

Modelo para la composición de servicios web considerando atributos de calidad



Monografía para optar al título de Ingeniero de Sistemas

Juan Felipe Muñoz Ordoñez

Lino Alejandro Muñoz Buesaquillo

Director: Mg. Daniel Eduardo Paz Perafán

Codirector: Ph.D. Sandra Lorena Buitrón

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Sistemas

Línea de Investigación de Ingeniería del software: producto y proceso

Popayán, octubre 20 de 2022

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Capítulo 1 - Introducción | 7 |
| 1.1. Planteamiento del problema y justificación | 7 |
| 1.2. Pregunta de investigación..... | 10 |
| 1.3. Objetivos | 11 |
| 1.4. Metodología | 12 |
| 1.5. Estructura de la monografía | 13 |
| Capítulo 2 – Contexto teórico y estado del arte | 15 |
| 2.1. Contexto teórico | 15 |
| 2.1.1. Servicio..... | 15 |
| 2.1.2. Servicio web | 15 |
| 2.1.3. Computación orientada al servicio | 15 |
| 2.1.4. Orientación al servicio..... | 16 |
| 2.1.5. Arquitectura Orientada al servicio (SOA) | 16 |
| 2.1.6. Composición de servicios..... | 16 |
| 2.1.7. Composición de servicios web | 16 |
| 2.1.8. Tipos de composición..... | 17 |
| 2.1.9. Fases de la composición | 17 |
| 2.1.10. Coreografía y Orquestación..... | 18 |
| 2.1.10.1. Orquestación..... | 18 |
| 2.1.10.2. Coreografía..... | 19 |
| 2.1.11. Ontología | 20 |
| 2.1.12. Plan de composición..... | 20 |
| 2.1.13. Principales actores de la composición (Consumidor, Proveedor y Directorio).... | 20 |
| 2.1.14. Definición atributos calidad ISO25010 | 21 |
| 2.2. Estado del arte | 22 |
| 2.2.1. Diseño de la revisión sistemática | 22 |

| | |
|---|-----|
| 2.2.2. Trabajos relacionados..... | 26 |
| 2.2.3. Descripción de los trabajos realizados | 27 |
| 2.2.4. Conclusión | 33 |
| 2.2.5. Aportes..... | 34 |
| Capítulo 3 –Caracterización de los componentes tecnológicos de alto nivel involucrados en la composición de servicios web | 35 |
| 3.1. Estrategia para encontrar los componentes tecnológicos de alto nivel | 35 |
| 3.2. Componentes tecnológicos de alto nivel identificados..... | 38 |
| 3.3. Descripción de los elementos identificados..... | 43 |
| 3.4. Conclusiones..... | 48 |
| Capítulo 4 – Modelo que define un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web..... | 49 |
| 4.1. Actividades que guiaron la construcción del modelo..... | 49 |
| 4.2. Elementos que constituyen el modelo | 52 |
| 4.2.2. Componentes tecnológicos representados a través de componentes software. | 75 |
| 4.2.3. Relación entre los atributos de calidad y los componentes tecnológicos de alto nivel.. | 84 |
| 4.2.4. Instanciación del modelo. | 88 |
| 4.2.5. Precondiciones para usar el modelo..... | 92 |
| Capítulo 5 – Evaluación del modelo para la composición de servicios web. | 93 |
| 5.1 Justificación de la selección del método Focus Group. | 93 |
| 5.2 Proceso de evaluación | 94 |
| 5.2.1 Estructura general del método Focus Group | 94 |
| 5.2.2 Ejecución del método Focus Group para la evaluación para el modelo de composición manual de servicios web. | 95 |
| 5.2.3 Limitaciones de la evaluación y su gestión | 107 |
| Capítulo 6 - Conclusiones, productos generados, lecciones aprendidas y trabajo futuro..... | 109 |
| 6.1. Conclusiones | 109 |
| 6.2. Lecciones aprendidas | 111 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 6.3 Trabajos futuros..... | 112 |
| Referencias bibliográficas..... | 113 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Orquestación de servicios web | 19 |
| Figura 2. Coreografía de servicios | 20 |
| Figura 3. Estrategia de búsqueda | 25 |
| Figura 4 Modelo que define un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web y su correlación con el negocio..... | 53 |
| Figura 5. Proceso de negocio para la composición manual de servicios web | 56 |
| Figura 6. Subproceso de negocio Seleccionar servicios candidatos para la composición de servicios web..... | 65 |
| Figura 7. Diagrama que define si es posible crear un servicio web con los servicios actuales | 68 |
| Figura 8. Subproceso de negocio Monitorear servicios web a través de un software que permita realizar el monitoreo de un servicio..... | 72 |
| Figura 9. Diagrama de componentes tecnológicos de alto nivel basado en componentes software..... | 76 |
| Figura 10. Aplicación monolítica web..... | 89 |
| Figura 11. Aplicación de una sola página (SPA)..... | 90 |
| Figura 12. Aplicación SPA con micro servicios..... | 91 |
| Figura 13. Diagrama de actividad para el proceso general de aplicación de Focus Group | 95 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Trabajos relacionados clasificados de acuerdo con su dimensión..... | 27 |
| Tabla 2. Componentes tecnológicos de alto nivel y las referencias discriminadas | 42 |
| Tabla 3. Roles involucrados en el proceso de negocio para la composición de servicios web | 55 |
| Tabla 4. Formalización de la solicitud enviada por el usuario | 58 |
| Tabla 5. Tabla de atributos de calidad | 58 |
| Tabla 6. Formas para realizar el emparejamiento de los servicios web..... | 61 |
| Tabla 7. Documentación de un servicio compuesto | 64 |
| Tabla 8. Correlación entre los atributos de calidad y los componentes tecnológicos..... | 88 |
| Tabla 9 Preguntas de investigación para el debate | 96 |
| Tabla 10 Protocolo de la sesión del Focus Group..... | 97 |
| Tabla 11 Participantes de la sesión Focus Group. | 98 |
| Tabla 12 Aspectos positivos sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group..... | 102 |
| Tabla 13 Aspectos a mejorar sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group..... | 102 |
| Tabla 14 Observaciones sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group..... | 103 |
| Tabla 15 Resultado global de la encuesta sobre los aspectos generales del modelo de composición manual de servicios web..... | 104 |

Capítulo 1 - Introducción

1.1. Planteamiento del problema y justificación

Diversas organizaciones están constituidas por sistemas software que soportan las actividades que realizan sus áreas funcionales. Dentro de las organizaciones puede presentarse una proliferación descontrolada de sus sistemas debido a que continuamente se deben satisfacer nuevas necesidades de negocio [1]. Esta proliferación descontrolada da como resultado que al interior de las organizaciones convivan los siguientes tipos de software: losas, son aplicaciones antiguas que realizan de manera eficaz y eficiente su trabajo; silos, son aplicaciones redundantes e inaccesibles entre sí; espaguetis, son aplicaciones que representan un laberinto de intercambios de información “punto a punto” [1] y finalmente nos encontramos con aplicaciones que siguen una arquitectura orientada a servicios (SOA), lo cual implica la creación y utilización de los servicios para establecer comunicación entre ellos con el fin de reutilizar las funcionalidades ya creadas.

Desde el punto de vista de SOA, los servicios son funcionalidades que permiten cumplir con una tarea específica y concreta mediante una interfaz accesible, explícita y pública [1]. Un servicio se caracteriza principalmente por encapsular funciones de negocio para su posterior reutilización, los cuales deben ser invocados mediante una interfaz utilizando protocolos de comunicación enfocados en la interoperabilidad y transparencia de localización [2]. En este sentido, es posible combinar varios servicios correspondientes a diferentes aplicaciones con el fin de ofrecer una solución a una petición que no se puede realizar mediante un solo servicio atómico [2].

La combinación de los servicios tiene como finalidad crear servicios compuestos que benefician desde la perspectiva del negocio a las empresas u organizaciones, debido a que reutilizan la lógica del negocio existente y de esta forma reducen drásticamente el costo y los riesgos de construir nuevas aplicaciones de negocio [3]. La combinación de servicios se puede hacer mediante coreografía y orquestación. En la coreografía los servicios son conectados directamente entre sí, lo cual genera que los servicios tengan pleno conocimiento de las relaciones que existen entre ellos, de esta forma son dependientes entre sí. Por otra parte, en la orquestación existe un actor (Orquestador) el cual se encarga de conectar los servicios logrando

una independencia entre ellos. De esta forma, si un servicio no satisface las necesidades del cliente podrá ser cambiado por otro [2].

Para lograr la composición de servicios mediante orquestación o coreografía, según [4] y [5], generalmente son seguidas las siguientes fases: definición, combinación, ejecución y monitoreo. En la fase de definición, el solicitante del servicio también llamado consumidor proporciona suficiente información sobre los requisitos y preferencias de calidad para el servicio compuesto. En la fase de combinación son seleccionados un conjunto de servicios candidatos que se ajustan a los requisitos y preferencias de los consumidores. Los servicios son obtenidos a partir de un registro de servicios que existe en la organización. Posteriormente los servicios candidatos son filtrados a partir de atributos de calidad para ser combinados y satisfacer el requisito del solicitante. Finalmente, en la fase de ejecución y monitoreo, se tendrán en cuenta actividades como despliegue de los servicios combinados, monitorización, seguimiento, medidas de desempeño y manejo de excepciones.

En cada una de las fases descritas existen una serie de componentes tecnológicos de alto nivel¹ que permiten lograr el propósito de cada fase, a continuación, mostramos algunos de los componentes tecnológicos de alto nivel que han sido encontrados en la literatura. En la fase de definición es posible utilizar una base de datos que utiliza ontologías para caracterizar las entradas y salidas de un servicio [6] [7]. En la fase de combinación, es utilizado un registro público el cual tiene como propósito permitir almacenar y localizar los servicios atómicos y compuestos [7], y también se encuentra un emparejador [6] [8], el cual permite verificar si la salida de un servicio es compatible con la entrada de otro. En la fase de ejecución, se resalta el componente de selección y filtrado [6] el cual tiene como propósito seleccionar servicios candidatos entre una variedad de servicios para que posteriormente sea realizada la combinación de los servicios seleccionados con el objetivo de crear uno compuesto. Finalmente, en la fase de monitoreo, un componente denominando analizador de calidad de servicio tiene como propósito contrastar las restricciones de calidad solicitadas por los usuarios con la calidad ofrecida por el servicio compuesto [7].

¹ Componente tecnológico de alto nivel: En el contexto del actual proyecto de investigación, un componente tecnológico de alto nivel es una agrupación de funcionalidades relacionadas, las cuales tienen un propósito establecido, están encapsuladas detrás de una interfaz bien definida y soportan la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas con la composición de servicios web

Por otra parte, la composición de servicios sin importar que sea dirigida por coreografía u orquestación se puede realizar de tres formas diferentes: automática, manual y semiautomática. En la composición automática son utilizados algoritmos o sistemas software para identificar automáticamente los servicios candidatos a través de ontologías o semánticas para luego combinarlos y generar el servicio compuesto que satisface las necesidades del consumidor. En la composición manual un equipo de desarrollo es quien realiza el proceso de selección y combinación de servicios y finalmente en la composición semiautomática, son utilizadas herramientas que permiten automáticamente identificar los servicios que pueden ser compuestos pero la composición de los mismos puede ser realizada por un grupo de desarrollo [6].

También es importante considerar que, al interior de las organizaciones existen un conjunto de áreas funcionales las cuales están soportadas por diversos sistemas software. Estos sistemas software pueden ser aislados, incompatibles con sistemas de otras áreas funcionales e inconsistentes con las necesidades de intercambio y uso de información [9] [10] [11], lo cual ocasiona que las áreas funcionales de una organización no compartan su información o que la comunicación sea ineficiente [12] [13] [14] [15].

Cuando las organizaciones desean componer los servicios existentes que ofrecen u ofrecerán sus sistemas software, con el propósito de intercomunicar las áreas, reutilizar la lógica del negocio existente y reducir costos y los riesgos de construir nuevas aplicaciones software [3], se les dificulta establecer cuales componentes tecnológicos de alto nivel se deben utilizar para lograr la composición, cómo implantarlos y finalmente cómo lograr que los servicios compuestos satisfagan una serie atributos de calidad tales como eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad [6] [7]. Esta dificultad ocasiona que varias iniciativas de composición de servicios al interior de las organizaciones sean abandonadas, que tomen un mayor tiempo del previsto o que los servicios compuestos no tengan un alto grado de calidad [3].

Por otra parte, al realizar un mapeo de la literatura hemos identificado que los modelos y marcos de trabajo propuestos carecen de una especificación clara, completa y sistemática sobre las tecnologías que puede utilizar una organización para realizar la composición de servicios y como estas tecnologías están alineadas a las diferentes fases de la composición.

De acuerdo con lo expresado anteriormente, fue propuesto un modelo² que define un conjunto de procesos de negocio y componentes³ tecnológicos⁴ de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web. Entendiendo en el contexto del actual proyecto de investigación, que un componente tecnológico de alto nivel se define como una agrupación de funcionalidades relacionadas, las cuales tienen un propósito establecido, están encapsuladas detrás de una interfaz bien definida y soportan la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas con la composición de servicios web.

El modelo propuesto ha sido pensando desde dos perspectivas, la de negocios y la tecnológica. Desde la perspectiva de negocios se han definido un conjunto de procesos que orientan a una organización sobre cómo realizar la composición manual de servicios web. Desde la perspectiva técnica se han definido un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que establecen varias funcionalidades software que permiten soportar las actividades asociadas a la composición de servicios. El aspecto tecnológico de los componentes de alto nivel se ve reflejado a través de las diferentes funcionalidades que cada componente puede ofrecer a través de una interfaz.

Los componentes tecnológicos de alto nivel soportan al interior de una organización las fases de definición, combinación, ejecución y monitoreo de servicios, y además favorecen el cumplimiento de los siguientes atributos de calidad eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad. El favorecimiento de los atributos de calidad es realizado desde alguna de sus sub características. En este sentido, las organizaciones que han o no implementado una arquitectura SOA, y que deseen comenzar con iniciativas de composición de servicios pueden utilizar el modelo propuesto en pro de reutilizar la lógica de negocio, reducir costos, aumentar la calidad de los servicios compuestos y mejorar la experiencia de usuario cuando éste realice una petición.

1.2.Pregunta de investigación

¿Mediante qué componentes tecnológicos de alto nivel se puede realizar la composición manual de servicios web favoreciendo el cumplimiento de los atributos de calidad eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad?

² Modelo: Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo. Obtenido de la RAE.

³Componentes: que compone o entra en la composición de un todo. Obtenido de la RAE

⁴ Tecnología: tratado de los términos técnicos. Obtenido de la RAE

1.3.Objetivos

Objetivo general

- Diseñar un modelo que defina un conjunto de componentes tecnológicos⁵ que soporten la composición manual⁶ de servicios web en las organizaciones y que favorezca el cumplimiento de los atributos de calidad eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad, con el fin de que las organizaciones puedan reutilizar la lógica de negocio existente en sus áreas funcionales.

Objetivos específicos

- Caracterizar, a partir de la literatura, los componentes tecnológicos involucrados en la composición de servicios web con el fin de determinar el propósito de cada componente, las tecnologías que utiliza, en qué fase de la composición se utiliza y cuales atributos de calidad aborda.
- Diseñar un modelo que oriente a las organizaciones sobre cómo realizar la composición manual de servicios, a partir de los componentes tecnológicos anteriormente caracterizados para que puedan realizar la composición manual de servicios con el fin de que las organizaciones puedan reutilizar la lógica del negocio existente y reducir costos y los riesgos de construir nuevas aplicaciones software.
- Evaluar la idoneidad⁷ del modelo propuesto a través de la técnica de investigación Focus Group.

⁵ Componente tecnológico de alto nivel: es una agrupación de funcionalidades relacionadas, las cuales tienen un propósito establecido, están encapsuladas detrás de una interfaz bien definida y soportan la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas con la composición de servicios web.

⁶ En la composición manual un equipo de desarrollo es quien realiza el proceso de selección y combinación de servicios.

⁷ Entendiendo que el modelo es idóneo si es apropiado y adecuado para orientar la composición manual de servicios web al interior de las organizaciones. Definición adaptada de la RAE.

1.4. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó la metodología de investigación acción- multiciclo con bifurcaciones el cual está conformado por un conjunto de ciclos, en los cuales se realiza de manera general las siguientes actividades:

- Diagnóstico: identificar el tema de investigación, analizar la literatura relevante, y planificar y diseñar el proyecto de investigación.
- Acción: definir los pasos de acción e implementación.
- Reflexión: monitorizar la investigación, evaluar en términos de preguntas de investigación y mejorar el plan y el diseño.

Las actividades de los ciclos que conformaron la metodología a seguir se describen de manera general a continuación, pero su detalle se encuentra al inicio de los capítulos 3, 4 y 5:

Ciclo de investigación para la caracterización de los componentes tecnológicos de alto nivel propuestos por la literatura.

- Definición del protocolo que permitirá realizar la revisión de la literatura que aborden componentes tecnológicos de alto nivel que faciliten la composición de servicios.
- Análisis de las propuestas encontradas con el fin de identificar los componentes tecnológicos de alto nivel que permitan realizar la composición de servicios.
- Identificación del propósito de cada componente, las tecnologías que utiliza, en qué fase de la composición se utiliza y cuales atributos de calidad aborda.

Ciclo metodológico para la definición del modelo

- Construcción de un conjunto de procesos de negocio que orientan la composición manual de servicios web al interior de las organizaciones.
- Identificación, a partir de la caracterización realizada y de los procesos de negocio construidos los componentes tecnológicos de alto nivel que constituyen el modelo propuesto.
- Determinación de los nombres de los componentes tecnológicos de alto nivel, su propósito dentro de la composición de servicios y funcionalidades básicas que ofrece.
- Establecimiento de las correlaciones entre los diferentes componentes identificados.
- Relación entre las fases de la composición de servicios y los componentes planteados.

- Definición para cada componente de un conjunto de funcionalidades que permiten cumplir con su propósito y, además, favorece los atributos de calidad (eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad).

Ciclo de evaluación para evaluar la idoneidad del modelo propuesto.

- Planeación del diseño del Focus group [26] estableciendo los objetivos, preguntas de discusión y los métodos de recolección de la información.
- Desarrollo del Focus Group, preparar la actividad de recolección de datos y recoger la evidencia.
- Análisis de los resultados obtenidos en el Focus Group y generar conclusiones que determinen la idoneidad o no del modelo propuesto.

Ciclo de documentación.

- Paralelamente a los anteriores ciclos se realizó la elaboración de la monografía del trabajo de grado la cual describe la información recopilada a través del estado actual del conocimiento, el modelo propuesto, la evaluación del modelo propuesto, y las actividades realizadas en la metodología para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Elaboración de un artículo científico para la publicación en la página web del departamento de sistemas de la Universidad del Cauca.
- Divulgación y sustentación de los resultados de investigación.

1.5. Estructura de la monografía

La presente monografía organiza su contenido de la siguiente manera:

- Capítulo 2: en esta sección se presentan las definiciones y fundamentos teóricos que guiaron la investigación, la cual tiene como fin garantizar un conocimiento uniforme y completo. También se muestran los trabajos relacionados asociados a la composición de servicios en las organizaciones.
- Capítulo 3: en esta sección se muestra la caracterización de un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que soportan el proceso de composición de servicios web. Los componentes tecnológicos de alto nivel fueron establecidos a partir de modelos, marcos de trabajo y arquitecturas de composición de servicios.

- Capítulo 4: en esta sección se presenta la descripción de las actividades que permitieron la construcción del modelo que define un conjunto de procesos de negocio y componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web dentro de las organizaciones. Además, se muestra en detalle la descripción de los procesos de negocio y componentes tecnológicos que constituyen el modelo propuesto
- Capítulo 5: en esta sección se evalúa la idoneidad del modelo propuesto a través de la técnica de investigación Focus Group.
- Capítulo 6: en esta sección se presentan las conclusiones, lecciones aprendidas y trabajo futuro.

Capítulo 2 – Contexto teórico y estado del arte

2.1.Contexto teórico

Esta sección presenta algunas definiciones y fundamentos teóricos que guiaron la investigación, la cual tiene como fin garantizar un conocimiento uniforme.

2.1.1. Servicio

Un servicio es una unidad de solución lógica, a la cual se le ha aplicado la orientación del servicio en una medida significativa.

Es la aplicación de los principios de diseño orientados al servicio lo que distingue una unidad lógica de servicio con las unidades de lógica que únicamente son objetos o componentes. Posterior al modelamiento conceptual de servicios, las etapas de desarrollo y diseño orientado a servicios implementan un servicio como un programa de software físicamente independiente con características de diseño específicas que respaldan el logro de los objetivos estratégicos asociados con la computación orientada a servicios. [16]

2.1.2. Servicio web

Un servicio web es un sistema de software diseñado para admitir la interacción interoperable de máquina a máquina a través de una red. Tiene una interfaz descrita en un formato procesable por máquina (como puede ser WSDL). Un servicio web se basa principalmente en tecnología web como el protocolo HTTP, utiliza formatos tales como XML, JSON junto con otros estándares de facto relacionados con la web. Mediante la utilización de servicios web, el usuario final es capaz de crear servicios compuestos que cumplan el requerimiento cuando un simple servicio web no es capaz de hacerlo. [6]

2.1.3. Computación orientada al servicio

La computación orientada al servicio es un término general que representa una nueva generación de plataformas computacionales. Como tal, abarca muchas cosas, incluyendo sus propios paradigmas, principios y patrones de diseño, como también un modelo arquitectónico diferente y un conjunto de conceptos relacionados con tecnologías y marcos de trabajo. [16]

2.1.4. Orientación al servicio

La orientación al servicio es un paradigma de diseño planeado para la creación de unidades lógicas de solución las cuales tiene una forma individual, así que ellas pueden ser utilizadas colectiva y repetidamente para apoyar a la realización de metas estratégicas, fortalecer los beneficios de SOA y la computación orientada al servicio. [16]

2.1.5. Arquitectura Orientada al servicio (SOA)

La arquitectura orientada al servicio representa un modelo arquitectónico que pretende mejorar la agilidad y la relación efectividad-precio de una empresa mientras que reduce la carga de las tecnologías de la información sobre toda la organización. Para lograr este objetivo, SOA posiciona los servicios como medios primarios a través de los cuales una solución lógica es presentada. Como forma de arquitectura tecnológica, una implementación SOA puede consistir en la combinación de tecnologías, productos, APIs y extensiones que soportan la infraestructura. La forma actual en que cada empresa define su arquitectura orientada al servicio es única; sin embargo, es tipificada mediante la introducción de nuevas tecnologías y plataformas que apoyan específicamente la creación, ejecución y evolución de soluciones orientadas al servicio. [16]

2.1.6. Composición de servicios

Una composición de servicios es la agrupación de servicios colectivamente para automatizar una tarea en particular o procesos de negocio. Para determinar una composición de servicios, al menos dos servicios participantes más un iniciador de la composición necesita estar presente. De lo contrario, la interacción de servicios solo representa un intercambio punto a punto. [16]

2.1.7. Composición de servicios web

La composición de servicios es uno de los conceptos más importantes y por lo tanto existen varias definiciones al respecto, las cuales logran complementarse entre sí. Para [7], la composición servicios de web permite la construcción nuevos servicios web acordes a los

procesos de negocio, mediante la organización de un conjunto de servicios web existentes proporcionando reutilización e interoperabilidad.

