identifican las actividades que no dieron cumplimiento a lo planeado y se propone una mejora. Se identifica con el color rojo en el diagrama.

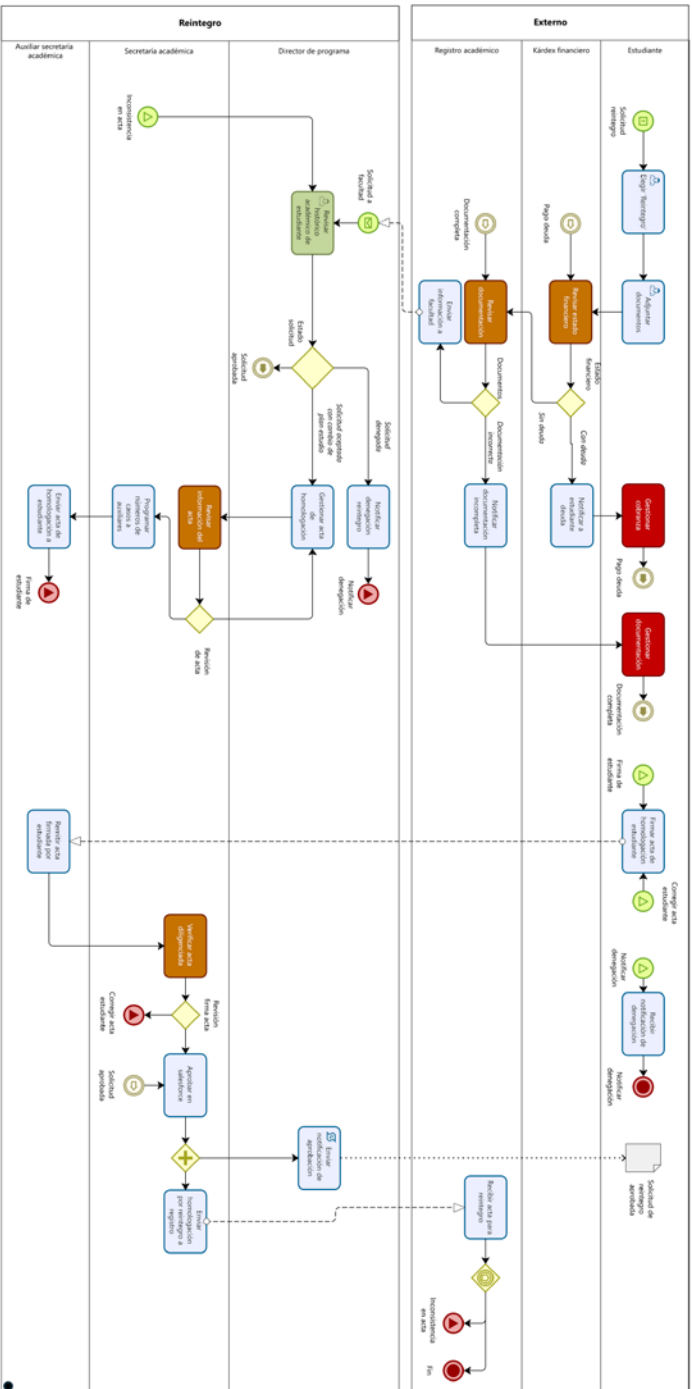


Figura 33. Diagrama del proceso de reintegro con la notación BPMN.
 Nota: Tomado de Cajigas, et al. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.

Una vez realizado el diagrama y la clasificación de las actividades y de acuerdo con Evans y Lindsay (2008), se propone hacer varias preguntas fundamentales para analizar el proceso:

- ¿Los pasos en el proceso están adecuados de una manera lógica?
- ¿Todos los pasos agregan valor?
- ¿Es posible eliminar algunos pasos y agregar otros a fin de mejorar la calidad o el desempeño operativo?
- ¿Es posible combinar algunos?
- ¿Es necesario reordenar algunos?
- ¿Existe un equilibrio entre las capacidades para cada paso, es decir hay cuellos de botella por lo que los que el cliente incurra en un tiempo de espera excesivo?
- ¿Qué habilidades, equipos y herramientas se requieren en cada paso del proceso?
- ¿Algunos procesos se deben automatizar?
- ¿En qué puntos del sistema podrían ocurrir errores que den como resultado la ausencia de satisfacción del cliente y cómo se podría corregir estos errores?
- ¿En qué punto o puntos se debe medir la calidad?
- ¿En qué puntos ocurre una interacción con el cliente?
- ¿Qué procedimientos o lineamientos deben seguir los empleados para presentar una imagen positiva?

Estas preguntas permiten identificar problemas que disminuyen el rendimiento en un proceso y corregir los problemas de manera más rápida.

3.6. Matriz Raci

Una vez realizado el proceso con la notación BPMN, se alimenta el *software* con la descripción detallada de cada paso y las responsabilidades de cada actor del

proceso. De esta manera, el *software* permite destacar la participación de los tres actores principales dentro del subproceso.

En este análisis se realiza una distribución de las cantidades de interacciones que cada actor tiene en dicho contexto. Asimismo, se generan los porcentajes de utilización correspondientes a cada uno de los actores, ofreciendo una visión integral de su participación en el proceso.

Finalmente, este enfoque permite una comprensión más detallada y precisa de la dinámica operativa. Se destaca la contribución de cada actor y se evidencia el número de interacciones de cada cargo en la ejecución del proceso, proporcionado información para la toma de decisiones en el proceso.

<i>Matriz RACI</i>	Ejecutantes	Responsable	Total de interacciones en el flujo (E+R+C)	%
Director de programa	4	6	10	45%
Secretaría académica	5	5	10	45%
Auxiliar Secretaría académica	2	0	2	9%
Totales por tipología	11	11		

Figura 34. *Matriz RACI para cada actor dentro de actividad Reintegro.*

En función de la caracterización realizada del proceso se evidencia que, al comparar el mismo proceso entre dos facultades, las tareas realizadas son diferentes de acuerdo al número de estudiantes y funcionarios que las ejecutan.

Es importante realizar un estudio del trabajo (estudio de métodos y tiempos) que permita la estandarización de los procesos en las facultades alineadas a las políticas institucionales de la universidad.

Finalmente, para las organizaciones que requieren la implementación del BPMN existe la versión corporativa que permite interactuar en la nube. Esta versión está enfocada para grupos de diseñadores de procesos e interesados, ofreciendo colaboración en equipo por medio de discusiones contextualizadas y trabajo transparente en los modelos de proceso.



4. REFERENCIAS

- Arellano Cepeda, O. E. (2021). *Costos por actividad en la Universidad Nacional de Chimborazo 2015–2016*.
- Balmaceda Lira, M. I., y Guerra Vera, L. (2017). *Metodologías de costeo de educación superior*.
- Boschin, M. J., y Metz, N. G. (2009). «Gestión de costos en instituciones educativas». *Revista del instituto internacional de costos*, (5), 563-587.
- Braidot, N., Formento, H., y Nicolini, G. (2003). «Competitiveness in the 21st Century». *Journal of Economic Perspectives*, 17(2), 45-63.
- Bizagi. «Glosario Bizagi Modeler. Obtenido de Bizagi User Guide Modeler». Acceso el 16 de enero de 2024. https://help.bizagi.com/process-modeler/es/index.html?bizagi_modeler_glossary.htm
- Brown, L., Thompson, R., y Wilson, K. (2023). «Cost Efficiency and Process Optimization». *International Journal of Production Economics*, 150(1), 67-80.
- Cajigas, M., Ramírez, E., y Ramírez, D. A. (2022). «El punto de equilibrio avanzado (Pea): herramienta para asegurar la sostenibilidad empresarial». *Criterio Libre*, 20(37), e259571-e259571.
- Cárdenas-Mora, S. M. (2011). «Una aproximación al uso de herramientas de gerencia estratégica de costos en instituciones privadas de educación superior.» *Cuadernos de Contabilidad*, 12(31), 547-569.
- Da Costa Marques, M. D. C. (2012). «Contribución del modelo ABC en la toma de decisiones: el caso universidades». *Cuadernos de contabilidad*, 13(33), 527-543.