2.1.8. Tipos de composición

La composición de servicios sin importar que sea dirigida por coreografía u orquestación se puede realizar de tres formas diferentes: automática, manual y semiautomática. En la composición automática son utilizados algoritmos o sistemas software para identificar automáticamente los servicios candidatos a través de ontologías o semánticas para luego combinarlos y generar el servicio compuesto que satisface las necesidades del consumidor. En la composición manual un equipo de desarrollo es quien realiza el proceso de selección y combinación de servicios y finalmente en la composición semiautomática, son utilizadas herramientas que permiten automáticamente identificar los servicios que pueden ser compuestos pero la composición de estos puede ser realizada por un grupo de desarrollo [6].

En [17] se presenta el componente Memodules el cual corresponde al tipo de composición semiautomática, debido a que este componente presenta una interfaz gráfica la cual permite realizar la composición de servicios mediante la ayuda de una persona. Por su parte, en [18] se presenta un ejemplo de composición automática, debido a que sus componentes utilizan algoritmos los cuales guían su funcionamiento sin necesidad de intervención externa.

2.1.9. Fases de la composición

Para lograr la composición de servicios mediante orquestación o coreografía, según [4] y [5], generalmente son seguidas las siguientes fases: definición, combinación, ejecución y monitoreo. En la fase de definición, el solicitante del servicio también llamado consumidor proporciona suficiente información sobre los requisitos y preferencias de calidad para el servicio compuesto. En la fase de combinación son seleccionados un conjunto de servicios candidatos que se ajustan a los requisitos y preferencias de los consumidores. Los servicios son obtenidos a partir de un registro de servicios que existe en la organización. Posteriormente los servicios candidatos son filtrados a partir de atributos de calidad para ser combinados y satisfacer el requisito del solicitante. Finalmente, en la fase de ejecución y monitoreo, se

tendrán en cuenta actividades como despliegue de los servicios combinados, monitorización, seguimiento, medidas de desempeño y manejo de excepciones.

2.1.10. Coreografía y Orquestación

La combinación de servicios se puede hacer mediante coreografía y orquestación. En la coreografía los servicios son conectados directamente entre sí, lo cual genera que los servicios tengan pleno conocimiento de las relaciones que existen entre ellos, de esta forma son dependientes entre sí. Por otra parte, en la orquestación existe un actor (Orquestador) el cual se encarga de conectar los servicios logrando una independencia entre ellos. De esta forma, si un servicio no satisface las necesidades del cliente podrá ser cambiado por otro. [2]

2.1.10.1. Orquestación

Cuando se hace uso de la **orquestación**, un servicio web central lleva el control de otros servicios web implicados en la realización de la tarea y coordina la ejecución de las diferentes operaciones sobre dichos servicios web. Los servicios Web orquestados no "conocen" (y no necesitan conocer) que están implicados en un proceso de composición. En la figura 1 se muestra en color amarillo un servicio web el cual invoca a otros servicios web con el propósito de enviar peticiones, obtener respuestas o realizar llamadas en un solo sentido

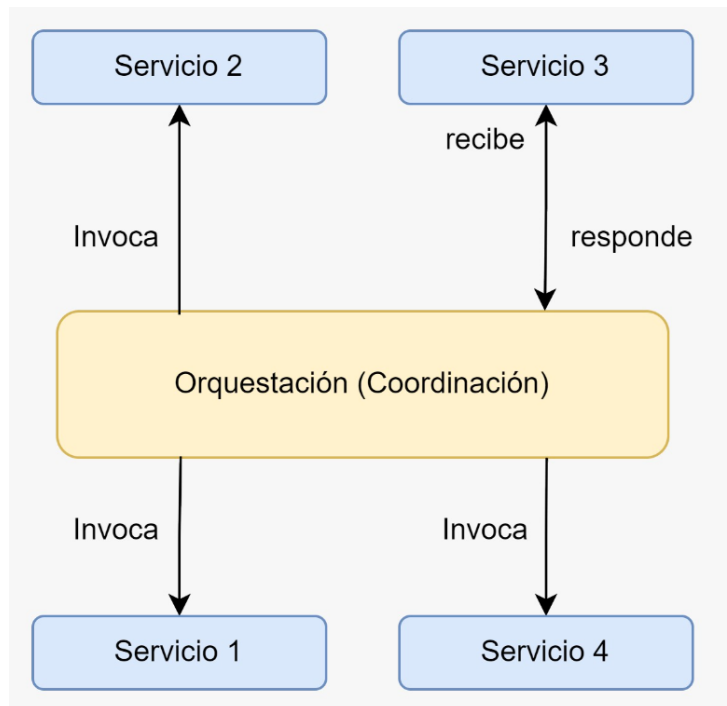


Figura 1. Orquestación de servicios web

2.1.10.2. Coreografía

Cuando se hace uso de la coreografía, lo que se busca es que todos los servicios implementados puedan trabajar de una manera independiente, que es uno de los problemas que existe en la orquestación. Por lo general, cada servicio web no requiere ninguna instrucción para que funcione. Se busca un sistema descentralizado que, en muchas ocasiones, pueda funcionar por eventos por medio de tecnologías como Apache Kafka, Rabbit o SQS (AWS) y los servicios estarán suscritos a esos eventos. En la figura 2 se muestra de color amarillo el manejador de eventos el cuál registra y ante la ocurrencia de un evento actúan uno o varios servicios.

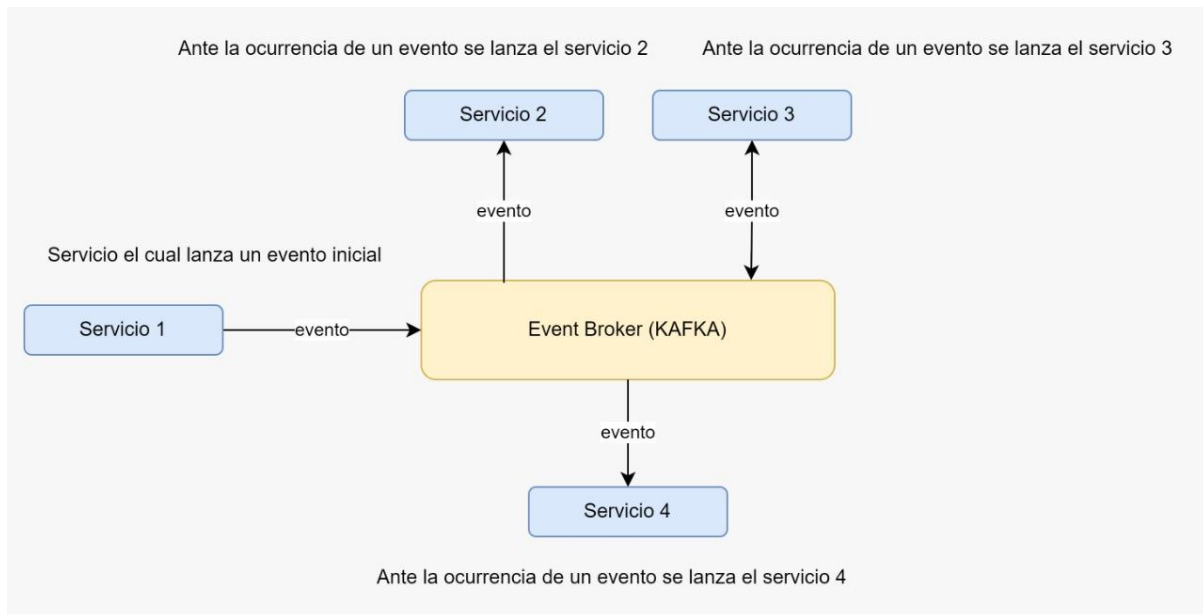


Figura 2. Coreografía de servicios

2.1.11. Ontología

Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización [19]. De esta forma, puede ser vista como un modelo declarativo de un dominio, donde se representan los conceptos y relaciones que existen entre ellos. También, es considerada como un conocimiento base el cual estará disponible para las aplicaciones que necesiten utilizar y compartir el conocimiento del dominio. [6]

2.1.12. Plan de composición

Un plan de composición es un esquema donde un servicio web concreto es asignado a un conjunto de servicios web [20]. Para lograr esta unión se tienen en cuenta las entradas y salidas de cada uno de los servicios web.

2.1.13. Principales actores de la composición (Consumidor, Proveedor y Directorio)

En una arquitectura orientada a servicios (SOA), debe haber un grupo de proveedores de servicios, solicitantes de servicios y administradores de servicios para facilitar los servicios. Los proveedores de servicios deben proporcionar instalaciones para el registro de servicios, el

descubrimiento dinámico, el manejo de excepciones, tolerancia a fallos, la seguridad distribuida y la interoperabilidad independiente de la plataforma. SOA se puede mostrar desde la perspectiva de los proveedores de servicios, los consumidores y el registro de servicios que proporciona servicios de directorio para los servicios disponibles. Los proveedores de servicios se registran en el Registro de servicios, los consumidores de servicios descubren o encuentran un proveedor para los servicios requeridos en el registro de servicios. Luego, el consumidor del servicio obliga al proveedor del servicio a ejecutar la solicitud del servicio por parte del proveedor de servicios. Con plataformas heterogéneas que ofrecen servicios, la tecnología de servicios web juega un papel importante en una SOA. [21]

2.1.14. Definición atributos calidad ISO25010

Eficiencia de desempeño: Esta característica representa el desempeño relativo a la cantidad de recursos utilizados bajo determinadas condiciones. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes sub características:

- **Comportamiento temporal:** Los tiempos de respuesta, procesamiento y las tasas de rendimiento de un sistema cuando lleva a cabo sus funciones bajo condiciones determinadas en relación con un banco de pruebas (benchmarking) establecido.
- **Utilización de recursos:** Las cantidades y tipos de recursos utilizados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas.
- **Capacidad:** Grado en que los límites máximos de un parámetro de un producto o sistema software cumplen con los requisitos.

Compatibilidad: Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y/o llevar a cabo sus funciones requeridas cuando comparten el mismo entorno hardware o software. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes sub características:

- **Coexistencia:** Capacidad del producto para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes sin detrimento.
- **Interoperabilidad:** Capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

Fiabilidad: Capacidad de un sistema o componente para desempeñar las funciones especificadas, cuando se usa bajo unas condiciones y periodo de tiempo determinados. Esta característica se subdivide a su vez en las siguientes sub características:

- **Madurez:** Capacidad del sistema para satisfacer las necesidades de fiabilidad en condiciones normales.
- **Disponibilidad:** Capacidad del sistema o componente de estar operativo y accesible para su uso cuando se requiere.
- **Tolerancia a fallos:** Capacidad del sistema o componente para operar según lo previsto en presencia de fallos hardware o software.
- **Capacidad de recuperación:** Capacidad del producto software para recuperar los datos directamente afectados y reestablecer el estado deseado del sistema en caso de interrupción o fallo.

2.2. Estado del arte

En esta sección se describen las propuestas encontradas al realizar un mapeo de la literatura que tenía como objetivo identificar trabajos que abordan las diferentes fases y componentes tecnológicos de alto nivel para componer servicios web. La ventana de tiempo fue desde el 2010 hasta el 2021, y respecto a las bases de datos utilizadas en este mapeo fueron Scopus y IEEE.

Para el desarrollo y ejecución de la revisión se consideraron aspectos del protocolo propuesto por Kitchenham [22] La pregunta de investigación que guio el mapeo fue la siguiente: ¿Cuáles son los componentes tecnológicos de alto nivel que se utilizan en cada fase para lograr una composición de servicios web que satisfagan las necesidades dentro de una organización?

2.2.1. Diseño de la revisión sistemática

La revisión consideró aspectos del protocolo propuesto por Kitchenham [22] por medio del cual se desarrolló la planificación y ejecución de la revisión. En la planificación se establecieron los siguientes elementos: pregunta de investigación, criterios de inclusión y exclusión y cadenas de búsqueda. En la ejecución se definieron los siguientes pasos: (i) aplicar las cadenas de búsqueda a diversas bases de datos; (ii) leer el título, resumen y conclusiones,

aplicando los criterios de inclusión y exclusión, lo cual generó un conjunto de publicaciones potenciales; (iii) retirar los estudios duplicados; (iv) realizar una lectura completa a las publicaciones potenciales y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, lo cual generó un conjunto de publicaciones seleccionadas; (v) extraer datos y realizar la síntesis.

Protocolo de búsqueda

Durante la actividad de planeación de la revisión se definió el protocolo, el cual especifica el método que se utilizará en la revisión sistemática a fin de reducir la parcialidad de los investigadores. El protocolo de revisión desarrollado fue realizado por un autor y revisado por los autores restantes para evitar un sesgo en la revisión.

Pregunta de Investigación

Es la pregunta que dirige los estudios primarios en el proceso de búsqueda. La pregunta de investigación formulada es:

- ¿Mediante qué componentes tecnológicos de alto nivel se realiza la composición de servicios?

Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios de investigación incluidos en esta revisión deben cumplir con los criterios establecidos para asegurar que se encontraron todos los estudios relevantes. Todos los criterios de inclusión deben ser satisfechos por un estudio para agregarlo a la revisión. Si un estudio cumple algún criterio de exclusión, no se agrega a la revisión. A continuación, son presentados los criterios de inclusión y exclusión para esta revisión sistemática.

Criterios de inclusión

- Propuestas de investigación sobre modelos, arquitecturas y marcos de trabajo, que abordan componentes tecnológicos de alto nivel que soportan el proceso de composición de servicios. (ii) Estudios publicados en Workshop, conferencias, revistas o reportes técnicos. (iii) Estudios publicados entre el año 2015 y 2022.

Criterios de exclusión

- (i) Estudios que no planteen componentes tecnológicos de alto nivel correlacionados que soportan la composición de servicios. (ii) Artículos publicados en idiomas diferentes al inglés.

Fuentes de búsqueda

Las fuentes electrónicas utilizadas en el proceso de búsqueda fueron las siguientes:

- Scopus

Se seleccionaron de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Permiten utilizar expresiones lógicas o un mecanismo similar.
- Permiten búsquedas de longitud completa, o búsquedas basadas sólo en campos específicos de los estudios.
- Están disponibles en la institución del investigador.
- Cubren el área de investigación de interés para esta revisión: Ciencias de la Computación.

Cadenas de búsqueda

Para crear la cadena de búsqueda, se identificaron los términos principales de la pregunta de investigación definida. Los términos de búsqueda sofisticados fueron formados mediante la incorporación de términos y sinónimos alternativos usando la expresión booleana 'OR' y combinando los términos de búsqueda principales con 'AND'. Los siguientes términos generales de búsqueda se utilizaron para la identificación de estudios primarios:

1. ("composition") AND ("architecture") AND ("web service")
2. ("components" OR "technological") AND "service" AND ("Orchestration" OR "choreography"))
3. ("web service") AND ("framework" OR "tool" OR "application") AND (composition)

Estrategia de Búsqueda

El proceso de selección para incluir los estudios relevantes en la revisión se llevó a cabo siguiendo los pasos mostrados en la figura 1, los cuales son descritos a continuación.

1. Aplicar las cadenas de búsqueda a las bases de datos. Esta búsqueda devuelve un conjunto de publicaciones que satisfacen la cadena de búsqueda en el título, resumen o palabras clave.
2. Leer el título, resumen y conclusiones. Se revisaron los títulos, resúmenes y conclusiones de las publicaciones devueltas mediante la cadena de búsqueda. Posteriormente se aplicaron primero los criterios de inclusión y posteriormente los criterios de exclusión para determinar las publicaciones a incluir y excluir respectivamente. El conjunto de publicaciones que cumplieron los criterios de inclusión se denominó "publicaciones potenciales".
3. Retirar los estudios duplicados. Paralelo al paso 2, las publicaciones devueltas mediante la cadena de búsqueda fueron analizadas por título y autores con el objetivo de encontrar publicaciones duplicadas. Si hay duda si dos o más publicaciones están duplicadas se revisaron los resúmenes.
4. Realizar una lectura completa de las "publicaciones potenciales". Se leyó exhaustivamente todo el contenido de las publicaciones potenciales. Los criterios de exclusión e inclusión se aplicaron nuevamente, de forma que sólo fueron seleccionadas publicaciones que respondan a la pregunta de investigación. El resultado fue un conjunto de publicaciones denominadas "publicaciones seleccionadas"
5. Extraer datos y realizar síntesis. El proceso de extracción y síntesis de datos se llevó a cabo mediante la lectura de todos los artículos que se incluyeron en la revisión.



Figura 3. Estrategia de búsqueda. Fuente propia.

2.2.2. Trabajos relacionados

Durante el proceso de extracción y síntesis de datos se determinaron una serie de dimensiones para clasificar cada propuesta seleccionada, las cuales fueron: tipo de contribución (herramienta, enfoque, propuesta metodológica, modelo o framework), tipo de validación (estudio de caso, encuesta, experimento o experiencias) y objetivo de la propuesta los cuales son: abordar la composición teniendo en cuenta la semántica (semántica), proponer un ciclo de vida para la composición (ciclo de vida), plantear aspectos de calidad de servicios a tener en cuenta para la composición (QoS) o proponer el uso de plantillas de ontología para la composición de servicios (ontologías). Las propuestas que comprenden el actual mapeo de la literatura y sus respectivas dimensiones se encuentran en la tabla 1. A continuación se exponen cada una de las propuestas encontradas clasificadas de acuerdo con su objetivo:

| No | Referencia | Objetivo | Forma de validación | Tipo de contribución |
|----|------------|---|---|--|
| 1 | [23] | Semántica | No la validan | Framework |
| 2 | [24] | Semántica | Presentan un ejemplo donde se aplica la propuesta | Ciclo de vida para la composición e integración de servicios web semánticos |
| 3 | [25] | Fases del ciclo de vida de la composición | Presentan un ejemplo donde se aplica la propuesta | Ciclo de vida para la composición de servicios web |
| 4 | [26] | Fases del ciclo de vida de la composición | Presentan un ejemplo donde se aplica la propuesta | Enfoque auto-organizativo para las Arquitecturas Orientadas a Servicios |
| 5 | [27] | QoS | Presentan un ejemplo donde se aplica la propuesta | Enfoque para la gestión del nivel de servicio para el ciclo de vida de una SOA |
| 6 | [8] | Ontología | No la validan | Modelo |
| 7 | [7] | QoS | No la validan | Modelo |
| 8 | [6] | Semántica | Caso de estudio | Framework |
| 9 | [2] | QoS | No la validan | Modelo |

| | | | | |
|----|------|---|---|-----------|
| 10 | [28] | Ontología | Presentan un algoritmo donde aplican el framework | Framework |
| 11 | [3] | QoS | No la validan | Encuesta |
| 12 | [4] | QoS | No la validan | Encuesta |
| 13 | [5] | Fases del ciclo de vida de la composición | Caso de estudio | Framework |
| 14 | [17] | Fases del ciclo de vida de la composición | No la validan | Encuesta |
| 15 | [29] | Fases del ciclo de vida de la composición | No la validan | Enfoque |

Tabla 1. Trabajos relacionados clasificados de acuerdo con su dimensión.

2.2.3. Descripción de los trabajos realizados

Propuestas que abordan la composición de servicios teniendo en cuenta la Semántica

En [24] proponen un ciclo de vida para la integración y composición de servicios web semánticos a partir de las siguientes fases: Modelamiento de procesos de negocio, especificaciones técnicas, enriquecimiento semántico del flujo de trabajo y tiempo de ejecución. La primera fase tiene como propósito diseñar y modelar la lógica de negocio; la segunda fase se encarga de desarrollar los procesos de negocio como una composición de servicios web. En esta fase las especificaciones técnicas de dichos procesos son legibles por una máquina para su posterior despliegue y ejecución. Sin embargo, estos procesos aún carecen de una descripción semántica para la composición dinámica de servicios web. La tercera fase se encarga de la descripción de los servicios web utilizando ontologías de dominio. El proceso resultante es un proceso definido mediante lenguajes de flujo de trabajo como OWL-S o BPEL4WS. Finalmente, la cuarta fase tiene como propósito ejecutar los servicios web y comprobar que es posible realizar una composición dinámica de servicios web a partir de enriquecimiento semántico de flujo de trabajo.

En [25] proponen un enfoque para la composición de servicios web el cual tiene en consideración un conjunto de fases y módulos. Las fases para realizar la composición de

servicios web son: descubrimiento, selección y composición de servicios web semánticos, por su parte los módulos son: solicitante de servicio, motor de composición, filtro de servicio, emparejador, razonador, ontología de dominio y repositorio de servicios web. Los módulos interactúan de la siguiente manera: La solicitud realizada por el usuario se realiza a través del módulo Solicitante del servicio el cual se comunica con el módulo Emparejador con el objetivo de comparar la petición del usuario con los diferentes servicios anotados semánticamente los cuales se encuentran almacenados en el Repositorio de servicios web. La ontología de dominio se utiliza en el proceso de coincidencia semántica para calcular la medida de similitud entre la solicitud y los servicios existentes, más adelante los resultados que coinciden con la búsqueda se seleccionarán y filtrarán. Finalmente, los servicios seleccionados pasan a través del Motor de composición para generar planes de composición a partir de los servicios candidatos.

Propuestas que abordan la composición de servicios teniendo en cuenta la QoS

En [26] proponen un enfoque constituido por fases para favorecer y medir la confiabilidad dentro del ciclo de vida de las arquitecturas orientadas a servicios. En la fase de modelamiento plantean crear el modelo de negocio de una organización con el fin de especificar los procesos y las métricas de negocio. En esta fase también son identificados en los procesos modelados los intercambios de información entre involucrados, los requisitos de interoperabilidad y el nivel de confiabilidad buscado en cada requisito. En la fase de Ensamblaje se seleccionan y combinan los servicios que satisfacen los requisitos y las métricas de confiabilidad. En la fase de Implementación es creado el entorno donde se alojarán los servicios. Por último, en la fase de Administración gestiona el modelo de negocio y se monitorea el entorno de la aplicación con el fin de determinar si se están cumpliendo con los requisitos.

En [27] es propuesto un modelo que orienta la composición de servicios basada en factores de calidad. El modelo plantea un conjunto de elementos que interactúan entre sí para lograr la composición, los cuales son descritos a continuación: el elemento correspondiente al Proveedor de terceros provee una serie de servicios los cuales se almacenan en un Registro público para que el Compositor de servicios pueda localizarlos. De esta manera, cuando se realiza una solicitud de servicio, el elemento Solicitante de servicio tratará de buscar el servicio más adecuado en el Registro público con el propósito de dar respuesta a la solicitud. En caso de que el servicio no se encuentre, es enviada una solicitud al Compositor de servicios el cual inicia el ciclo de búsqueda de servicios con el elemento Proveedor de terceros. Una vez encontrado

el servicio indicado, el Solicitante de servicio enviará una petición al Analizador de QoS con el fin de analizar si los parámetros no funcionales son óptimos para satisfacer la necesidad del usuario.

En [8] proponen un modelo que inicia con la solicitud de un cliente y finaliza con la entrega del servicio solicitado de manera rápida y confiable. Para ello, se considera la importancia que tienen los conceptos coreografía y orquestación, siendo ésta última la mejor forma para realizar una composición mediante el uso de sus estructuras (Secuencial, paralela, condicional, cíclica e híbrida). Así, el modelo propuesto por los autores se compone de los siguientes componentes: Servicios web de candidatos atómicos, Registro UDDI de servicios, Petición GUI, Emparejador funcional, Filtro de servicios web, Reducción de la complejidad del tiempo, Fiabilidad del nivel del componente, Selección de servicios web óptimos, Soporte QoS, Composición de servicios web dinámica, Orquestación híbrida, Manejador de fallas, Fiabilidad del nivel de composición, Pruebas, Aplicación del amplio conjunto de datos.

En [7] proponen una revisión de la literatura sobre las investigaciones que abordan la temática sobre cómo se realiza la composición de servicios. Los autores concluyen que para realizar la composición deben existir principalmente las siguientes fases: Especificación, Planeación, Validación, Descubrimiento, Ejecución y Monitoreo. En la fase de especificación el usuario especifica un estado inicial y un objetivo el cual incluye restricciones de calidad de servicio, en la fase de planeación las técnicas son usadas para generar un flujo de trabajo en el cual se pueda obtener una serie de servicios conectados, en la fase de validación se revisa la exactitud de la composición, en la fase de descubrimiento se encuentran los componentes de servicios actuales, finalmente se ejecuta el servicio compuesto y se monitorean posibles fallas. Por otra parte, resaltan la importancia de los enfoques de composición utilizados en la academia ya que abordan principalmente la composición dinámica mediante el uso de ontologías para alinear servicios desde la perspectiva semántica.

En [6] describen los tipos de composición que pueden realizarse los cuales son: Interactivo, Automatizado y basado en tareas, y además describen las fases del ciclo de vida de la composición las cuales son: Inicialización, Definición del escenario, Composición y Ejecución. La fase de inicialización implica la creación de la especificación de los servicios web y hacer que queden disponibles en un repositorio. En la fase de definición del escenario, son descritas

las intenciones de los usuarios. En la fase de composición, se tiene en cuenta la participación de un mecanismo de composición (o un algoritmo) el cual toma la descripción del servicio como entradas y produce un servicio las cuales emparejan con la funcionalidad especificada en la descripción. Respecto a la fase de ejecución, en ella se tendrán en cuenta factores como la monitorización del recurso y su adaptación. Finalmente presenta un conjunto de herramientas software desarrolladas en proyectos de investigación y las correlaciona con las diferentes fases y tipos de composición.

Propuestas que abordan la composición de servicios teniendo en cuenta Ontologías

En [2] plantean la composición entre servicios web utilizando ontologías. El modelo está constituido por los siguientes componentes: La interfaz ontológica propone cómo se deben describir las entradas y salidas de un servicios web mediante una ontología, el Repositorio en cadena se encarga de determinar si la salida de un servicio web puede servir como entrada de otro servicios web, el Repositorio de alineaciones es el encargado de almacenar las parejas o caminos entre servicios cuyas salidas sirven de entradas a otros y el Emparejador es el encargado de verificar a través de cuatro escenarios si la salida de un servicios web es compatible con la entrada de otro servicio web. Todo este proceso de verificación tiene dos elementos más, un verificador de compatibilidad y un conversor. De esta forma, este modelo permite relacionar dos servicios web a través de un proceso de identificación, organización y alineación.

En [28] describen un framework el cual debe estar instalado en cada uno de los computadores que cuentan con SWs. Así, cada computador implementa un conjunto de SWs descritos semánticamente en OWL-S. También se debe tener en cuenta que cada computador actúa como cliente y servidor, así, cada uno de ellos se convierte en un directorio de sí mismo. En la primera fase del framework los autores describen una estrategia para descubrir y componer SWs. Esta fase ofrece un algoritmo distribuido para el descubrimiento y composición de los SWs. La idea principal es presentar un algoritmo base que busque SWs distribuidos sobre todas las computadoras para componer nuevos servicios personalizados. Cada máquina corre el algoritmo. El framework plantea tres módulos: La interfaz, la cual le permite al usuario ingresar entradas, salidas, precondiciones y resultados. Módulo de descripción semántica de SWs: Se utilizan programas como wsdl2owl-s para crear ontologías de los SWs. Módulo de descubrimiento automático de SWs: Aquí utiliza dos técnicas de alineamientos: Técnica de

terminología y la técnica extrínseca. Al final de este módulo, se obtienen una lista de candidatos y no candidatos para la composición de SWs.

Propuestas que abordan la composición de servicios teniendo en cuenta su ciclo de vida

En [3] se propone un modelo que orienta composición de servicios el cual está constituido por los siguientes componentes: el Registro de Servicios tiene como propósito almacenar la descripción de los servicios tales como parámetros de entrada, salida, estado y medidores de desempeño; el Traductor de la Petición tiene como propósito traducir los datos de la petición a un lenguaje interno más formal y más preciso; el Modelado de Flujo de Datos de Control tiene como propósito aceptar los datos que vienen desde el traductor para posteriormente buscar un conjunto de servicios web que satisfagan las necesidades del usuario; el Evaluador del Desempeño tiene como propósito escoger cuáles servicios web tiene mejor desempeño de acuerdo a atributos de calidad no funcionales y finalmente el componente Ejecutor del Servicio tiene como propósito combinar los servicios y devolverle el resultado al usuario.

En [4] plantean la existencia de SOA auto-organizativas, las cuales presentan un conjunto de propiedades que permiten definir de manera automática su comportamiento. Las propiedades planteadas son: Auto-configuración, se refiere a la capacidad que tienen los servicios para configurarse automáticamente con el fin de adaptarse a diferentes entornos de implementación; Auto-ajuste, se refiere a la capacidad de ajustar automáticamente el rendimiento de los servicios con el fin de optimizar la utilización de los recursos; Auto-reparación, se refiere a la capacidad de detectar y diagnosticar fallos con el fin de mantener estable el funcionamiento del sistema; Auto-protección, se refiere a la capacidad de detectar ataques o intentos de intrusión para poder bloquearlos.

En [5] se plantean cinco fases primordiales para la composición de servicios. En la fase de Definición de servicio son proporcionados los requisitos y preferencias del usuario, posteriormente cada requisito se descompone en un modelo de proceso abstracto que especifica un conjunto de actividades, el control y el flujo de datos entre ellas. En la fase de Selección de servicio, es realizada una búsqueda dentro de un registro de servicios con el objetivo de encontrar aquellos que satisfacen los requisitos. En esta fase, es probable que más de un servicio candidato cumpla con los requisitos; por esto, es necesario seleccionar el servicio que mejor se adapte. Finalmente es realizada la composición de servicios donde son combinados

todos los servicios web que cumplen con los requisitos. Opcionalmente se pueden realizar actividades de monitorización, seguimiento, medidas de desempeño y manejo de excepciones.

En [17] se describen los tipos de composición que pueden realizarse los cuales son: interactivo, automatizado y basado en tareas, y además proponen un conjunto de fases que constituyen la composición, las cuales son: Inicialización, Definición del escenario, Composición y Ejecución. La fase de inicialización implica la identificación de los servicios web, su descripción y el registro en un repositorio con el fin de usarlos en futuras composiciones. En la fase de definición del escenario, son descritas las necesidades de los usuarios. En la fase de composición, utilizando un mecanismo o algoritmo, son analizadas las descripciones de los servicios almacenados en el repositorio con el objetivo de satisfacer las necesidades de los usuarios. En esta fase son obtenidos un conjunto de servicios web los cuales combinados satisfacen las necesidades del usuario. Respecto a la fase de ejecución, se tendrán en cuenta factores como la monitorización del recurso y su adaptación. Finalmente, es presentado un conjunto de herramientas software que apoyan las diferentes fases planteadas y los tipos de composición.

En [29] propone un enfoque basado en reglas para la composición de servicios web que combina las mejores prácticas de los sistemas de base de reglas y la ingeniería de software para respaldar la parametrización, el enlace dinámico y las composiciones de servicios flexibles. Para lograr este objetivo se debe desarrollar un mecanismo basado en reglas para gestionar todo el ciclo de vida de la composición en términos de una definición abstracta, planificación, construcción y ejecución. La fase de definición permite definir los servicios compuestos abstractamente, por ejemplo, usando WSDL. La fase de planeación es responsable por determinar cómo y cuándo los servicios se ejecutarán y se prepararán para su ejecución. Su objetivo principal es ofrecer definiciones concretas. En la fase de construcción, el resultado de esta fase es la composición de un servicio concreto y sin ambigüedades, el cual debe estar listo para su ejecución. Finalmente, la fase de ejecución implementa los servicios compuestos enlazados tenidos en cuenta en la fase de planeación.

2.2.4. Conclusión

A partir del mapeo de la literatura no se logró identificar una propuesta de investigación que estableciera de manera clara⁸ y que contenga: (I) la definición de un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que permitieran la composición de servicios al interior de la organización, (II) una correlación entre los componentes tecnológicos de alto nivel y las fases donde pudieran ser utilizados y (III) lineamientos que establecieran cómo pueden ser potenciados un conjunto de atributos de calidad por cada uno de los componentes planteados.

Algunos trabajos como [8] [2] y [7] plantean una serie de componentes los cuales relacionan entre sí para poder realizar el proceso de composición, dichos componentes son explicados de manera general y se convierten en abstracciones del proceso de composición. Otra serie de trabajos como [3] y [4] especifican un conjunto de fases las cuales se consideran necesarias para realizar el proceso de composición, entre todas las fases las más comunes son definición, composición, ejecución y monitoreo. Y solamente [6] presentó un algoritmo para evidenciar la propuesta del framework propuesto, lo cual se sale de nuestro objetivo de generar una composición manual de servicios web. Por otra parte, los modelos y marcos de trabajo propuestos carecen de una especificación clara, completa y sistemática que pueda orientar a una organización o empresa en el proceso de gestionar sus servicios apropiadamente de tal manera que puedan reutilizar la lógica de negocio existente logrando así una reducción de costos.

La validación de las propuestas es otro aspecto crucial de su análisis. Las investigaciones [2] [3] [4] [7] [8] [23] [17] y [29] no son validadas, lo cual evidencia poca confianza en la utilidad de las propuestas. Las únicas que realizan estudios de caso son [5] y [6] pero no muestran suficiente información relacionada a la planificación, ejecución y/o resultados, lo cual no permite observar si las propuestas generan un impacto positivo en el producto final. Respecto a las propuestas restantes [24] [25] [26] y [27] presentan ejemplos para ilustrar la propuesta, no obstante, son ejemplos que solo aplican a un objetivo muy puntual y no permite visualizar su aplicación de manera general.

⁸ Clara: evidente, que no deja lugar a duda o incertidumbre. Definición obtenida de la RAE.

2.2.5. Aportes

Considerando lo planteado anteriormente, el valor generado con la presente investigación consiste en un modelo propuesto que orienta la composición manual de servicios web, el cual ha sido pensando desde dos perspectivas, la de negocios y la tecnológica. Desde la perspectiva de negocios se han definido un conjunto de procesos que orientan a una organización sobre cómo realizar la composición manual de servicios web. Desde la perspectiva técnica se han definido un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que establecen varias funcionalidades software que permiten soportar las actividades asociadas a la composición de servicios. El aspecto tecnológico de los componentes de alto nivel se ve reflejado a través de las diferentes funcionalidades que cada componente puede ofrecer a través de una interfaz.

Los componentes tecnológicos de alto nivel soportan al interior de una organización las fases de definición, combinación, ejecución y monitoreo de servicios, y además favorecen el cumplimiento de los siguientes atributos de calidad eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad. El favorecimiento de los atributos de calidad es realizado desde alguna de sus sub características.

Para cada proceso de negocio se identificó un nombre, propósito, roles, actividades y un modelado en BPMN. Para cada componente se identificó su nombre, propósito, funcionalidades que plantea las cuales se convertirán en tecnologías a ofrecer, cómo las funcionalidades favorecen los atributos de calidad (eficiencia de desempeño, compatibilidad y fiabilidad), actividad del proceso que apoya el componente y en qué fase de la composición podrá ser utilizado. También el modelo plantea un diagrama en el cual se muestran los intercambios de información que puede presentarse entre componentes.

Por otra parte, además del modelo propuesto, otro aporte es la caracterización de los componentes tecnológicos de alto nivel para la composición de servicios que plantea la literatura. La caracterización involucró determinar el propósito del componente, determinar a cuáles fases de la composición están enfocados, y cuales atributos de calidad intentan favorecer. A partir de esta caracterización fue construido el modelo propuesto en el actual proyecto de investigación.

Capítulo 3 –Caracterización de los componentes tecnológicos de alto nivel involucrados en la composición de servicios web

En este capítulo se muestra la caracterización de un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que soportan el proceso de composición de servicios web. Los componentes tecnológicos de alto nivel fueron establecidos a partir de modelos, marcos de trabajo y arquitecturas de composición de servicios. Asociado a esto, en el contexto de este proyecto de investigación se entiende por componente tecnológico de alto nivel como una agrupación de funcionalidades relacionadas, las cuales tienen un propósito establecido, están encapsuladas detrás de una interfaz bien definida y soportan la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas con la composición de servicios web.

En las siguientes secciones se muestra la estrategia de investigación usada para la identificación de los componentes, se presenta su descripción, las referencias bibliográficas a partir de las cuales fueron obtenidos, las tecnologías involucradas en cada uno y su relación con las características de calidad. Finalmente, se presenta un conjunto de conclusiones obtenidas a partir de la caracterización.

3.1. Estrategia para encontrar los componentes tecnológicos de alto nivel

La estrategia para identificar y describir los componentes tecnológicos de alto nivel se constituyó de las siguientes actividades

Definición del protocolo de búsqueda: inicialmente fue definido un protocolo de búsqueda con el objetivo de establecer los proyectos de investigación a partir de los cuales identificar los componentes tecnológicos. A continuación, se definen los ítems que constituyen el protocolo:

- Pregunta de investigación. ¿Mediante qué componentes tecnológicos de alto nivel se realiza la composición de servicios?
- Criterios de inclusión. (i) Propuestas de investigación sobre modelos, arquitecturas y marcos de trabajo, que abordan componentes tecnológicos de alto nivel que soportan el proceso de composición de servicios. (ii) Estudios publicados en Workshop, conferencias, revistas o reportes técnicos. (iii) Estudios publicados entre el año 2015 y 2022.

- Criterios de exclusión. (i) Estudios que no planteen componentes tecnológicos de alto nivel correlacionados que soportan la composición de servicios. (ii) Artículos publicados en idiomas diferentes al inglés.
- Fuentes de búsqueda. (i) Scopus.
- Cadenas de búsqueda. Las cadenas de búsqueda fueron formadas mediante la incorporación de términos y sinónimos alternativos usando la expresión booleana 'OR' y combinando los términos de búsqueda principales con 'AND'. Para identificar artículos que abordan componentes tecnológicos de alto nivel que soportan la composición de servicios se utilizaron las siguientes cadenas de búsqueda:
 ("composition") AND ("architecture") AND ("web service")
 ("components" OR "technological") AND "service" AND ("Orchestration" OR "choreography"))
 ("web service") AND ("framework" OR "tool" OR "application") AND (composition)

Identificación de propuestas que cumplen los criterios de inclusión: para identificar las propuestas que cumplen los criterios de inclusión se siguieron los siguientes pasos.

1. Fueron aplicadas las cadenas de búsqueda a las bases de datos.
2. Se revisaron los títulos, resúmenes y conclusiones de las publicaciones devueltas mediante la cadena de búsqueda. Posteriormente, se aplicaron primero los criterios de inclusión y posteriormente los criterios de exclusión para determinar las publicaciones a incluir y excluir respectivamente. El conjunto de publicaciones que cumplieron los criterios de inclusión se denominó "publicaciones potenciales".
3. Paralelo al paso 2, las publicaciones devueltas mediante la cadena de búsqueda fueron analizadas por título y autores con el objetivo de encontrar publicaciones duplicadas. Si hay duda si dos o más publicaciones están duplicadas se revisaron los resúmenes.
4. Se leyó exhaustivamente todo el contenido de las publicaciones potenciales. Los criterios de exclusión e inclusión se aplicaron nuevamente, de forma que sólo fueron seleccionadas publicaciones que respondan a la pregunta de investigación. El resultado fue un conjunto de publicaciones denominadas "publicaciones seleccionadas".

Identificación de los componentes tecnológicos de alto nivel: Se realizó una lectura completa de todas las publicaciones seleccionadas asociadas a marcos de trabajo, modelos y arquitecturas que describían componentes tecnológicos de alto nivel que soportan el proceso de composición

de servicios. De cada publicación se identificaron los componentes tecnológicos de alto nivel y si era posible se obtuvo la definición de cada componente. Como resultado de la actividad fueron obtenidos 83 componentes tecnológicos de alto nivel.

Unión de cada uno de los componentes tecnológicos de alto nivel obtenidos: en esta actividad se unieron los componentes tecnológicos de alto nivel anteriormente obtenidos. En este proceso fueron considerados los siguientes escenarios:

1. Los componentes tecnológicos de alto nivel presentaban el mismo nombre, pero distinta definición. En este caso se separaban como componentes independientes. Uno de los componentes mantenía el nombre original y al otro se le asignaba un nombre significativo.
2. Los componentes tecnológicos de alto nivel presentaban distintos nombres, pero misma definición o una definición semánticamente igual. Se aplicaron los siguientes criterios:
 - (a) En caso de que la definición fuera igual se dejaba como tal.
 - (b) Si las definiciones eran complementarias, es decir significaban lo mismo, pero daban detalles que se complementaban entre sí, se planteó una definición propia que contemplaba los elementos de las definiciones complementarias.
3. Los componentes tecnológicos de alto nivel presentaban el mismo nombre y la misma descripción. En este caso como había unanimidad en su nombre y descripción se dejaba el componente con el nombre y la descripción.
4. Los componentes tecnológicos de alto nivel presentaban distintos nombres y distinta definición. En este caso se separaron los componentes.

Como resultado de esta actividad obtuvimos 42 componentes tecnológicos de alto nivel sin repetir. De los cuales para el caso 1 se obtuvieron 2 componentes de alto nivel, para el caso 2 se obtuvieron 12, para el caso 3 se obtuvieron 0, y para el caso 4 se obtuvieron 28.

Identificar los elementos que constituyen cada componente: Para cada uno de los componentes tecnológicos de alto nivel se refinó su nombre con el propósito de que fuera más significativo, se clasificó en una fase de la composición considerando la descripción del componente y la definición de la fase, se identificaron los atributos de calidad que el artículo planteaba que se potenciaban y finalmente se identificaron las terminologías utilizadas al interior de cada componente según el artículo de donde fue sacado.