- Drury, C. (2018). *Management and Cost Accounting*. Cengage Learning.
- De Oliveira Dantas, L. A. (2022). *Análise do custo-aluno como ferramenta para decisão gerencial em uma instituição de ensino superior pública*. Ponta Grossa, Paraná, Brasil: Atena Editora. doi: <https://doi.org/10.22533/at.ed.452222503>
- Gunasekaran, A., Patel, C., y McGaughey, R. E. (2004). «A framework for supply chain performance measurement». *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347.
- Hanna, A., Rance, S., y Anderson, L. (2011). *Glosario y abreviaturas de ITIL*. México: Crown
- Hornigren, C. T., Datar, S. M., y Rajan, M. (2015). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. Pearson.
- Johnson, H. T., y Kaplan, R. S. (1987). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S., y Atkinson, A. A. (1998). *Advanced Management Accounting*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kaplan, RS y Cooper, R. (1998). *Costo y efecto: uso de sistemas de costos integrados para impulsar la rentabilidad y el desempeño*. 1ª edición. Prensa de la Escuela de Negocios de Harvard, Cambridge, MA.
- Kaplan, R. S., y Cooper, R. (1998). *Cost & Effect: Using Integrated Cost Systems to Drive Profitability and Performance*. Harvard Business School Press.
- Marom, S. Adobe Communications Teams. «Adobe Experience Cloud». Acceso el 19 de enero de 2014. <https://business.adobe.com/blog/basics/accountability-vs-responsibility-in-project-management>

- Nickols, F. «Define Your Terms: Clearing Up the Confusion Among Function, Procedure, Process, Task, Step, etc.». Acceso el 25 de enero de 2024. <https://www.nickols.us/workandmanagement.html>
- Object Management Group, Inc. (OMG). «Business Process Model and Notation (BPMN)». Acceso el 2 de Febrero de 2024. <https://www.omg.org/spec/BPMN>
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press.
- Robledo, P. «Procedures and Work Instructions». Acceso el 17 de enero de 2024, de Medium Corporation: <https://medium.com/@pedrorobledobpm/differences-between-processes-procedures-and-work-instructions-fd64ef2946f5>
- Romero, M. C., Cajigas, D. A. R., y Ramírez, E. (2023). *Diagnóstico y plan de acción empresarial–1ra edición: Modelo disruptivo de diagnóstico y planeación de la empresa para mantenerla generando valor*. Ecoe Ediciones.
- Sinchiguano, B. E. O. (2024). «Desafíos de la contabilidad de costos: un acercamiento de revisión sistemática al sector agrícola». *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(39), 27.
- Smith, J., y Johnson, M. (2022). «Advanced Cost Management Techniques». *Journal of Management Accounting Research*, 34(2), 123-145.
- Taborda, R., y Ortiz, C. (2016). Fallas de los sistemas de costos en el sector agropecuario. *Antioquia Institución Universitaria*, 01, 1–23.
- Tafur, J. C., & Osorio, J. A. (2013). *Costeo basado en actividades ABC: gestión basada en actividades ABM*. Ecoe ediciones.

Los modelos de gestión de costos y procesos son sistemas estructurados para facilitar la organización de las operaciones y el uso de los recursos en los procesos de producción de bienes tangibles o intangibles. La presente obra expone un modelo de gestión de costos y procesos, cuya novedad radica en que consigue la funcionalidad de la administración del proceso gracias a la determinación del costo de producción, como vía para obtener la eficiencia y competitividad de las organizaciones que lo apliquen. Dicha combinación permite a las organizaciones contar con elementos de decisión para optimizar el uso de sus recursos, mejorar la calidad de los productos o servicios, y alcanzar una ventaja competitiva y sostenible.