3.2. Componentes tecnológicos de alto nivel identificados

En la tabla 2 se muestran los componentes tecnológicos, las referencias bibliográficas de las cuales se obtuvieron los componentes, la fase de la composición a la cual pertenecen, los atributos de calidad que potencian y las tecnologías que utilizan. La fase, atributos y tecnologías fueron identificadas a partir de lo planteado explícitamente por las referencias bibliográficas.

| No. | Nombre del componente | Id | Referencias bibliográficas de las cuales se obtuvieron los componentes | Fase de la composición a la que pertenece | Atributos de calidad que potencia | Tecnologías que utiliza |
|-----|---|--|--|---|--|---|
| 1 | Seleccionador del servicio | A1C2- A10C4- A11C3- - A15C2- A6C6- A2C4 - A4C5 - A7C1- A15C3 | [29] [30][31] [28] [32] [6], [7], [31] | Composición- Definición | Eficiencia de desempeño y mantenibilidad | Fórmulas para la satisfacción de reglas de entrada, Algoritmo distribuido para la construcción y descubrimiento de SWs |
| 2 | Registro de planes de composición de servicios | A1C3 | [29] | Composición | | |
| 3 | Registro de composición de servicios | A2C3 | [33] | Composición | | |
| 4 | Servidor UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration) | A3C2 | [20] | Composición | | |
| 5 | Registro público | A4C6 | [7] | Composición | Rendimiento, confiabilidad, | |

| | | | | | | |
|----|--|-------|------|-------------|---|---|
| | | | | | disponibilidad y seguridad. | |
| 6 | Base de datos que almacena el cálculo de métricas de calidad. | A4C8 | [7] | Monitoreo | Rendimiento, confiabilidad, disponibilidad y seguridad. | |
| 7 | Extractor de especificaciones del servicio | A5C1 | [23] | Definición | | WSDL |
| 8 | Constructor de grafos de dependencia | A5C2 | [23] | Definición | | Grafos |
| 9 | Comparador entre los requisitos de composición y los servicios disponibles | A6C5 | [28] | Definición | | |
| 10 | Medidor de similitudes entre las entradas y salidas de los servicios. | A7C4 | [6] | Composición | Eficiencia de desempeño y Mantenibilidad | |
| 11 | Visualizador de los servicios web a componer. | A8C1 | [17] | Composición | | Interfaz gráfica, metáfora del rompecabezas |
| 12 | Evaluador de desempeño y fiabilidad de un sistema basado en servicios | A9C1 | [30] | Definición | Eficiencia de desempeño y fiabilidad | |
| 13 | Evaluador de servidores de aplicación. | A9C2 | [30] | Definición | Eficiencia de desempeño | |
| 14 | Emparejador de servicios | A12C2 | [31] | Composición | | |
| 15 | Motor BPEL | A13C3 | [34] | Composición | | |
| 16 | Mediador de servicios | A13C4 | [34] | Ejecución | | |
| 17 | Identificador de requisitos del usuario | A14C3 | [35] | Definición | | |
| 18 | Agente para identificar el esquema de composición adecuado | A3C1 | [20] | Definición | Costo de ejecución, tiempo de | |

| | | | | | | |
|----|-----------------------------------|--|--|-------------|--|--|
| | | | | | ejecución, disponibilidad, tasa de ejecución exitosa, reputación y frecuencia. | |
| 19 | Compositor de servicios | A1C5 - A2C1 - A4C3- A7C2- A10C5- A11C4- A11C7- A6C4 | [29],[33], [6], [7], [18], [36],[28] | Composición | Eficiencia de desempeño y Mantenibilidad | Algoritmo para la selección de servicios, Algoritmo para el modelamiento abstracto del plan, Fórmulas matemáticas para realizar el enlace automático, Algoritmo para la composición usando un agente de composición |
| 20 | Registro privado de servicios | A1C4 - A3C4- A7C5- A11C1- A13C1- A4C2 | [6], [20], [29], [34], [36], [33] | Definición | Eficiencia de desempeño y Mantenibilidad | |
| 21 | Ejecutor de planes de composición | A1C6 - A3C3 - A5C6 - A6C7- | [20], [29], [18], [23], [28], [36] | Ejecución | Bajo costo, Tiempo de respuesta y disponibilidad | Algoritmos de metaheurísticas para evaluar la calidad del |

| | | | | | | |
|----|---|--|---|-------------|--|--|
| | | A10C8- A11C5 | | | | servicio compuesto |
| 22 | Proveedor externo de servicios | A4C1 - A2C2 | [7], [33] | Composición | | |
| 23 | Receptor de la solicitud de un cliente. | A1C1 - A5C3 - A6C1- A10C1- A12C1- A14C1- A15C1 | [18], [23], [28], [29], [31], [32], [35], | Definición | | |
| 24 | Descubridor de servicios web | A5C4 - A6C3- A7C3- A11C2- A15C5 | [7] [6][20][31] [35] | Composición | Eficiencia de desempeño y mantenibilidad. | Algoritmo para calcular la medida de similitud entre los datos de entrada y los servicios |
| 25 | Agente de ontología | A9C3- A10C2- A15C4 | [30], [6] | Definición | Eficiencia de desempeño | |
| 26 | Razonador de ontologías | A9C4- A10C3- A6C2 | [30], [6] | Composición | | Algoritmo para medir la satisfacción del usuario, WSDL2OWL-S |
| 27 | Procesador de calidad de servicio | A4C4 - A10C6 | [33], [30] | Monitoreo | Bajo costo, tiempo de respuesta, disponibilidad, fiabilidad y parámetros de | |

| | | | | | | |
|----|--|-------------|------------|-------------|---|--|
| | | | | | calidad del servicio | |
| 28 | Analizador de calidad de servicio | A4C7-A10C7 | [33], [30] | Monitoreo | Rendimiento, confiabilidad, disponibilidad y seguridad. Bajo costo y tiempo de respuesta. | Algoritmo para la construcción de tipos de ontología |
| 29 | Clasificadores de dominio | A12C3-A14C2 | [31], [35] | Composición | | |
| 30 | Compositor semántico de servicios | A12C4 | [34] | Composición | | |
| 31 | Vinculador de composición de servicios | A13C2 | [34] | Composición | | BPEL |

Tabla 2. Componentes tecnológicos de alto nivel y las referencias discriminadas

3.3. Descripción de los elementos identificados

A partir de la búsqueda en la literatura se encontraron los siguientes elementos con su definición.

- 1. Receptor de la solicitud de un cliente:** El propósito de este componente es recibir un conjunto de parámetros los cuales describen el servicio solicitado por el usuario. Estos parámetros pueden variar entre entradas, salidas, precondiciones, efectos, resultados, texto descriptivo, referencias a ontologías, entre otros. Finalmente se retorna la solicitud formalizada a otros componentes para utilizar en el proceso de composición.
- 2. Identificador de requisitos del usuario:** El propósito de este componente es evaluar la precisión de la solicitud formalizada, con el fin determinar si es necesario iniciar una conversación lógica la cual permita obtener mayor claridad sobre la solicitud del usuario. Mediante esta estrategia conversacional se garantiza la exactitud del propósito que deben cumplir los servicios web para luego ser consultados.
- 3. Agente de ontología:** El propósito de este componente es facilitar el análisis semántico de las entradas y salidas de los servicios web. Su principal tarea consiste en simplificar la presentación de los servicios web de tal forma que sus entradas y salidas se encuentren descritas lo más claro posible para tener un mejor análisis a la hora de identificar los posibles candidatos.
- 4. Comparador entre los requisitos de composición y los servicios disponibles:** El propósito de este componente es comparar la especificación del servicio solicitado con la especificación de los servicios disponibles dentro del repositorio. Para realizar este cálculo de similitud, utiliza las palabras con las cuales están descritas las especificaciones (Entradas, salidas, parámetros de calidad y restricciones).
- 5. Registro privado de servicios:** El propósito de este componente es almacenar todos los servicios que son provistos por un *Proveedor externo de servicios*. Además, cada servicio guarda información relevante de sí mismo como sus entradas, salidas, criterios de calidad, dirección donde están localizados, entre otros.
- 6. Seleccionador de servicios:** El propósito de este componente es recibir la solicitud formalizada del servicio y posteriormente busca un conjunto de servicios independientes y relevantes dentro de un *Registro privado*, los cuales ayudan a construir el servicio compuesto. Dado el caso que no encuentre un servicio que satisfaga las necesidades del usuario, se verifica dentro de *proveedores externos de servicios* si

existe un servicio que cumpla con la solicitud del usuario. Finalmente, este componente almacena ese conjunto de servicios en un registro de composición de servicios web. Se selecciona el servicio en función de las diferentes tareas que realiza el servicio y cómo esos servicios seleccionados pueden llegar a unirse entre sí para generar un plan de composición.

- 7. Agente para identificar el esquema de composición adecuado:** El propósito de este componente es ayudar al cliente a encontrar un plan de composición adecuado. El cliente puede explorar uno a uno los planes de composición o utilizar una búsqueda basada en palabras clave para ubicarlo en el Repositorio de planes de composición.
- 8. Extractor de especificaciones del servicio:** El propósito de este componente es analizar la información que describe a cada servicio, con el propósito de generar los grafos de dependencia. Además, esta información se almacena en un registro de especificación de servicios, el cual contiene la información acerca de la disponibilidad de los servicios web.
- 9. Constructor de grafos de dependencia:** Este componente consta de tres subcomponentes los cuáles tienen los siguientes propósitos:
 - 9.1. Generador de grafos de dependencia:** El propósito de este componente es modelar la composición usando un grafo dirigido ponderado. Los servicios son representados como nodos y la composición como aristas.
 - 9.2. Analizador de grafos de dependencia:** El propósito de este componente es buscar todas las dependencias cíclicas dentro de toda la estructura del grafo, si es que las hay.
 - 9.3. Calculador del camino más corto:** El propósito de este componente es descubrir, dentro del espacio de soluciones, la solución con el camino más corto para ayudar a reducir la complejidad y el tiempo necesario para generar y ejecutar la composición.
- 10. Evaluador de desempeño y fiabilidad de un sistema basado en servicios:** El propósito de este componente es evaluar el desempeño y la fiabilidad de un sistema basado en servicios de forma cuantitativa y cualitativa. La evaluación debe considerar las 3 categorías de la gestión de la información, las cuales son: Monitoreo de desempeño, análisis del riesgo y la madurez del análisis.
- 11. Evaluador de servidores de aplicación:** El propósito de este componente es evaluar los servidores de aplicación donde son desplegados los servicios independientes o compuestos. La evaluación tiene en cuenta el desempeño de las tendencias o

fluctuaciones de los servicios independientes o compuestos. Finalmente, la evaluación es almacenada en un repositorio métricas.

- 12. Razonador de Ontologías:** El propósito de este componente es revisar la consistencia de las ontologías para generar a partir de ellas una descripción más expresiva de la solicitud del usuario, con el fin de determinar si un tipo de servicio existente en el repositorio puede satisfacer la solicitud del servicio requerido.
- 13. Medidor de similitudes entre las entradas y salidas de los servicios:** El propósito de este componente es determinar si existe o no similitud entre los conceptos que tienen las entradas y salidas de la petición del usuario con las entradas y salidas de los servicios que se encuentran en el repositorio. Este componente es usado por el Emparejador de servicios.
- 14. Clasificadores de dominio:** El propósito de este componente es determinar el dominio objetivo del usuario. De esta manera, se reduce de manera eficiente el ámbito de búsqueda para los servicios potencialmente relevantes en ese dominio. Los clasificadores de entidad etiquetan las entidades con identificadores desde un conocimiento base. Las entidades son objetos del mundo real tales como ubicaciones, personas, países, etc.
- 15. Descubridor de servicios web:** El propósito de este componente es descubrir servicios web que cumplan con los requerimientos del usuario final; para esto es necesario que reciba la solicitud del requerimiento ya parametrizada para realizar la comparación con las entradas y salidas de los servicios web que se encuentren en el repositorio, y así encontrar los posibles candidatos que mejor se adapten al requerimiento.
- 16. Emparejador de servicios:** El propósito de este componente es calcular las similitudes que existen entre los servicios para realizar un plan de composición. Para ello se utilizan 3 formas de emparejamiento. Emparejamiento por descubrimiento, el cual realiza una comparación entre todos los servicios que se encuentran en el repositorio privado. Emparejamiento de consulta, el cual consiste en tomar el servicio solicitado y compararlo contra cada uno de los servicios que se encuentran en el repositorio privado. Finalmente, el emparejamiento por composición consiste en tomar el servicio solicitado y compararlo contra los servicios compuestos.
- 17. Visualizador de los servicios web a componer:** El propósito de este componente es visualizar y generar la composición de un servicio mediante el uso una interfaz gráfica. La interfaz permite seleccionar cada uno de los servicios a utilizar y organizar la interacción que existe entre ellos a partir de una secuencia lógica. El componente

Memodules, utiliza la metáfora del rompecabezas que identifica a cada servicio como una pieza que puede ser reutilizada para generar un servicio compuesto. Este componente tiene en sí varias funcionalidades, como, por ejemplo: la visualización de los servicios disponibles, un área de trabajo donde se realiza la composición y un panel de control que permite la creación de nuevos servicios.

- 18. Motor BPEL:** El propósito de este componente es ser un entorno de ejecución para archivos BPEL de la capa de composición de servicios. Un archivo BPEL es un archivo basado en XML que describe un plan de composición el cuál no se puede ejecutar por sí mismo.
- 19. Vinculador de composición de servicios:** El propósito de este componente es permitir la vinculación entre el repositorio de servicios web y el compositor de servicios. Además, se encarga de realizar la composición de servicios web. Estos servicios web son escritos utilizando el lenguaje BPEL, el cual permite describir formalmente los procesos de negocio y flujos de trabajo asociados a los servicios.
- 20. Proveedor externo de servicios:** El propósito de este componente es ofrecer un conjunto de servicios que cumplen una función en particular y que pueden ser usados por otros componentes para realizar una composición de servicios web. Estos servicios son diseñados, desarrollados y desplegados por el mismo *Proveedor externo de servicios*.
- 21. Registro público de servicios:** El propósito de este componente es almacenar todos los servicios que el *Compositor de servicios* ha creado, esto con el fin de que el *Seleccionador del servicio* pueda acceder a ellos directamente sin necesidad de iniciar un proceso de composición nuevamente.
- 22. Servidor UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration):** El propósito de este componente es, una vez es seleccionado el plan de composición, ayudar al solicitante del servicio a encontrar un grupo de servicios web candidatos; además, obtiene los documentos WSDL-S de los proveedores de servicios web.
- 23. Compositor de servicios:** El propósito de este componente es realizar combinaciones entre los servicios seleccionados previamente por el *Seleccionador de servicios*, con el fin de encontrar uno o varios planes de composición que satisfagan la solicitud formal del cliente. Finalmente se retornan los diferentes planes de composición.
- 24. Compositor semántico de servicios:** Este componente identifica los planes de composición candidatos, los cuales logran el objetivo a través de un proceso basado en el resultado de la similitud entre el servicio requerido y el servicio compuesto.

- 25. Registro de planes de composición de servicios:** El propósito de este componente es almacenar los posibles planes de composiciones de servicios creadas por el *compositor de servicios web*. Estos planes de composición permiten saber qué servicios están conectados. Por otra parte, permite enviar una posible composición al componente Ejecutor para que este ejecute la composición
- 26. Registro de composición de servicios:** El propósito de este componente es permitir localizar y publicar servicios mediante la ayuda de proveedores externos, para que finalmente el compositor pueda utilizar estos servicios para realizar la composición. Por otra parte, este componente disminuye el acoplamiento que puede resultar entre el compositor y los proveedores externos.
- 27. Mediador de servicios:** El propósito de este componente es permitirle al usuario participar en el desarrollo de la composición de servicios a través de interacciones con interfaces gráficas, como seleccionar los servicios apropiados para componer.
- 28. Ejecutor de planes de composición:** El propósito de este componente es ejecutar los servicios y/o la composición de servicios para retornarle al usuario el resultado de la ejecución. Además, el usuario puede realizar un seguimiento más a detalle del resultado arrojado.
- 29. Procesador de calidad de servicio:** El propósito de este componente es determinar un conjunto de métricas asociadas a la calidad de los servicios. El resultado de las métricas es almacenado en una base de datos con el fin de ofrecer información relevante del desempeño de cada servicio.
- 30. Analizador de calidad de servicio:** El propósito de este componente es evaluar los resultados de las métricas que están previamente calculadas por el *Procesador de calidad de servicio* que se encarga de calcular las métricas de los servicios web.
- 31. Base de datos que almacena el cálculo de métricas de calidad:** El propósito de este componente es almacenar el cálculo de las métricas que son obtenidas por el *Procesador de Calidad de Servicio*. Las métricas se calculan a partir de los atributos de calidad tales como rendimiento, confiabilidad, disponibilidad y seguridad.

3.4. Conclusiones

- Durante la revisión de la etapa de definición, se encontraron componentes encargados de capturar la solicitud de un usuario y posteriormente formalizarla en un conjunto de entradas, salidas, precondiciones, efectos, resultados, texto descriptivo, entre otros elementos. Esta solicitud formalizada es enviada a otros componentes para seguir con el ciclo de composición.
- Durante la revisión de la etapa de combinación, se encontraron componentes enfocados en comparar la solicitud formalizada con los servicios existentes en un repositorio y así encontrar y componer los posibles servicios candidatos que mejor se adapten. Las diferentes formas sobre las cuales se podrían componer los servicios eran plasmadas en planes de composición.
- Durante la revisión de la etapa de ejecución, se encontraron componentes enfocados en realizar la ejecución de los planes de composición obtenidos previamente.
- Durante la revisión de la etapa de monitoreo, se encontraron componentes asociados a repositorios que almacenan métricas de calidad calculadas a partir de la evaluación del diseño y ejecución los planes de composición.
- A partir de la caracterización se identificó que únicamente el 45% de los componentes tecnológicos abordan atributos de calidad, siendo eficiencia de desempeño, disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad los que más se destacan.
- Durante la lectura de los componentes tecnológicos se encontró que la mayoría no describen la tecnología que utilizan para lograr su objetivo. Para aquellos que sí describen la tecnología, se encontró que sobresale el uso de algoritmos para la selección de servicios, para el modelamiento abstracto del plan de composición, para la composición usando un agente de composición, entre otros.
- Se identificó que la mayoría de las propuestas de investigación representaban la interacción de los componentes a través de un gráfico, con el propósito de facilitar su entendimiento. Por otra parte, la mayor cantidad de componentes identificados corresponden a receptor de la solicitud de un cliente, registro privado de servicios, descubridor de servicios, seleccionador de servicios, compositor de servicios y ejecutor de planes de composición.

Capítulo 4 – Modelo que define un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web

En este capítulo se presenta la descripción de las actividades que permitieron la construcción de un modelo⁹ que define un conjunto de procesos de negocio y componentes¹⁰ tecnológicos¹¹ de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web. Entendiendo en el contexto del actual proyecto de investigación, que un componente tecnológico de alto nivel se define como una agrupación de funcionalidades relacionadas, las cuales tienen un propósito establecido, están encapsuladas detrás de una interfaz bien definida y soportan la ejecución de un conjunto de tareas relacionadas con la composición de servicios web. En ítems posteriores, se presentan las actividades que hicieron posible la creación del modelo, los elementos que constituyen el modelo y las diferentes formas en que el modelo puede ser implementado dentro de una organización.

El modelo propuesto ha sido pensando desde dos perspectivas, la de negocios y la tecnológica. Desde la perspectiva de negocios se han definido un conjunto de procesos que orientan a una organización sobre cómo realizar la composición manual de servicios web. Desde la perspectiva técnica se han definido un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que establecen varias funcionalidades software que permiten soportar las actividades asociadas a la composición de servicios. El aspecto tecnológico de los componentes se ve reflejado a través de las diferentes funcionalidades que cada componente puede ofrecer a través de una interfaz.

4.1. Actividades que guiaron la construcción del modelo

Las siguientes actividades permitieron la creación del modelo que define un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web. Cada actividad generó un resultado el cual contribuyó en la formación del modelo y algunas actividades fueron de utilidad para representar gráfica y textualmente el modelo.

1. Análisis de los componentes tecnológicos de alto nivel.

⁹ Modelo: Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo. Obtenido de la RAE.

¹⁰Componentes: que compone o entra en la composición de un todo. Obtenido de la RAE

¹¹ Tecnología: tratado de los términos técnicos. Obtenido de la RAE

2. Creación del modelo de componentes tecnológicos de alto nivel.
3. Definición de los procesos de negocio que orientan la composición de servicios web al interior de una organización.
4. Análisis de características de calidad.
5. Definición de los componentes tecnológicos en términos de componentes software.
6. Diagrama de componentes en términos de un componente software.
7. Creación de ejemplos donde se puede ver reflejada la implementación de los componentes tecnológicos.

Análisis de los componentes tecnológicos de alto nivel¹²: En esta actividad, fueron analizados todos los componentes caracterizados en el capítulo anterior considerando las siguientes perspectivas: entradas, salidas, propósito, componentes que lo utilizan, agrupación de componentes. En el Anexo_001 se encuentra el documento con el análisis. Responder estas preguntas permitió obtener una visión más clara sobre cada uno de los componentes tecnológicos encontrados, se identificaron los componentes principales y su relación con los demás.

Creación del modelo de componentes: En esta actividad, se utilizó el análisis de la actividad previa para construir un diagrama que relacionó las entradas y salidas de cada componente, las interdependencias existentes entre componentes, y la relación de los componentes con las actividades de las fases asociadas al ciclo de vida de la composición de servicios web. En el Anexo_002 se encuentra el diagrama. A partir del diagrama se estableció la necesidad de aclarar y definir las actividades que orientan la composición manual de servicios al interior de una organización y posteriormente correlacionar las actividades con los componentes tecnológicos definidos. En otras palabras, se planteó pensar primero a nivel de negocio y posteriormente a nivel tecnológico. Finalmente, este diagrama también permitió definir un flujo de trabajo entre los componentes tecnológicos.

Definición de los procesos de negocio que orientan la composición de servicios web: En esta actividad, a partir de los componentes identificados en el capítulo anterior y las etapas

¹² Un recurso tecnológico, por lo tanto, es un medio que se vale de la tecnología para cumplir con su propósito. Los recursos tecnológicos pueden ser tangibles (como una computadora, una impresora u otra máquina) o intangibles (un sistema, una aplicación virtual). [Definición de recursos tecnológicos - Qué es, Significado y Concepto \(definicion.de\)](#)

asociadas a la composición de servicios, fueron planteadas un conjunto de actividades que orientan a las organizaciones sobre cómo realizar la composición manual de servicios web. Posteriormente, las actividades fueron agrupadas en diferentes procesos de negocio, fueron modeladas mediante la notación BPMN y finalmente fueron descritas. Este proceso de negocio permitió aclarar el flujo de trabajo que se construyó en la actividad Creación del modelo de componentes.

Análisis de características de calidad: En esta actividad, fue realizado un análisis semántico asociado a las definiciones de las sub características de calidad que constituyen las características de fiabilidad, compatibilidad y eficiencia de desempeño. Posteriormente, con el propósito de fortalecer las características de calidad, a partir del análisis, fueron identificados los componentes tecnológicos que pueden contribuir con la característica de calidad.

Esto se debe ver al final como una tabla que relacione las características de calidad y el componente que potencia el atributo.

Definición de los componentes tecnológicos en términos de componentes software: En esta actividad fueron identificados un conjunto de componentes tecnológicos que soportaron las actividades de los procesos de negocio definidos previamente. Por cada componente tecnológico de alto nivel se estableció un nombre, propósito, funcionalidades, fase a la cual pertenece y finalmente, actividad del proceso de negocio a la cual pertenece. La definición de cada componente fue planteada considerando algunas o todas las sub características de calidad que constituyen las características de fiabilidad, compatibilidad y eficiencia de desempeño.

Diagrama de componentes tecnológicos de alto nivel en términos de un componente software: En esta actividad, se creó un diagrama que permitió establecer las relaciones de interoperabilidad existentes entre los componentes tecnológicos.

Creación de ejemplos donde se puede ver reflejada una instancia de los componentes tecnológicos de alto nivel: En esta actividad, se diseñaron un conjunto de ejemplos los cuales representan sistemas software diseñados de tal manera que siguen los componentes seguidos en el modelo.

4.2. Elementos que constituyen el modelo

Los elementos que constituyen el modelo se muestran en la figura 4. El primer elemento es un conjunto de procesos de negocio modelados en BPMN y descritos los cuales permiten orientar

desde una perspectiva de negocio la composición manual de servicios web en las organizaciones. El segundo elemento es un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan desde una perspectiva técnica posibles requisitos funcionales y separación de responsabilidades a considerar durante la creación de un sistema software que soporte cada una de las actividades de negocio involucradas en las etapas inmersas en la composición de servicios.

Modelo para la composición de servicios web

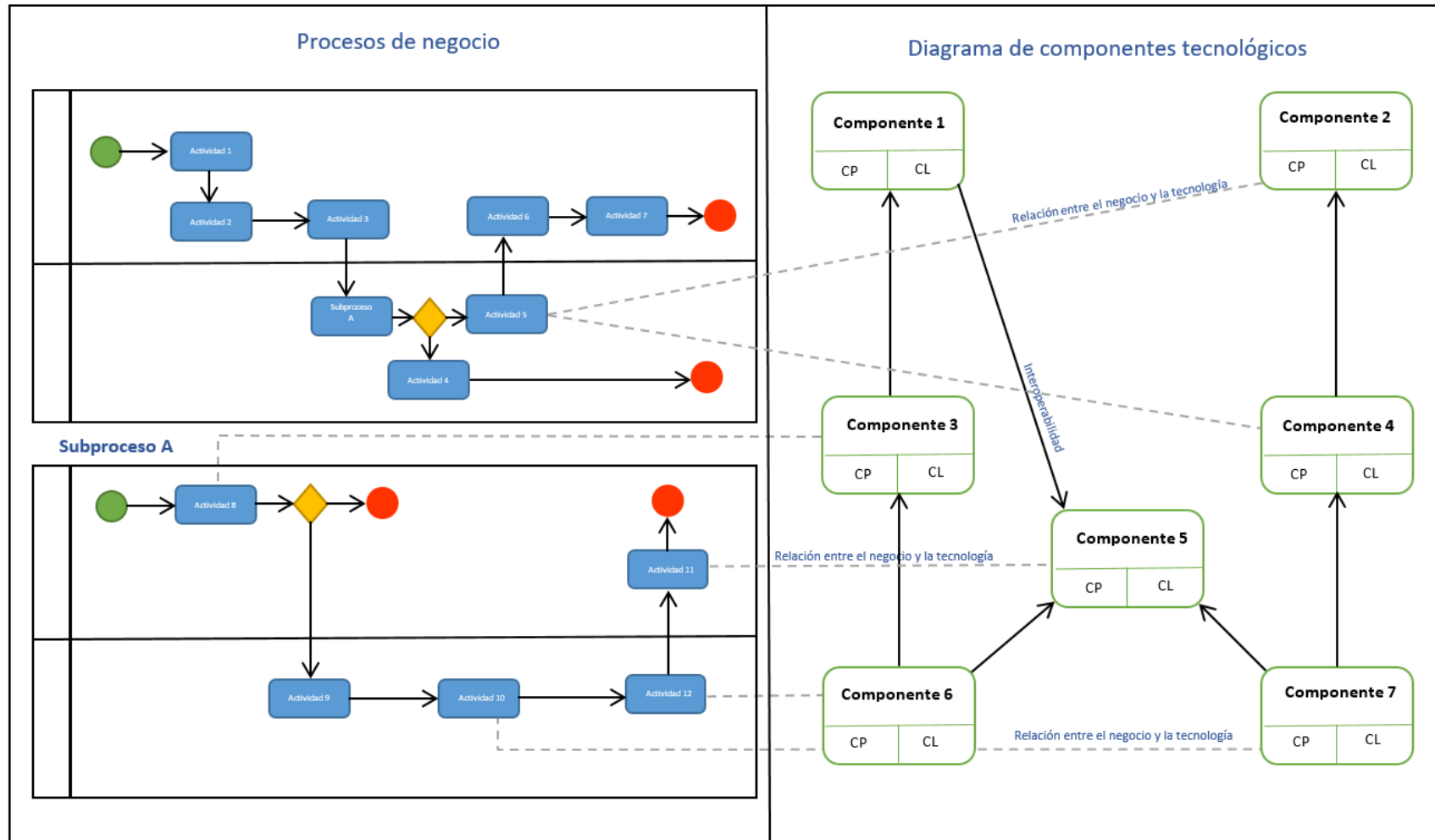


Figura 4 Modelo que define un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web y su correlación con el negocio

De esta forma los dos elementos planteados en el modelo son entrada a proyectos que buscan componer servicios web al interior de una organización. En las siguientes secciones se presenta una descripción de cada uno de los elementos del modelo.

4.2.1 Procesos de negocio que guían la composición manual de servicios web.

El primer elemento del modelo plantea un proceso de negocio el cual contiene a su vez dos subprocesos de negocio, el propósito de cada uno es describir el flujo de actividades necesarias para la composición de servicios web en una organización. Las actividades inician con el envío y formalización de la solicitud de un usuario y finalizan con la entrega del servicio web requerido, el cual internamente compone un conjunto de servicios con el propósito de satisfacer la solicitud. El proceso describe tres posibles escenarios que se pueden encontrar en la composición de los servicios. En el primer escenario, se encuentra un servicio web que satisface la solicitud, en el segundo escenario, se realiza la composición de servicios de web a partir de un conjunto de servicios web candidatos para satisfacer la solicitud, finalmente, en el tercer escenario se plantea que la solicitud no es posible satisfacerla al no encontrar servicios que se puedan componer. Este proceso de negocio incluye un subproceso el cual orienta la selección de servicios web.

Roles

En la tabla 3 se describen los roles que hacen parte del proceso y los subprocesos de negocio para la composición de servicios web.

| Roles | Descripción |
|--------------|---|
| Solicitante | El rol de solicitante está asociado a cualquier usuario y/o organización que necesite un servicio en particular. Este usuario apoya al personal de las TIC en el proceso de formalización de la solicitud. |
| TIC | El rol de Tic está asociado a un grupo de personas con conocimientos en desarrollo de sistemas orientados a servicios web, los cuales soportan el proceso de formalización de la solicitud, generación e implementación |

| | |
|-------------------|--|
| | de planes de composición, despliegue y entrega del servicio compuesto. |
| Áreas funcionales | El rol de Áreas funcionales corresponde a las unidades que constituyen las organizaciones. Las cuales internamente ofrecen un conjunto de servicios. Las áreas funcionales pueden ser: Recursos humanos, área financiera, área comercial, entre otros. |

Tabla 3. Roles involucrados en el proceso de negocio para la composición de servicios web

Proceso de negocio para la composición de servicios web.

En la figura 5 se muestra el modelado en BPMN del proceso de negocio que orienta la composición de servicios web en una organización

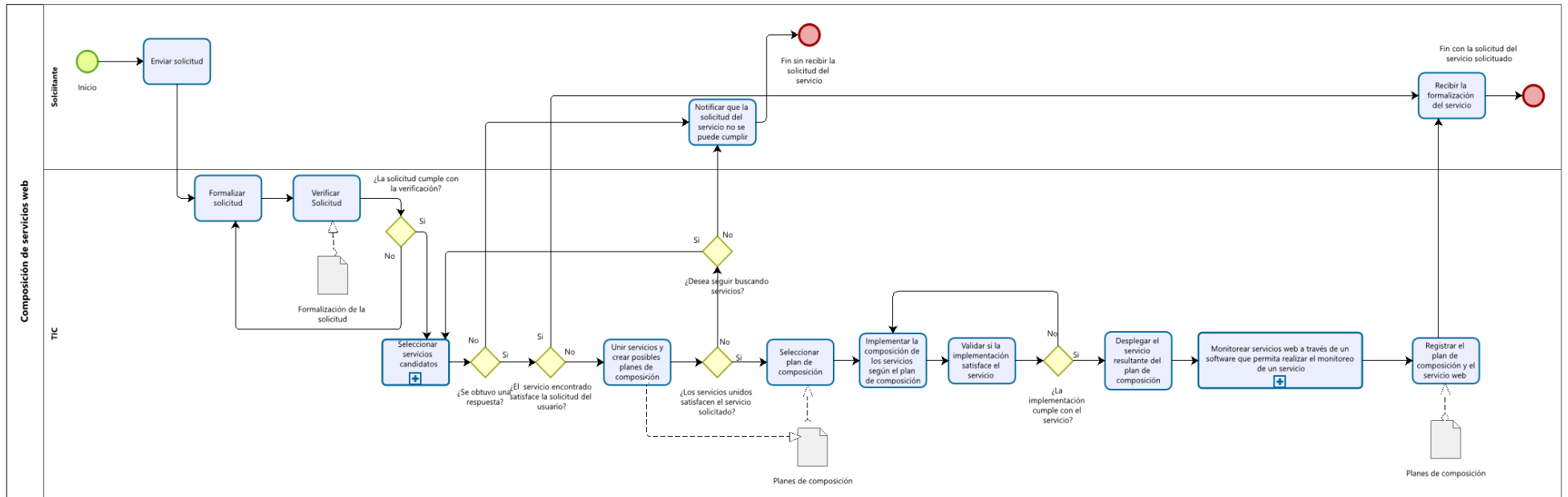


Figura 5. Proceso de negocio para la composición manual de servicios web

Descripción de actividades del proceso de negocio.

Actividad: Enviar solicitud.

Descripción: En esta actividad el solicitante describe en sus propios términos el servicio web que necesita. Posteriormente solicita al área de TIC la búsqueda o creación del servicio.

Roles: Solicitante.

Actividad: Formalizar solicitud.

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC junto con el solicitante formaliza el servicio solicitado. La formalización de la solicitud debe corresponder con la descripción de la tabla 4.

Roles: TIC

| Ítem de la formalización | Descripción |
|---|---|
| Entradas | Corresponde a los datos que ingresan al servicio web, ya sea que se envían en la URL, encabezado y/o cuerpo de la petición http. |
| Salida | Corresponde a los datos que salen del servicio web, una vez ejecutado el servicio. |
| Tipo de servicio | Corresponde a si el servicio es SOAP, REST, GraphQL. |
| Formatos aceptados por cada una de las entradas | Corresponde a los formatos aceptados por cada una de las entradas planteadas. Los formatos pueden ser JSON, XML, GraphQL. |
| Parámetros de calidad | Corresponde a diferentes atributos de calidad que debe cumplir el servicio. Algunos ejemplos de atributos de calidad que se pueden llegar a considerar se encuentran descritos en la tabla 5. |
| Propósito | Corresponde a una breve descripción sobre el objetivo del servicio web. |

| | |
|-------------------|--|
| Áreas funcionales | Corresponde a un conjunto de áreas funcionales con las cuales la solicitud se encuentra relacionada. |
|-------------------|--|

Tabla 4. Formalización de la solicitud enviada por el usuario

| Nombre del atributo de calidad | Descripción |
|--------------------------------|---|
| Rendimiento | Se refiere a la cantidad de solicitudes mínimas que un servicio puede procesar sin perder efectividad por unidad de tiempo. |
| Tiempo de transacción | Se refiere al tiempo máximo que debe transcurrir mientras el servicio web finaliza una transacción completa. |
| Disponibilidad | Se refiere al tiempo en el cual un servicio debe estar activo, presente y accesible para su uso. |
| Capacidad | Se refiere al número máximo de solicitudes simultáneas que un servicio puede procesar con un rendimiento garantizado. |
| Autenticación | Se refiere a los métodos de autenticación tales como nombre de usuario y contraseña, certificado digital o tokens para acceder a los servicios y datos. |
| Autorización | Se refiere a los roles que pueden acceder a diferentes recursos dentro del sistema. |
| Cifrado de datos | Se refiere a si los datos han sido enviados de manera cifrada con fines de protección de información. |

Tabla 5. Tabla de atributos de calidad

Actividad: Verificar solicitud

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC verifica si los elementos que conforman la solicitud formalizada están completos, claros, no ambiguos y si pueden llegar a ser alcanzables. Si se encuentra formalizada, continuaría con el subproceso **Seleccionar servicios candidatos**, sino volvería a la actividad de **Formalizar solicitud**.

Roles: TIC

El subproceso **Seleccionar servicios candidatos** recibe la formalización del servicio e indica si obtuvo o no servicios que puedan satisfacer la solicitud del usuario. Si el subproceso no obtuvo una respuesta, se realizaría la actividad **Notificar que la solicitud del servicio no se puede cumplir**. Si el subproceso obtuvo una respuesta, el personal TIC debe preguntarse si el o los servicios encontrados satisfacen la solicitud del usuario, si la respuesta es positiva se ejecutaría la actividad **Recibir la formalización del servicio**, de lo contrario se ejecutaría la actividad **Unir servicios y crear posibles cambios de composición**.

Actividad: Notificar que la solicitud del servicio no se puede cumplir.

Descripción: Si como resultado del proceso de selección de servicios no se logró obtener respuesta de ningún servicio, se le debe notificar al solicitante que su solicitud no se puede satisfacer.

Roles: Solicitante

Actividad: Recibir la formalización del servicio

Descripción: En esta actividad, el solicitante recibe la documentación del servicio solicitado por parte del grupo de las TIC. Con esta actividad finaliza el proceso de negocio de manera satisfactoria, debido a que desde el subproceso Seleccionar servicios candidatos se encontró el servicio o conjunto de servicios que cumplen con la solicitud del usuario.

Roles: Solicitante

Actividad: Unir servicios y crear posibles cambios de composición

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC utiliza los servicios seleccionados previamente para unirlos entre sí y comprobar si se puede o no obtener uno o más planes de composición los cuales satisfagan la solicitud del usuario.

Para realizar la unión entre servicios web, el personal de las TIC debe considerar aspectos semánticos y sintácticos para las entradas y salidas de cada uno de los servicios web seleccionados. Teniendo en cuenta que pueden existir diferentes servicios provenientes de diferentes áreas funcionales, se podría obtener que dos servicios web nombren de manera

diferente la misma información como por ejemplo el número de identificación, el cual puede recibir nombres como id, identificación, etc. o incluso, pueden almacenar la misma información en diferentes tipos de datos. Ante esta situación, el personal de las Tic de forma manual, debe crear anotaciones que clarifiquen estas circunstancias, para que posteriormente en la actividad de implementación el grupo de desarrollo realice un proceso de conversión y emparejamiento de datos.

El plan de composición que une los servicios puede utilizar la orquestación o la coreografía para unirlos. Si se utiliza la orquestación se debe plantear la existencia de un servicio web el cual va a invocar a los demás servicios web para que realicen tareas. Si se utiliza la coreografía se debe establecer un manejador de eventos que mediante eventos invoque los servicios web correspondientes. En este último escenario se debe establecer el evento inicial el cual desencadenará los demás eventos y cuales eventos van a desencadenar los llamados a otros servicios web.

Un plan de composición desde la perspectiva de la orquestación debería tener los siguientes elementos:

- a) Servicio o servicios web que actúen como orquestadores.
- b) Servicios web para realizar la composición.
- c) Orden de los llamados para los servicios web.
- d) Identificar entradas y salidas para cada llamado a servicios web.
- e) Definir qué operaciones realizar ante la falla de uno o varios servicios web.

Mientras que, un plan de composición desde la perspectiva de la coreografía debería tener los siguientes elementos:

- a) Servicios web para realizar la composición.
- b) Manejador de eventos.
- c) Identificar entradas y salidas para cada llamado a servicios web.
- d) Identificar qué eventos ejecutarán determinados servicios.

Si la salida de un servicio es la entrada a otro servicio entonces se debe utilizar sin importar si es coreografía u orquestación diversas formas para unirlos. Las cuales se encuentran descritas en la tabla 6. Como resultado de esta actividad, el personal de las TIC debe concluir si los servicios unidos satisfacen el servicio solicitado. Si la respuesta es negativa, el personal TIC

puede realizar otra búsqueda de servicios o realizar la actividad **Notificar que la solicitud del servicio no se puede cumplir**. Por otro lado, si como resultado de la actividad de **Unir servicios y crear posibles cambios de composición**, se logra obtener uno o varios planes de composición se continuaría con la actividad **Seleccionar plan de composición**.

| Nombre de unión | Descripción |
|---------------------|--|
| Exacta | Si los parámetros de salida de un servicio coinciden de forma exacta con los parámetros de entrada de otro servicio |
| Plug in | Si un conjunto de parámetros de salida de un servicio coincide con algunos parámetros de entrada de otro servicio |
| Subsume | Si una salida está relacionada con algún parámetro de entrada de otro servicio. En este caso se debe realizar una adaptación de la salida a la entrada correspondiente |
| Intersección | Si la intersección de la salida de un servicio y la entrada de un servicio es satisfactoria |

Tabla 6. Formas para realizar el emparejamiento de los servicios web

Actividad: Seleccionar plan de composición

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC selecciona entre los planes de composición el plan que cumpla en mejor medida con los atributos de calidad que se encuentran en la formalización de la solicitud.

Si se presentan dos o más planes de composición, se debe considerar la eficiencia de cada uno de los planes de composición considerando las métricas para cada uno de ellos, como, por ejemplo, tiempo de respuesta de cada servicio y métricas que puede generar el Controlador del estado de métricas de un servicio.

Roles: TIC

Actividad: Implementar la composición de los servicios según el plan de composición.

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC inicia el proceso de desarrollo del servicio compuesto a partir del plan de composición. Para esta actividad se deben tener los servicios atómicos disponibles (Entendiendo por servicios atómicos aquellos que no se componen de otros servicios).

Roles: TIC

Actividad: Validar si la implementación satisface el servicio solicitado.

Descripción: En esta actividad el personal de las TIC valida si inicialmente el usuario recibe la respuesta esperada a su petición, luego verifica si cumple parcial o completamente con los parámetros de calidad que el usuario solicitó a través de la formalización. Posterior a esta actividad, el personal de las TIC debe concluir si la implementación cumple con el servicio compuesto. Si la respuesta es negativa, el personal de las TIC podría implementar nuevamente un plan de composición, por otro lado, si la respuesta es positiva, se continuaría con la actividad

Desplegar el servicio resultante del plan de composición.

Roles: TIC

Actividad: Desplegar el servicio resultante del plan de composición

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC se encarga de desplegar en un servidor el servicio resultante del plan de composición el cual puede ser accedido por el usuario final a través de una dirección URL que se encuentra descrita en la documentación del servicio.

Roles: TIC

Actividad: Monitorear servicios

Descripción: En este subproceso, el personal de las TIC se encarga de monitorear los servicios desplegados a través de una aplicación de terceros la cual permite obtener información como disponibilidad y rendimiento del servicio además de recibir notificaciones si se encuentra un error en la ejecución del mismo.

Roles: TIC

Actividad: Registrar el plan de composición y el servicio web creado

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC almacena en el registro público la formalización del nuevo servicio creado. Esta nueva formalización agrega la lista de los servicios que son usados internamente. A demás, el personal de las TIC documenta el servicio compuesto y registra la documentación en el repositorio público. La documentación del servicio está constituida por los datos de la tabla 7.

Roles: TIC

| Ítem de la documentación | Descripción |
|--|--|
| Entradas | Corresponde a los datos que ingresan al servicio, ya sea que se envían en la URL, encabezado y/o cuerpo de la petición http. |
| Salida | Corresponde a la descripción de la salida generada por el servicio. |
| Tipo de servicio | Corresponde a si el servicio es SOAP, REST, GraphQL |
| Formatos aceptados por cada una de las entradas | Corresponde a los formatos aceptados por cada una de las entradas planteadas. Los formatos pueden ser JSON, XML, GraphQL. |
| <i>Tecnología para utilizar en la documentación del servicio</i> | Corresponde a diferentes tecnologías utilizadas para documentar el servicio web compuesto Itales como WSDL, SSDL para servicios SOAP, WADL, RAML, Swagger para servicios REST. |
| Propósito | Corresponde a una breve descripción sobre el objetivo del servicio. |
| Áreas funcionales | Corresponde a un conjunto de áreas funcionales con las cuales la solicitud se encuentra relacionada. |
| <i>Ubicación del servicio</i> | Corresponde a la dirección o dominio que permitirá acceder al servicio. |

| | |
|---|---|
| <i>Lista de servicios utilizados internamente</i> | Corresponde a la lista de los servicios que se utilizan para generar el servicio compuesto. De cada uno de ellos se debe tener un enlace que re direccionar a la formalización de este. |
|---|---|

Tabla 7. Documentación de un servicio compuesto

Subproceso Seleccionar servicios candidatos

El propósito del subproceso de negocio *Seleccionar servicios candidatos* describe el flujo de actividades necesarias para encontrar un conjunto de servicios web que satisfagan parcial o completamente la solicitud del usuario. Este subproceso describe los siguientes escenarios. En el primer escenario, se encuentra el servicio que satisfaga la solicitud del usuario, en el segundo, no se encuentra un servicio que satisfaga la solicitud del usuario, pero se logra encontrar un conjunto de servicios que pueden ser útiles para el proceso de composición, en el tercer escenario se establece la posibilidad de crear uno o varios servicios que satisfacen la solicitud y en un cuarto escenario se establece que no existen los recursos¹³ necesarios para crear los servicios que satisfacen la solicitud. En la figura 6 se muestra el modelado en BPMN del subproceso de negocio Subproceso Seleccionar servicios candidatos.

¹³ Recurso: Medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende. Obtenido de la RAE.

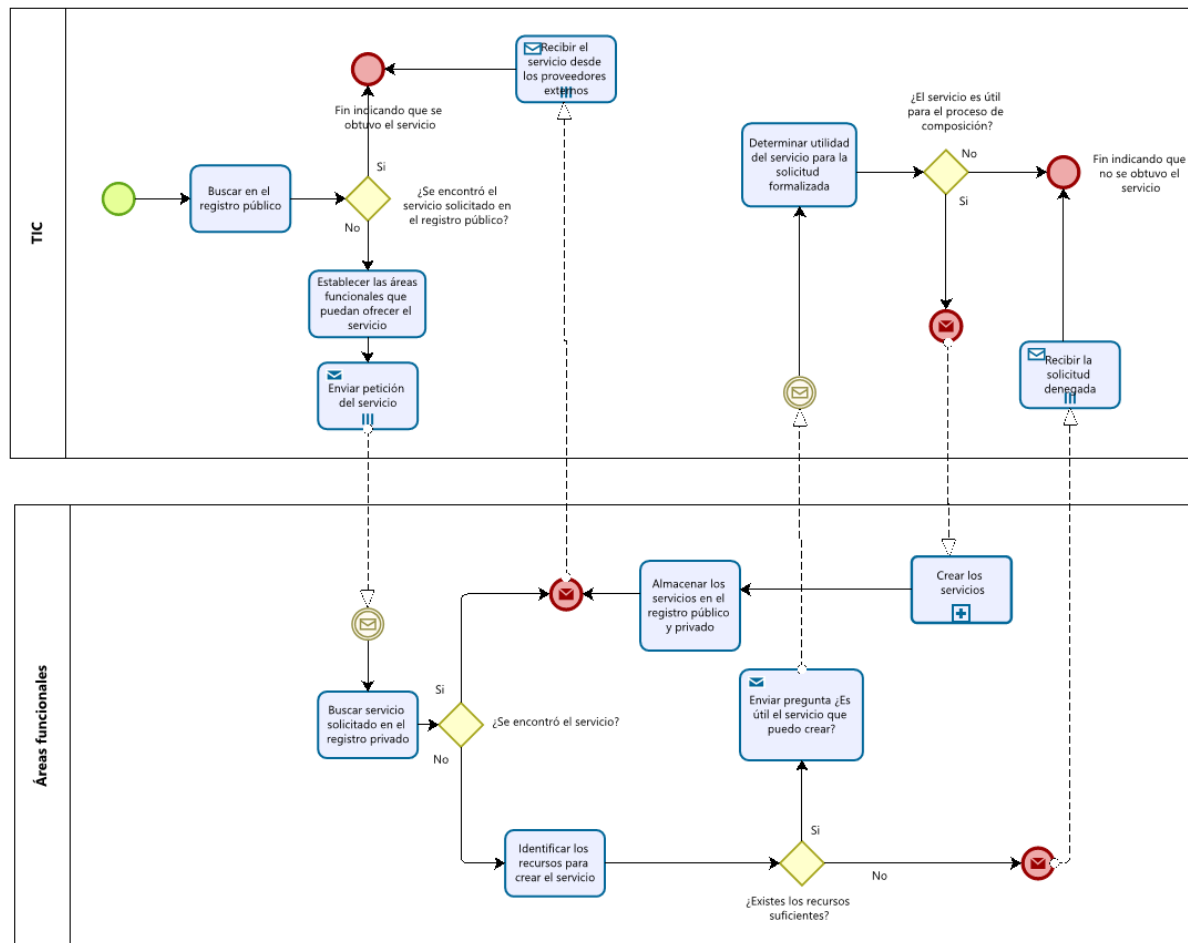


Figura 6. Subproceso de negocio Seleccionar servicios candidatos para la composición de servicios web

Actividad: Buscar en el registro público

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC busca en el registro público los servicios que satisfagan o puedan satisfacer la solicitud del usuario. Los servicios identificados posteriormente podrán ser parte del proceso de composición. Para identificar los servicios que pueden ser utilizados se debe considerar la formalización de la solicitud. Posterior a esta actividad, el personal de las TIC debe concluir si se encontró el servicio solicitado en el registro público, si la respuesta es positiva, el subproceso llega a su fin indicando que obtuvo el servicio solicitado. Si la respuesta es negativa, se procede con la actividad **Establecer las áreas funcionales que pueden ofrecer el servicio.**

Roles: TIC

Actividad: Establecer las áreas funcionales que puedan ofrecer el servicio

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC determina cuales serían las áreas funcionales que podrían llegar a estar relacionadas con la solicitud del usuario, con el propósito de encontrar servicios que puedan ser útiles para el proceso de composición.

Roles: TIC

Actividad: Enviar petición del servicio

Descripción: En esta actividad el personal de las TIC envía la formalización del servicio solicitado a una o varias áreas funcionales, para determinar si existen o no servicios que puedan ayudar en el proceso de composición.

Roles: TIC

Actividad: Buscar servicio solicitado en el registro privado

Descripción: En esta actividad, las áreas funcionales deben buscar en sus repositorios los servicios que se relacionen con la formalización recibida y que puedan ser útiles para el proceso de composición. Para realizar la búsqueda de los servicios se deben considerar los parámetros de la formalización de la solicitud. Posterior a esta actividad, el personal de las áreas funcionales debe concluir si se encontró el servicio solicitado, si la respuesta es positiva, se

realizaría la actividad **Recibir el servicio desde los proveedores externos** por parte del personal de las TIC, de lo contrario se realizar la actividad **Identificar los recursos para crear el servicio**.

Roles: Áreas funcionales

Actividad: Recibir el servicio desde los proveedores externos

Descripción: En esta actividad el personal de las TIC obtiene la formalización de los servicios retornados desde los proveedores externos de servicios.

Roles: TIC

Actividad: Identificar los recursos para crear el servicio.

Descripción: En esta actividad, las áreas funcionales deben determinar si cuentan con los recursos necesarios para poder construir el servicio solicitado por el usuario. Para determinar si existen los recursos necesarios para construir el servicio solicitado, se deberá responder a un conjunto de preguntas que ayudarán a validar la viabilidad de la construcción del servicio. El conjunto de preguntas se encuentra en la figura 7. Las preguntas deben ser planteadas por el área de TIC y deben ser respondidas por el área funcional involucrada directamente en la creación del servicio solicitado. Posterior a esta actividad, el personal de las áreas funcionales debe concluir si existen o no los recursos suficientes para la creación del servicio solicitado, si la respuesta es negativa se realizaría la actividad **Recibir la solicitud denegada** por parte del personal de las TIC, de lo contrario se realizaría la actividad **Enviar pregunta ¿Es útil el servicio que puedo crear?**

Roles: Áreas funcionales

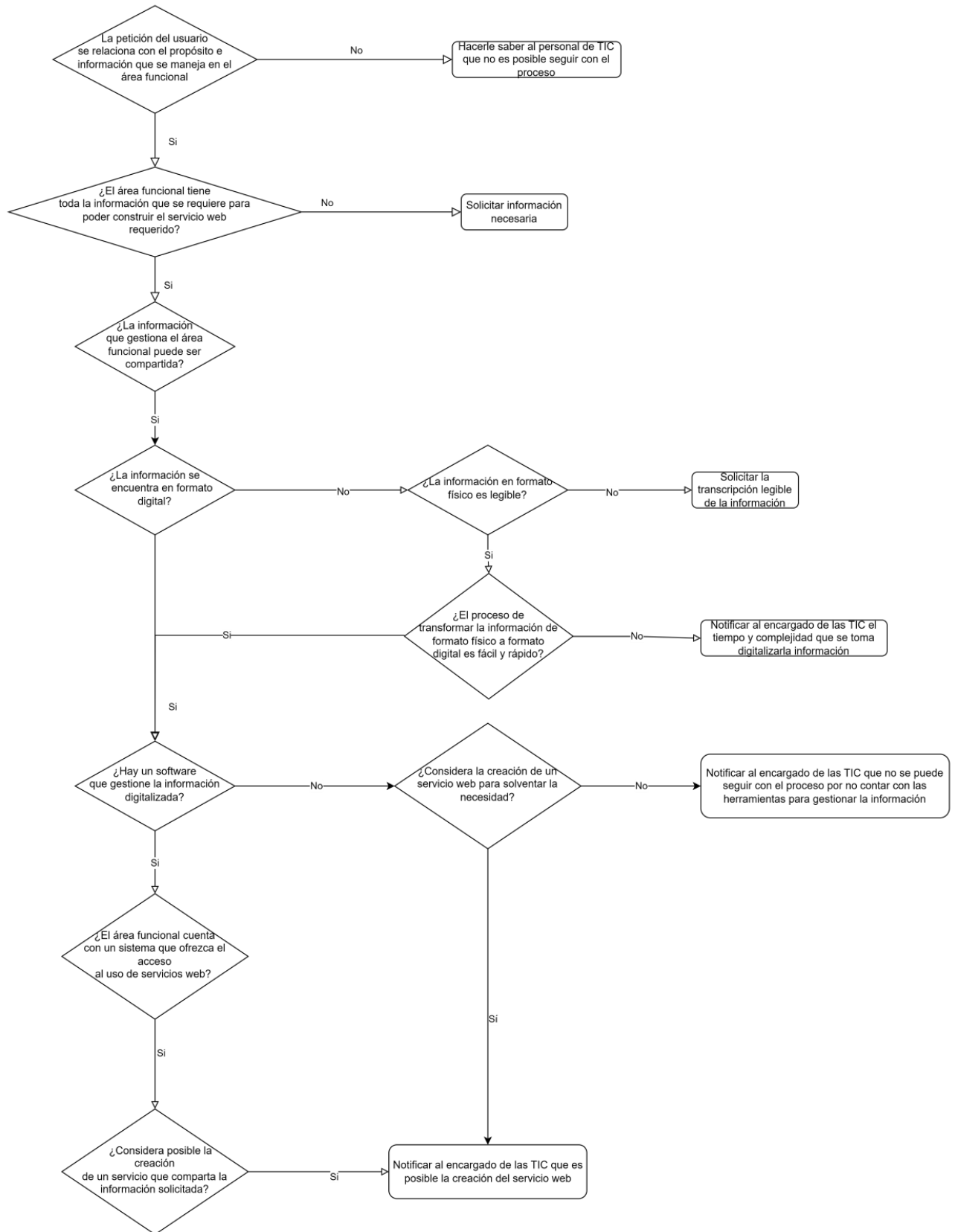


Figura 7. Diagrama que define si es posible crear un servicio web con los servicios actuales

Actividad: Recibir la solicitud denegada

Descripción: En esta actividad, las áreas funcionales le notifican al personal de las TIC que no se lograron identificar los recursos necesarios para la creación del servicio solicitado por el usuario.

Roles: TIC

Actividad: Enviar pregunta ¿Es útil el servicio que puedo crear?

Descripción: En esta actividad el personal de las áreas funcionales, le envían un mensaje al personal de las TIC donde se pregunta si el servicio que pueden crear es útil o no para el proceso de composición que se desea realizar.

Roles: Áreas funcionales

Actividad: Determinar utilidad del servicio para la solicitud formalizada

Descripción: En esta actividad, el personal de las TIC determina si el servicio que las áreas funcionales pueden crear es útil o no para satisfacer la solicitud formalizada del usuario. Si el servicio no es útil, se indica el fin del subproceso indicando que no se obtuvo el servicio solicitado. Si el servicio sí es útil, se realizaría la actividad **Crear los servicios**.

Roles: TIC

Subproceso: Crear los servicios.

Descripción: En este subproceso, las áreas funcionales reciben una respuesta afirmativa por parte de las TIC para iniciar con la creación del servicio que pueden crear con los recursos ya identificados.

Este es un subproceso el cual se encuentra ajeno al contexto del proyecto.

Roles: Áreas funcionales

Actividad: Almacenar los servicios en el registro público.

Descripción: En esta actividad las áreas funcionales deben almacenar la documentación del nuevo servicio en el registro público.

Roles: Áreas funcionales

Subproceso Monitorear servicios web a través de un software que permita realizar el monitoreo de un servicio

El propósito del subproceso de negocio Monitorear servicios web a través de un software que permita realizar el monitoreo de un servicio es describir el flujo de actividades necesarias para realizar un seguimiento de los servicios que se encuentran desplegados en un servidor. Este subproceso se compone de actividades como, seleccionar los servicios a monitorear, definir qué datos se van a monitorear a través del software de terceros, como, por ejemplo, el tiempo de respuesta de una petición, la cantidad de peticiones realizadas, la cantidad de peticiones que arrojan error, entre otros. Con estos datos ya establecidos se calculan las métricas asociadas a los servicios seleccionados y con la ayuda del componente tecnológico de alto nivel **Controlador del estado de métricas de un servicio** se valida que los resultados de las métricas no sobrepasen los límites establecidos, si dado el caso, se superan los límites establecidos para las métricas, el componente tecnológico de alto nivel se encarga de notificar al personal de TIC sobre el comportamiento inusual del servicio. Los comportamientos inusuales pueden ser que el servicio web no se está ejecutando o que se está ejecutando, pero no está respondiendo de acuerdo con implementación esperada. En la figura 8 se muestra el modelado en BPMN del subproceso de negocio Subproceso Monitorear servicios web a través de un software que permita realizar el monitoreo de un servicio.

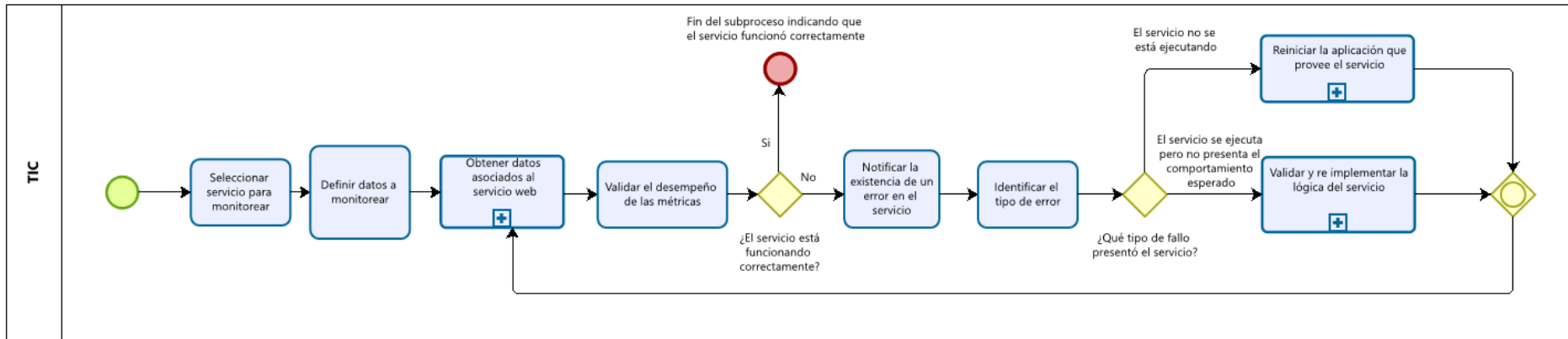


Figura 8. Subproceso de negocio Monitorear servicios web a través de un software que permita realizar el monitoreo de un servicio

Actividad: Seleccionar servicio para monitorear.

Descripción: En esta actividad el área de TIC selecciona un servicio para posteriormente obtener unos datos relacionados a solicitudes y peticiones con el fin de calcular métricas de calidad de servicio.

Roles: TIC.

Actividad: Definir datos a monitorear

Descripción: En esta actividad el área de las TIC selecciona un grupo específico de datos asociados a las solicitudes y peticiones de un servicio, con el fin de obtenerlos y posteriormente almacenarlos en la base de datos global.

Roles: TIC.

Subproceso: Obtener datos asociados al servicio web

Descripción: En esta actividad el área de las TIC podría utilizar un software de terceros para configurar en él los datos que se desean capturar y almacenar en la base de datos global. Estos datos pueden ser únicos y solo están asociados a cada petición que se realice.

Este es un subproceso el cual se encuentra ajeno al contexto del proyecto. Debido a que cada organización debería encontrar la forma de capturar la información para cada petición que se realice para un servicio web.

Roles: TIC.

Actividad: Validar el desempeño de las métricas

Descripción: En esta actividad el área de las TIC define un conjunto de métricas, su forma de obtenerlas y los límites dentro de los cuales se considera un comportamiento usual para el servicio web. Estas métricas reciben como datos de entrada los datos previamente calculados en el componente **Obtener datos asociados al servicio web**. El resultado de las métricas debe ser almacenado en la base de datos global para su posterior monitoreo. En esta actividad, el personal de las TIC debería validar si el servicio está funcionando correctamente, si es así, el

subproceso llegaría a su fin, de lo contrario continuaría con la actividad **Notificar la existencia de un error en el servicio.**

Roles: TIC.

Actividad: Notificar la existencia de un error en el servicio.

Descripción: En esta actividad el área de las TIC se encargaría de generar una alerta ante la presencia de un comportamiento inusual de una o varias métricas para el servicio que se está monitoreando. Una alerta únicamente se debe lanzar si una métrica supera unos determinados límites establecidos por el área de las TIC previamente.

Roles: TIC.

Actividad: Identificar el tipo de error

Descripción: En esta actividad el área de las TIC debería analizar con base en las métricas calculadas y almacenadas previamente, el posible tipo de error que presenta el servicio web. Para el modelo planteado, se consideró que pueden existir al menos dos posibles errores por los cuales puede fallar un servicio web; **El servicio web no se está ejecutando o el servicio se ejecuta, pero no presenta el comportamiento esperado.**

Roles: TIC.

Subproceso: Reiniciar la aplicación que provee el servicio

Descripción: En este subproceso el área de las TIC ha identificado que el servicio web no se está ejecutando, por lo tanto, se considera que el área de las TIC debería reiniciar el servidor en el cual se está ejecutando el servicio web. Una vez el área de las TIC considere que ha solucionado el problema, se continuaría con la actividad **Obtener datos asociados al servicio web** con el fin de repetir el flujo del subproceso.

Este es un subproceso el cual se encuentra ajeno al contexto del proyecto. Debido a que cada organización podría tener un protocolo sobre cómo abordar estos escenarios.

Roles: TIC.

Subproceso: Validar y re implementar la implementación del servicio

Descripción: En este subproceso el área de las TIC ha identificado que el servicio web se ejecuta, pero sus respuestas no son coherentes con la información que recibe como entrada, por lo tanto, se considera que el área de las TIC debería validar y re implementar la lógica del servidor web. Una vez el área de las TIC considere que ha solucionado el problema, se continuaría con la actividad **Obtener datos asociados al servicio web** con el fin de repetir el flujo del subproceso.

Este es un subproceso el cual se encuentra ajeno al contexto del proyecto. Debido a que cada organización podría tener un protocolo sobre cómo abordar estos escenarios.

Roles: TIC.

4.2.2. Componentes tecnológicos representados a través de componentes software.

El segundo elemento del modelo son 12 componentes tecnológicos que plantean un conjunto de funcionalidades software y responsabilidades asociadas a soportar la composición manual de servicios web al interior de una organización. Por cada componente se plantean un nombre, propósito, funcionalidades, capas software que lo constituyen, subcomponentes asociados, tecnologías utilizadas por el componente, cómo las tecnologías favorecen los atributos de calidad eficiencia de desempeño, fiabilidad y compatibilidad, fase de la composición y actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado el componente.

En la figura 9, se muestran los 12 componentes tecnológicos de alto nivel planteados, los cuales pueden estar constituidos por 3 capas software. Entendiendo una capa como una unidad lógica que establece como organizar el código. Las capas planteadas son capa de presentación, capa lógica y capa de servicios.

- La capa de presentación (CP), se refiere a una interfaz gráfica que le permite al usuario utilizar las funcionalidades asociadas al componente tecnológico de alto nivel. Esta capa separa la interacción del usuario respecto a la lógica de negocio.
- La capa lógica (CL) permite recibir las solicitudes provenientes de la capa de presentación y a través de una lógica de negocio constituida por controladores, fachadas, modelos, repositorios entre otras piezas software lograr solventar las solicitudes.

- La capa de servicios (CS) ofrece explícitamente una *API* mediante la cual es posible interactuar de manera remota con otros componentes tecnológicos de alto nivel.

En la figura 9 también se muestra a través de flechas de color azul la interoperabilidad que existe entre componentes. La dirección de la flecha indica el sentido de usabilidad que existe entre los componentes.

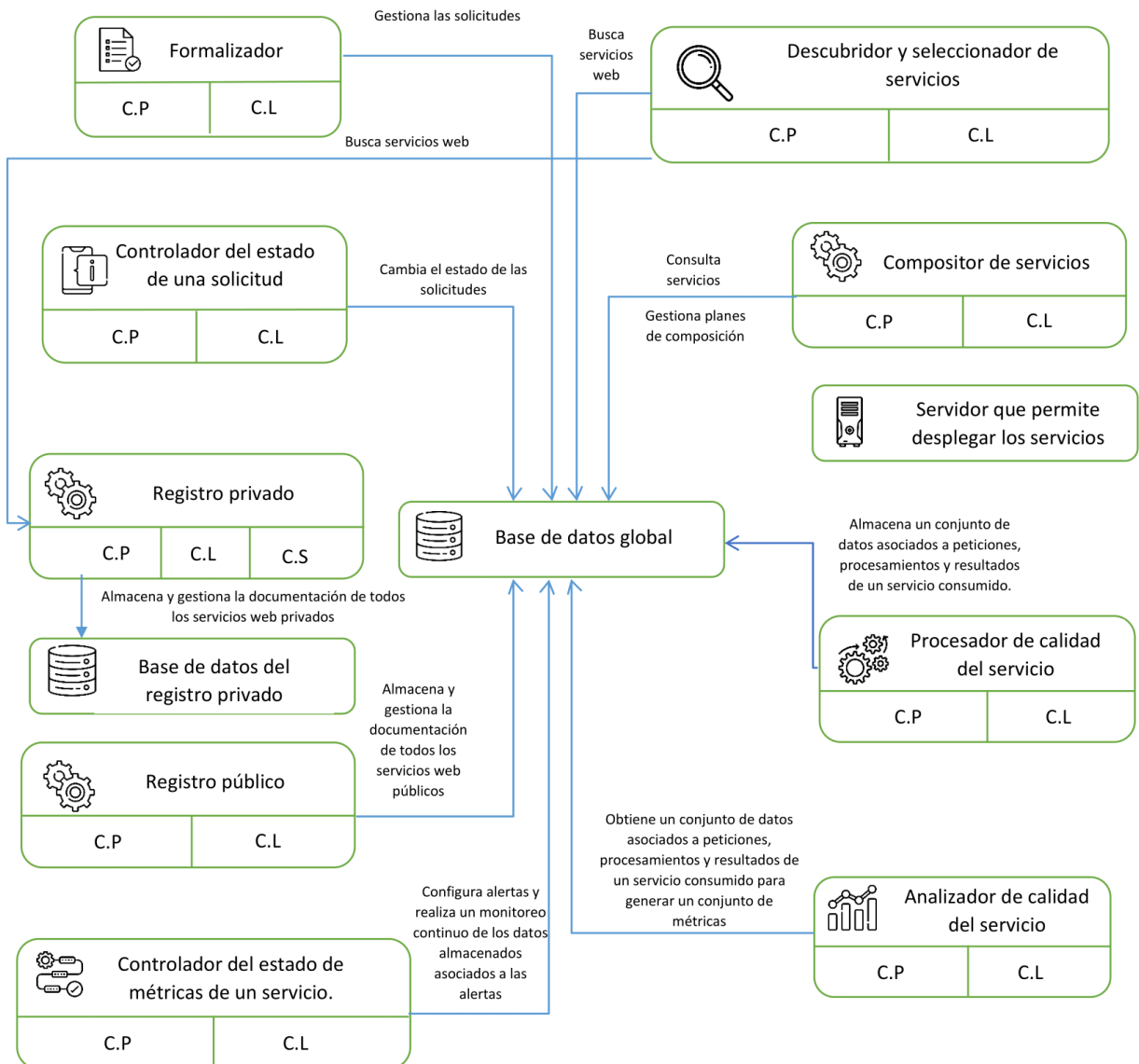


Figura 9. Diagrama de componentes tecnológicos de alto nivel basado en componentes software

Componente 1: Formalizador

Propósito: Registrar y eliminar ambigüedades en la solicitud de un servicio, de tal forma que la solicitud orientará al personal TIC sobre qué servicios pueden ser compuestos para generar el servicio que satisfaga la solicitud del usuario.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería ser un componente software que permita registrar la información asociada a la solicitud de un servicio. Los datos que se solicitan se encuentran descritos en la tabla 4. Los datos pueden ser capturados mediante un formulario.
- **Funcionalidad 2.** El componente además permite listar y modificar la información asociada a una solicitud, de tal manera que la solicitud puede ser modificada con el propósito de ir eliminando progresivamente ambigüedades en los datos registrados por el usuario solicitante.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Sub componentes asociados: Formalizador de la petición.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Definición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Formalizar solicitud

Componente 2: Controlador del estado de una solicitud

Propósito: Controlar y realizar el seguimiento de las solicitudes de composición realizadas por un usuario.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería permitir al personal de TIC establecer y modificar un estado de seguimiento asociado a la solicitud de composición de un servicio. Los estados planteados son: solicitud formalizada, buscando servicios candidatos, realizando plan de composición, desarrollando la composición de los servicios, servicio desplegado, servicio desarrollado exitosamente, solicitud rechazada entre otros.
- **Funcionalidad 2.** El componente debería permitir al personal de TIC y solicitantes de los servicios, buscar una solicitud y ver el estado de la solicitud.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Sub componentes asociados: Base de datos global.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Definición, Composición, Ejecución, Monitoreo

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Validar si la implementación satisface el servicio solicitado

Componente 3: Registro público de servicios

Propósito: Almacenar y gestionar la documentación de todos los servicios web disponibles en la organización. Los servicios web almacenados pueden ser atómicos o pueden corresponder a un servicio web que brinda el acceso a servicios compuestos.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería ser un software que permita registrar la documentación asociada a un servicio web. Los datos que corresponden a la documentación se encuentran descritos en la tabla 7.
- **Funcionalidad 2.** El componente además permite listar y modificar la información asociada a la documentación de un servicio.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Base de datos que almacena la documentación de los servicios públicos.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Composición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Buscar en el registro público

Componente 4: Registro privado de servicios

Propósito: Almacenar y gestionar la documentación de todos los servicios web atómicos que son provistos por un área funcional de una organización. Cada área funcional debería tener un registro privado.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería ser un software que permita registrar la documentación asociada a un servicio web.
- **Funcionalidad 2.** El componente además permite listar y modificar la información asociada a la documentación de un servicio.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica. Capa de servicios.

Subcomponentes asociados: Base de datos que almacena la documentación de los servicios atómicos privados.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Composición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Buscar servicio solicitado en el registro privado

Componente 5: Descubridor y seleccionador de servicios

Propósito: Descubrir, a partir del registro público y los registros privados, servicios web que satisfagan la solicitud de un usuario. Además, permite seleccionar los servicios que puedan ser parte de un proceso de composición.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería ser un software que permita listar y filtrar los servicios que se encuentran almacenados en el repositorio público y en cada uno de los repositorios privados. El filtrado puede realizarse a partir de cada uno de los datos que se encuentran en la documentación del servicio los cuales se encuentran en la tabla 7. El proceso de listar y filtrar servicios se denomina descubrir.
- **Funcionalidad 2.** El componente debería ser un software que permita ver el detalle de un servicio descubierto.
- **Funcionalidad 3.** El componente debería permitir seleccionar un servicio y agregarlo a una lista que almacena servicios que pueden ser útiles para el proceso de composición.
- **Funcionalidad 4.** El componente debería permitir visualizar, agregar o eliminar listas que pueden contener servicios seleccionados.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Registro privado de servicios y Registro público de servicios.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Composición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Seleccionar servicios candidatos, unir servicios y crear posibles cambios de composición.

Componente 6: Compositor de servicios

Propósito: Realizar combinaciones entre los servicios web con el fin de encontrar uno o varios planes de composición que satisfagan la solicitud. La composición se modelaría usando un grafo como herramienta visual el cual permitiría descubrir la mejor solución.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería permitir definir qué entradas de un servicio se deben unir con las salidas de otros servicios.

- **Funcionalidad 2.** El componente debería permitir seleccionar un servicio web el cual pueda arrastrar al área de trabajo para poder enlazarlo con otros servicios web y así poder crear un plan de composición el cual se muestra a través de un grafo de dependencias.
- **Funcionalidad 3.** El componente debería permitir seleccionar la opción Guardar para almacenar el plan de composición que ha sido creado previamente.
- **Funcionalidad 4.** El componente debería permitir agregar y gestionar planes de composición, los cuales internamente almacenaran relaciones entre servicios.
- **Funcionalidad 5.** El componente permite listar y modificar los planes de composición asociados a una solicitud, de tal manera que el plan de composición pueda ser modificado con el propósito de agregar o eliminar servicios web y modificar las relaciones entre ellos, teniendo en cuenta las entradas y salidas de cada servicio web.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Proveedor externo de servicios, Ejecutor de planes de composición, Registro de planes de composición.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Composición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Seleccionar plan de composición.

Componente 7: Servidor que permite desplegar los servicios compuesto a partir de los planes de composición.

Propósito: El propósito de este componente es tener desplegados los servicios que internamente están constituidos por otros servicios web, siguiendo un plan de composición previamente creado.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente hardware deberá permitir alojar y desplegar los servicios que internamente están constituidos por otros servicios web, siguiendo un plan de composición previamente creado.
- **Funcionalidad 2:** El componente hardware deberá permitir alojar y desplegar los servicios atómicos.
- **Funcionalidad 3:** El componente deberá permitir realizar un monitoreo acerca de los servicios desplegados.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados:

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Ejecución

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Desplegar el plan de composición

Componente 8: Procesador de calidad del servicio.

Propósito: Obtener un conjunto de datos asociados a peticiones, procesamientos y resultados de un servicio consumido, los cuales son almacenados en una base de datos. La información almacenada posteriormente permitirá mediante el componente 9 obtener un conjunto de métricas de calidad del servicio.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** Cuando llega una solicitud asociada a consumir un servicio, sea atómico o compuesto, el componente debería permitir almacenar principalmente la siguiente información:
 - Solicitudes enviadas a un servicio.
 - Respuestas correctas que retornan los servicios consumidos. Las respuestas correctas se pueden obtener a través de los códigos de respuesta que maneja el protocolo HTTP.
 - Tipos de errores que retornan los servicios consumidos. Los tipos de errores se pueden obtener a través del significado asociado a los códigos de respuesta que maneja el protocolo HTTP.
 - Tiempo en milisegundos asociado a un servicio consumido desde la solicitud, el procesamiento y el retorno de la respuesta.
 - Solicitudes cuyas entradas sean inválidas considerando ciertas reglas de validaciones. Una entrada se considera inválida por ejemplo si los datos asociados a un campo no cumplen con el tamaño mínimo de caracteres, los datos del campo tienen un formato inválido o un campo obligatorio no presenta ningún dato.
 - Solicitudes a servicios sin contar con una autenticación obligatoria.
 - Solicitudes a servicios sin contar con la correcta autorización.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Base de datos que almacena información de las solicitudes, procesamiento y resultados de los servicios consumidos.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Monitoreo

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Subproceso Obtener métricas generadas para el servicio.

Componente 9: Analizador de calidad del servicio.

Propósito: Calcular y almacenar un conjunto de métricas de calidad del servicio a partir de la información almacenada sobre las solicitudes, procesamiento y resultados de un servicio consumido.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente debería permitir generar y mostrar de manera gráfica un conjunto de métricas. A continuación, para un periodo de tiempo debería ser posible obtener principalmente las siguientes métricas por servicio:
 - Cantidad de solicitudes enviadas.
 - Cantidad de respuestas correctas generadas.
 - Cantidad de errores retornados para las solicitudes.
 - Cantidad de tipos de error retornados.
 - Tiempo promedio para recibir una solicitud, procesarla y retornar una respuesta.
 - Tiempo de actividad del servicio web.
 - Tiempo de inactividad del servicio web.
 - Cantidad de peticiones que tienen entradas inválidas.
 - Cantidad de accesos sin la debida autenticación.
 - Cantidad de accesos sin la debida autorización.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Base de datos que almacena información de las solicitudes, procesamiento y resultados de los servicios consumidos.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Monitoreo

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Validar el desempeño de las métricas.

Componente 10: Controlador del estado de métricas de un servicio.

Propósito: Monitorear continuamente un conjunto de servicios con el fin de notificar, mediante una alerta al personal de TIC, cuando se encuentre un error en la ejecución de un servicio.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

- **Funcionalidad 1.** El componente software debería permitir configurar alertas que pueden ser notificadas automáticamente al personal de TIC. Una alerta únicamente se debe lanzar si una métrica supera unos determinados límites establecidos.
- **Funcionalidad 2.** El componente software debería permitir realizar un monitoreo continuo de la información asociada a las solicitudes, procesamiento y resultados de un servicio consumido, para posteriormente generar y enviar alertas mediante un medio de comunicación al personal de TIC cuando las métricas obtenidas superen unos límites preestablecidos.
- **Funcionalidad 3.** El componente software debería permitir realizar un monitoreo continuo de la información asociada a las solicitudes, procesamiento y resultados de un servicio consumido para posteriormente determinar si un servicio está activo o inactivo. Si un servicio está inactivo se debe almacenar ese resultado y debería notificar automáticamente al personal de TIC.
- **Funcionalidad 4.** El componente software debería permitir mostrar el rendimiento de los servicios considerando el tiempo de respuesta a una solicitud.

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Base de datos que almacena información de las solicitudes, procesamiento y resultados de los servicios consumidos.

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Monitoreo

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Validar el desempeño de las métricas. Notificar la existencia de un error en el servicio.

Componente 11: Base de datos global

Propósito Almacenar y gestionar la información relacionada a los demás componentes tecnológicos. Esta información puede ser información sobre las solicitudes formalizadas de los servicios, la documentación de todos los servicios web disponibles en la organización, documentación de todos los servicios web atómicos que son provistos por un área funcional de una organización, listas que pueden contener servicios seleccionados por un descubridor y seleccionador, planes de composición asociados a una solicitud, un conjunto de datos asociados a peticiones, procesamientos y resultados de un servicio consumido y un conjunto de métricas de calidad del servicio.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Todos

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Definición, Composición, Ejecución, Monitoreo

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Registrar el plan de composición y el servicio web. Almacenar los servicios en el registro público y privado. Buscar en el registro público. Definir datos a monitorear.

Componente 12: Base de datos del registro privado.

Propósito Almacenar y gestionar la información relacionada a la documentación de todos los servicios web atómicos que son provistos por un área funcional de una organización.

Funcionalidades que debe ofrecer el componente:

Capas software: Capa presentación. Capa Lógica

Subcomponentes asociados: Registro privado

Fase de la composición donde puede ser utilizado: Composición

Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado: Almacenar los servicios en el registro público y privado.

4.2.3. Relación entre los atributos de calidad y los componentes tecnológicos de alto nivel.

En la tabla 8 se describen como los componentes tecnológicos de alto nivel planteados intentan favorecer los atributos de calidad compatibilidad, fiabilidad y eficiencia de desempeño, desde algunas de sus sub características.

Los componentes tecnológicos de alto nivel han sido planteados por medio de funcionalidades software cohesivas, de tal manera que puedan ser implementados a través de separación de tres capas, capa de presentación, capa lógica y capa de servicios. Una forma de implementar los componentes tecnológicos de alto nivel puede ser a través de una aplicación SPA y micro servicios, permitiendo de este modo favorecer los siguientes atributos de calidad de manera transversal: coexistencia, disponibilidad e interoperabilidad.

| | |
|-----------------------------|---|
| | registros del componente 12 , base de datos del registro privado, para descubrir y seleccionar servicios web con el fin de construir un plan de composición. |
| Fiabilidad, Disponibilidad. | El componente 10 , controlador del estado de métricas de un servicio, plantea la funcionalidad 3, que intenta favorecer la disponibilidad como atributo de calidad, debido a que mediante esta funcionalidad se busca analizar continuamente los servicios con el fin de notificar automáticamente al personal de TIC cuando un servicio se encuentre inactivo. |
| Fiabilidad, Madurez. | El componente 6 , compositor de servicios, plantea la funcionalidad 1, que intenta favorecer la madurez como atributo de calidad, debido a que esta funcionalidad busca validar que las entradas y salidas que sirven para relacionar los servicios web sean coherentes entre sí. |
| Fiabilidad, Madurez | El componente 2 , controlador del estado de una solicitud, plantea la funcionalidad 2, la cual intenta favorecer la madurez como atributo de calidad, debido a que este componente busca que los estados de una solicitud sean consistentes con la fase de composición en la cual se encuentra la solicitud, de tal forma de que una solicitud siempre tenga un estado asociado y que sea pertinente a la situación actual y real del mismo. |

| | |
|--|---|
| <p>Eficiencia de desempeño, Utilización de recursos.</p> | <p>El componente 5, descubridor y seleccionador de servicios, plantea una funcionalidad 2 la cual intenta favorecer la eficiencia de desempeño como atributo de calidad, debido a que esta funcionalidad busca considerar las métricas asociadas a cada servicio para poder mostrar el detalle de las mismas y así, permitirle al usuario seleccionar el servicio web posiblemente más adecuado.</p> |
| <p>Eficiencia de desempeño, Comportamiento temporal.</p> | <p>El componente 10, controlador del estado de métricas de un servicio, plantea las funcionalidades 1 y 2 las cuales intentan favorecer el comportamiento temporal como atributo de calidad, debido a que estas funcionalidades buscan realizar un monitoreo continuo de la información asociada al consumo de un servicio y cuando una métrica supera los límites establecidos se notifica al personal de TIC sobre el comportamiento del servicio.</p> |
| <p>Eficiencia de desempeño, Comportamiento temporal.</p> | <p>El componente 10, controlador del estado de métricas de un servicio, plantea la funcionalidad 4 la cual intenta favorecer la utilización de recursos como atributo de calidad, debido a que esta funcionalidad busca medir el rendimiento y el uso de los recursos de los servicios.</p> <p>El componente 8 y 9, procesador de calidad del servicio y analizador de calidad del</p> |

| | |
|---|--|
| Eficiencia de desempeño, Comportamiento temporal y utilización de recursos. | servicio, plantean funcionalidades las cuales intentan favorecer los atributos de calidad comportamiento temporal y utilización de recursos, debido a que el componente 8 obtiene datos asociados al consumo de un servicio y el componente 9 toma esos datos como entrada y muestra para un servicio en particular o varios servicios en particular, tiempos de actividad e inactividad y el tiempo promedio para recibir una solicitud, procesarla y retornar una respuesta. |
|---|--|

Tabla 8. Correlación entre los atributos de calidad y los componentes tecnológicos

4.2.4. Instanciación del modelo.

Al momento de que el personal de TIC de una organización desee utilizar el modelo para orientar la composición manual de servicios web al interior de una organización puede en primer lugar usar los procesos de negocio planteados para establecer el conjunto de actividades que guiarán al área de TIC y a las áreas funcionales sobre cómo componer servicios; en segundo lugar, puede usar los componentes tecnológicos de alto nivel asociados a las actividades para establecer diferentes componentes software y hardware que permitirán componer los servicios web desde una perspectiva tecnológica. A continuación, se plantean tres formas en las cuales los componentes tecnológicos pueden ser utilizados al momento de desarrollar uno o varios sistemas software que guíen la composición manual de servicios web.

Aplicación monolítica web:

El modelo puede ser implementado a través de una aplicación monolítica web, la cual está constituida por una capa de presentación, lógica y de servicios. Para este tipo de aplicación, la capa de presentación usualmente utiliza un motor de plantillas para mostrar la información procesada en la capa lógica. En la figura 10 se plantea que las 3 capas de los diferentes

componentes irían en una sola aplicación, esta aplicación se conectaría a las dos bases de datos planteadas.

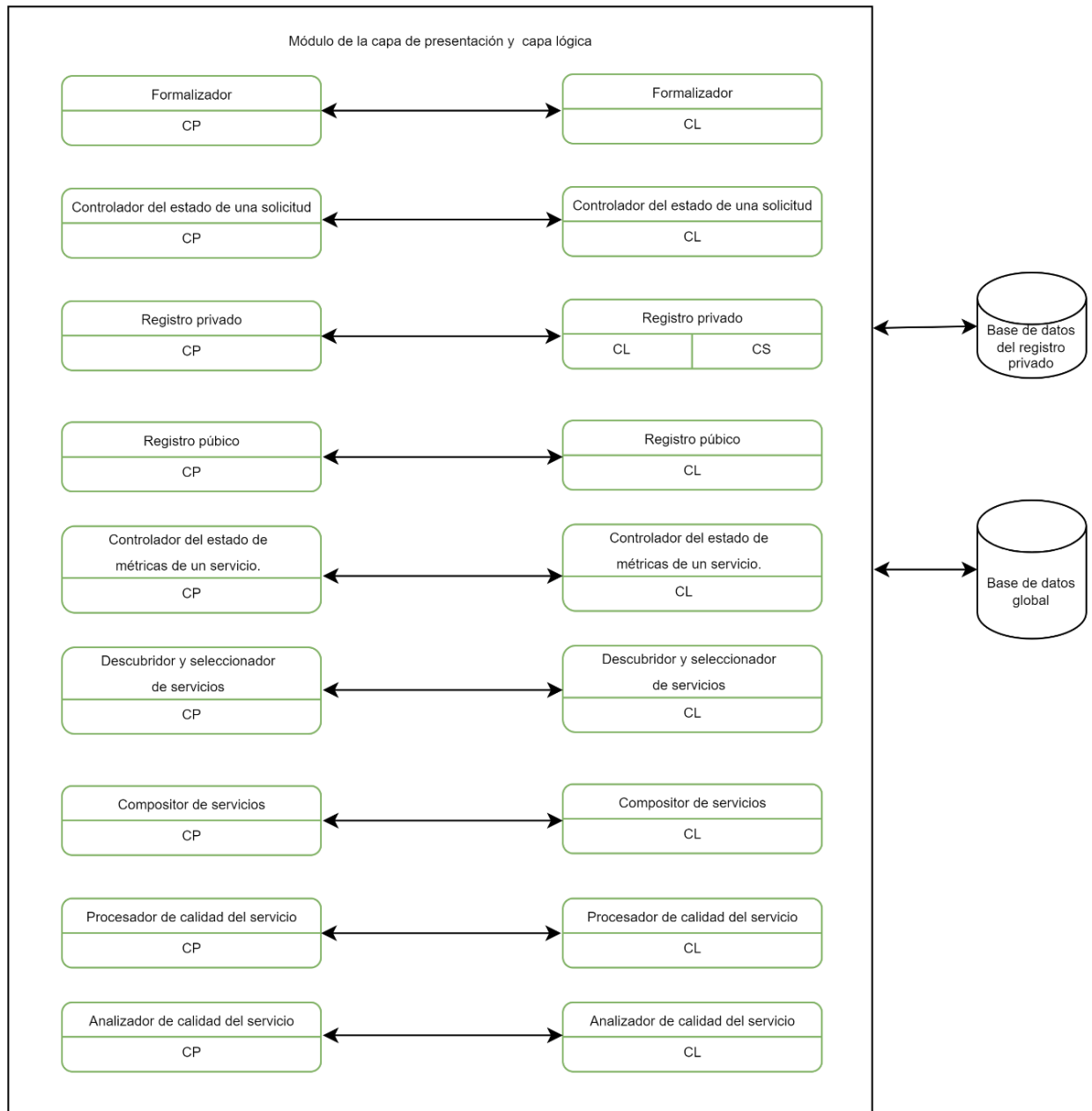


Figura 10. Aplicación monolítica web

Aplicación SPA.

El modelo puede ser implementado mediante una aplicación de página única. En la figura 11 se muestra esta implementación la cual consiste en que una aplicación (front-end) se colocan todas las capas de presentación de los componentes y en otra aplicación (back-end) se colocan la capa lógica y de servicios de los componentes.

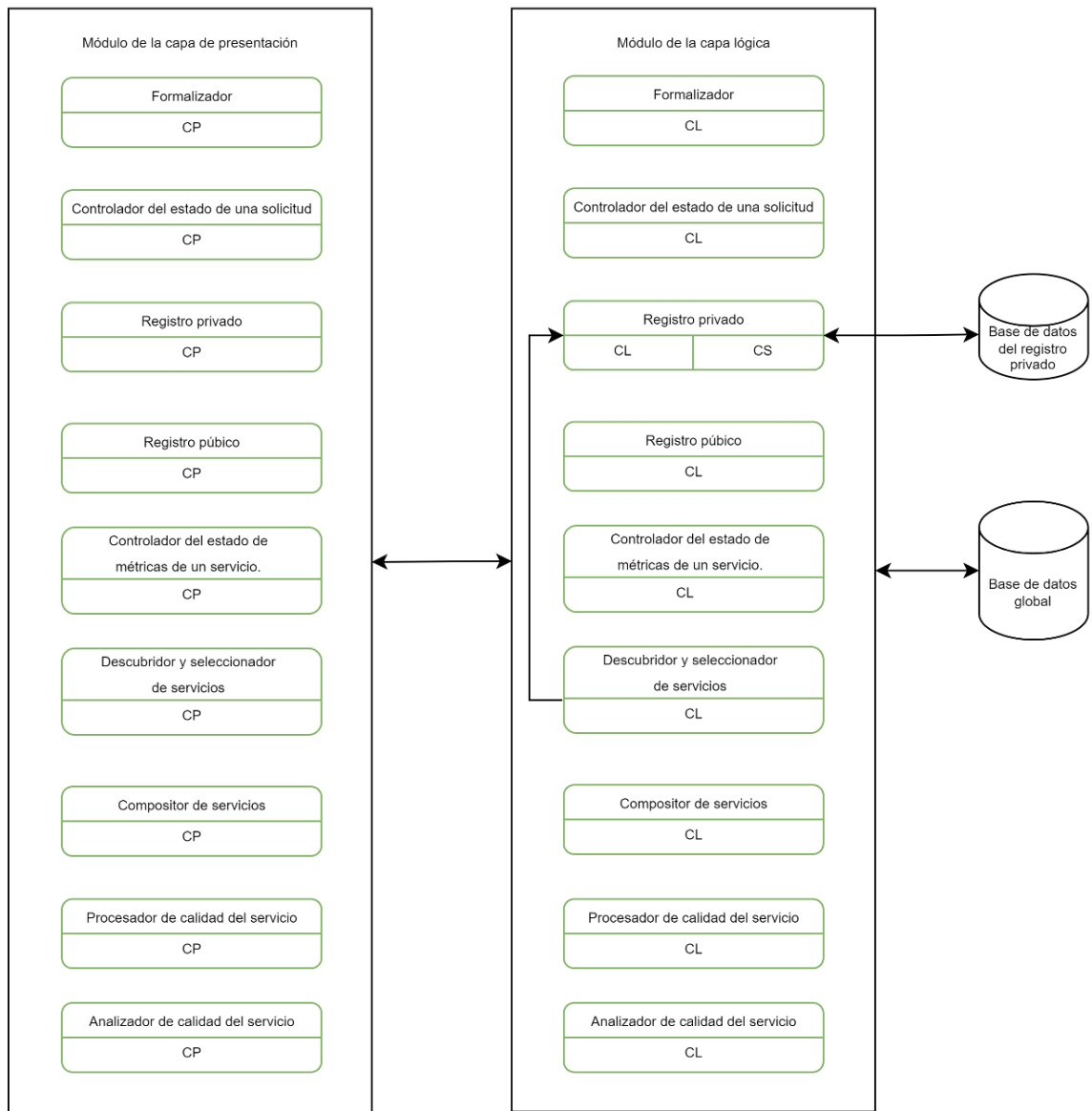


Figura 11. Aplicación de una sola página (SPA)

Aplicación SPA con micro servicios:

El modelo puede ser implementado siguiendo la estructura de micro servicios. En la figura 12 se plantea una aplicación (front-end) que contiene todas las capas de presentación de los componentes tecnológicos de alto nivel y se plantean un conjunto de micro servicios cada uno de ellos asociados a la capa lógica de cada uno de los componentes tecnológicos de alto nivel.

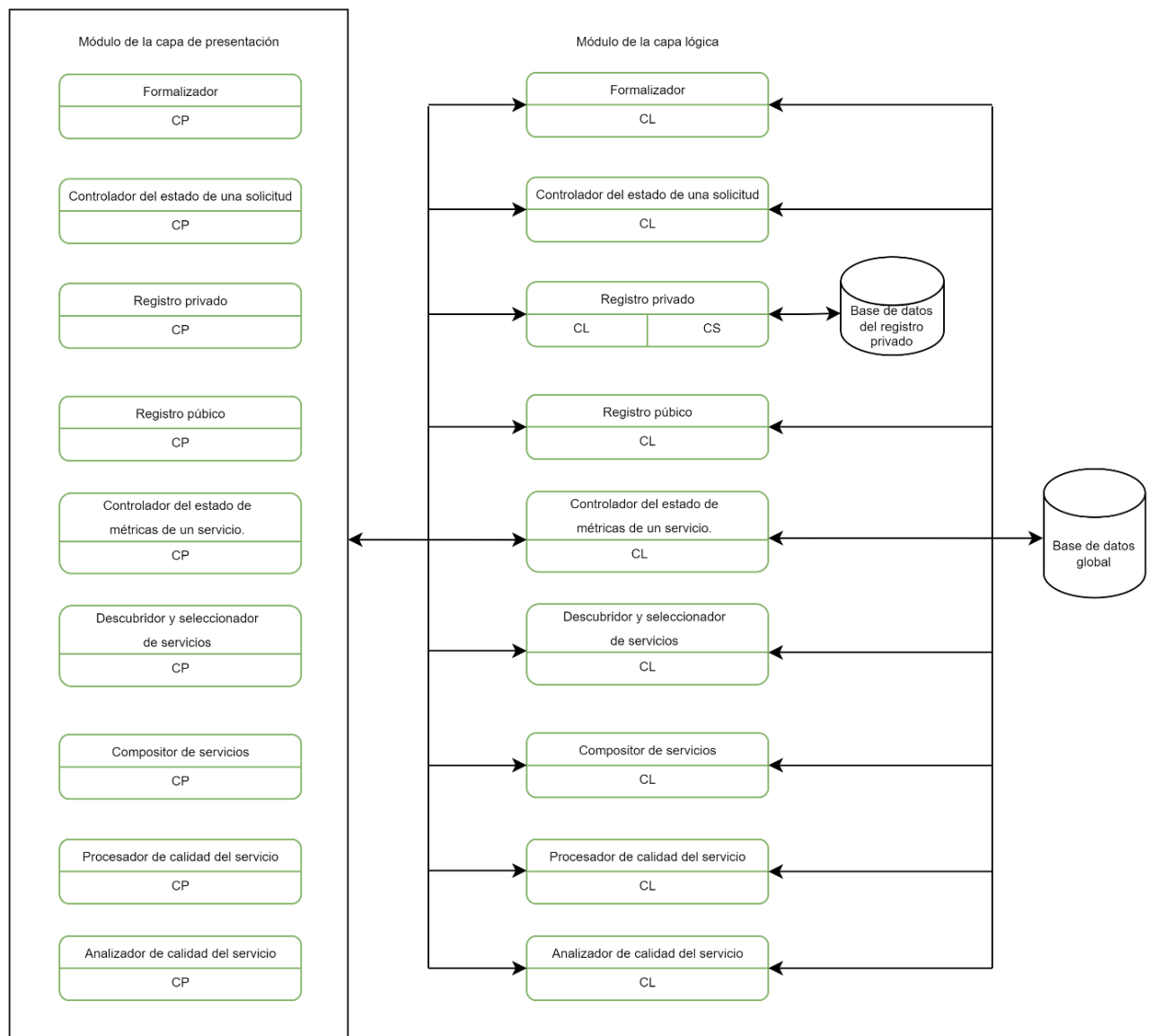


Figura 12. Aplicación SPA con micro servicios

4.2.5. Precondiciones para usar el modelo.

El modelo está orientado hacia organizaciones que cumplan las siguientes condiciones:

- La organización debe contar con diversas aplicaciones software que expongan o puedan exponer servicios web a través de APIs.
- La organización debe contar con un grupo de TIC y los recursos suficientes para implantar e implementar el modelo.
- La organización debería estar orientada o pensar en utilizar procesos de negocio.

Capítulo 5 – Evaluación del modelo para la composición de servicios web.

En este capítulo, es presentado el proceso de evaluación para el modelo de composición de servicios web mediante el método de focus group. En primer lugar, son indicadas las características del método seleccionado y la justificación de su elección. Posteriormente, son detalladas las etapas de este proceso, los resultados obtenidos y cómo influyeron en el mejoramiento del modelo propuesto.

5.1 Justificación de la selección del método Focus Group.

Es necesario que el modelo para la composición manual de servicios web realizado sea evaluado mediante un método que involucre a los diferentes interesados y permita determinar si el modelo impactaría de manera positiva en composición manual de servicios web al interior de una organización.

En la investigación en el área de Ingeniería de Software, en función del objeto de estudio existen dos tipos de métodos de investigación: cualitativos y cuantitativos [37]. Los métodos de investigación cuantitativos son encargados de medir y analizar el grado de asociación o relación entre variables cuantificadas, son objetivos, ya que consideran que todos los fenómenos pueden ser reducidos a indicadores que representan la realidad [38]. Por su parte, los métodos de investigación cualitativos están basados en la interpretación y el constructivismo y son subjetivos ya que consideran que existen múltiples realidades o verdades basadas en una construcción de la realidad [38] [39].

Para realizar la evaluación inicial del modelo para la composición manual de servicios web fue considerado acudir a un método cualitativo, con el fin de considerar las opiniones de expertos en composición sobre si el modelo podría impactar de manera positiva en la composición de servicios web al interior de una organización.

Existen varios procedimientos de investigación cualitativa los cuales son clasificados como directos o indirectos, dependiendo si los participantes conocen el verdadero propósito del proyecto o si se disfraza el verdadero propósito del proyecto [40]. Para el caso de la evaluación del modelo de composición manual de servicios web no tiene sentido utilizar un enfoque indirecto porque es requerido que quienes participen en el método de evaluación conozcan

aquello a evaluar y además es necesario recibir realimentación explícita de parte de todos los participantes.

Para la evaluación del modelo de composición manual de servicios web se decidió aplicar el método de investigación cualitativa Focus Group debido a que este método permite que un grupo de expertos en temas relacionados sobre composición y servicios web generen una retroalimentación rápida y además entrega de información confiable con costos mucho menores que los de las herramientas de investigación tradicionales, como las grandes encuestas.

5.2 Proceso de evaluación

Una vez elegido el método Focus Group, en esta sección es presentada la planificación utilizada para evaluar cómo el modelo de composición manual de servicios web podría impactar una organización que decida implementar el modelo. Para organizar la planificación del Focus Group fue utilizado el proceso propuesto en [41] el cual pretende organizar y formalizar la aplicación de Focus Group mediante la definición de los elementos necesarios (fases, actividades, tareas, roles y productos de trabajo) para guiar y facilitar su aplicación y gestión. Se buscó que los participantes tuvieran experiencia a nivel empresarial y pedagógico.

5.2.1 Estructura general del método Focus Group

La estructura general de Focus Group según lo planteado por [41], es mostrada en la figura 13. Esta estructura está compuesta a nivel general de las siguientes fases:

- a) Planeación de la investigación: su propósito es establecer los elementos de contenido y de procedimiento que serán aplicados al debate de los participantes.
- b) Definición de grupos de discusión: su propósito es identificar los participantes y constituir los grupos de debate.
- c) Conducción de la sesión de debate: su propósito es ejecutar los procedimientos establecidos en la primera fase, dando cumplimiento al debate pretendido. Fase coordinada por el moderador, sintetizada por el relator y desarrollada por los participantes.
- d) Análisis de información y reporte de resultados: Su propósito es obtener información de valor sobre el debate cumplido.

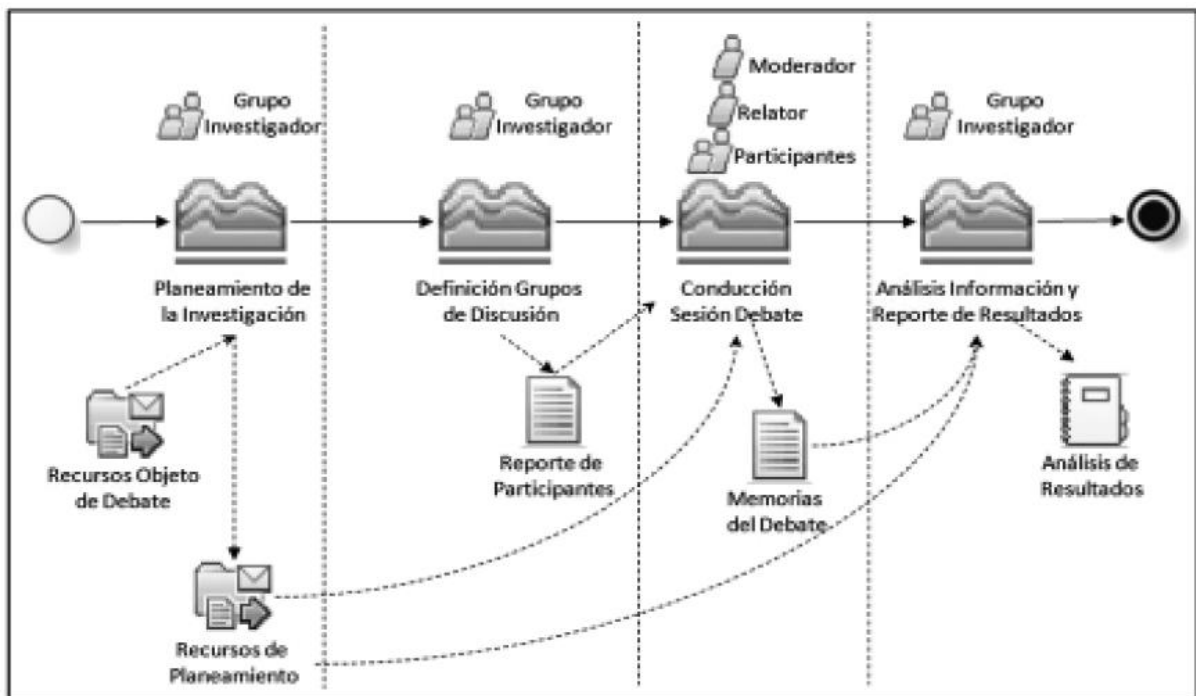


Figura 13 Diagrama de actividad para el proceso general de aplicación de Focus Group

5.2.2 Ejecución del método Focus Group para la evaluación para el modelo de composición manual de servicios web.

A continuación, son descritas en detalle cada una de las fases ejecutadas, siguiendo como referencia para su documentación el trabajo realizado en [42].

5.2.2.1 Fase de planeación de la investigación

Las actividades realizadas durante esta fase fueron las siguientes:

Definición del problema de investigación. El objetivo del Focus Group fue evaluar si los dos elementos del modelo propuesto son idóneos para orientar la composición manual de servicios al interior de una organización considerando atributos de calidad.

Preparación de materiales para contextualización. Como base para la contextualización de los participantes, fue realizada una presentación que mostraba un resumen de la problemática abordada, los tres procesos de negocio planteados, los componentes tecnológicos y cómo cada uno de ellos favorece los atributos de calidad compatibilidad, fiabilidad y eficiencia de desempeño.

Preparación de materiales a diligenciar por los participantes. Después de la sesión de Focus Group los participantes debieron realizar una encuesta de evaluación de aspectos generales.

Preparación de materiales para la conducción del debate. Para debatir sobre los elementos de modelo propuesto fueron planteadas una serie de preguntas que orientaron la participación de los involucrados en el focus group las cuales son mostradas en la tabla 9.

| No | Pregunta |
|----|--|
| 1 | ¿Considera que los procesos de negocio pueden impactar positiva o negativamente a una organización, cuando esta se decide a realizar la composición de servicios web? |
| 2 | ¿Considera que los componentes tecnológicos son suficientes para orientar en la creación de una aplicación software distribuida la cual permita la composición de servicios web? |
| 3 | ¿Considera coherente la relación que existe entre los componentes tecnológicos y los procesos de negocio? |
| 4 | ¿Cree que es necesaria la creación o eliminación de un componente tecnológico de alto nivel? |
| 5 | ¿Considera que los atributos de calidad eficiencia de desempeño, fiabilidad y compatibilidad se ven favorecidos por medio de los componentes tecnológicos? |
| 6 | ¿Cuáles serían los retos que tendría una organización al intentar usar nuestro modelo? |
| 7 | ¿Creen que a partir de nuestro modelo sería más fácil para una organización llegar poder a lograr la composición de servicios desde una perspectiva de negocio y tecnológica? |

Tabla 9 Preguntas de investigación para el debate

Definición del protocolo para efectuar la sesión del Focus Group. El protocolo definido para la sesión está descrito en la tabla 10.

| | |
|------------------------------|--|
| Tema | Evaluación del modelo “Modelo para la composición de servicios web considerando atributos de calidad” |
| Duración de la sesión | 90 minutos |
| Método de la sesión | Virtual |
| Fecha | 1 de noviembre de 2022 |
| Hora | 06:00 pm |
| Moderador/Relator | Juan Felipe Muñoz Ordoñez / Lino Alejandro Muñoz Buesaquillo |
| Supervisor | Ingeniero Daniel Eduardo Paz Perafán |
| Objetivo General | Evaluar cada uno de los elementos que conforman el modelo para la composición manual de servicios web, de acuerdo con el grado de aceptación o rechazo por parte de los integrantes del Focus Group. |

| | |
|-------------------------------------|--|
| <p>Objetivos Específicos</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Presentar los conceptos básicos relacionados sobre la composición manual de servicios web. • Presentar los elementos que conforman el modelo. • Conocer las apreciaciones acerca de cada uno de los elementos que constituyen el modelo para la composición manual de servicios web. • Establecer los resultados del debate a partir del análisis de las apreciaciones obtenidas. |
|-------------------------------------|--|

Tabla 10 Protocolo de la sesión del Focus Group

Definición de métodos de captura y registro de información. Los métodos elegidos fueron:

- Archivos de Audio de la sesión de Focus Group.
- Anotaciones de relatoría.
- Encuesta realizada por cada participante. Ver Anexo_006 y Anexo_007

Definición del procedimiento para el análisis de información. Procedimentalmente fueron establecidas las siguientes actividades para el análisis de información: (i) Contraste entre las anotaciones de relatoría, encuesta de Evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, (ii) Establecimiento de puntos de concertación y disímiles, (iii) Identificación de aportes y observaciones indicadas por los participantes, (iv) Clasificación de aspectos positivos del impacto en la publicación de contenidos, aspectos por mejorar y observaciones.

5.2.2.2 Fase de definición de grupos de discusión

El grupo de participantes fue definido de la siguiente manera:

Definición del perfil de participante. Fueron establecidos los siguientes criterios para constituir el grupo de expertos participantes:

- Profesionales con conocimientos en arquitecturas software orientadas a servicios, composición de servicios web y calidad de software.

Identificación de los participantes. El listado de los participantes de la sesión de Focus Group es mostrado en la Tabla 11.

| Código asignado | Nombre | Formación académica |
|-----------------|--------------------------------|--|
| P1 | Jairo Andrés Mendieta Reyes | Líder de arquitectura Siigo. Experiencia sobre desarrollo, implementación e integración de API'S con arquitectura SOA. |
| P2 | Jaime Adalberto López Vivas | Senior VP de ingeniería en Siigo. Arquitecto de software. DevOps Experto. |
| P3 | Sandra Buitrón | Ingeniería de Requisitos Gestión de conocimiento, Testing ágil, Gestión de proyectos tecnológicos, normas ISO 25010, ISO 33000, ISO 29110. Docente de la universidad del Cauca. |
| P4 | Pablo Augusto Magé Imbachí | Ingeniero de Sistemas de la Universidad del Cauca. Docente de la universidad del Cauca. |
| P5 | Libardo Pantoja Yopez | Ingeniero de Sistemas de la Universidad del Cauca. Docente de la universidad del Cauca. |

Tabla 11 Participantes de la sesión Focus Group.

5.2.2.3 Fase de conducción de la sesión del debate.

Las actividades realizadas durante esta fase fueron las siguientes:

Contextualización previa. Previamente a la sesión de debate del Focus Group fueron contextualizados a los participantes, por medio de una presentación corta el modelo de composición manual de servicios web.

Secuencia básica. La sesión Focus Group fue ejecutada el día 01/11/2022, con la modalidad virtual, siendo coordinada por los moderadores Juan Felipe Muñoz Ordoñez y Lino Alejandro

Muñoz Buesaquillo y el supervisor Daniel Eduardo Paz Perafán, e integrada por los participantes y el relator. Fue seguido el protocolo y utilizando los documentos mencionados en la sección 5.2.2.1.

Captura de información. Fueron empleados como técnicas de captura la grabación de audio, las encuestas diligenciadas por cada participante y el registro de relatoría por parte del rol de relator. Ver Anexo_005, Anexo_006, Anexo_007, Anexo_008, Anexo_009, Anexo_010 y Anexo_011

Rol del relator. Este rol fue cumplido por parte del estudiante Juan Felipe Muñoz Ordoñez, quien estuvo encargado de registrar las observaciones más importantes sobre las diversas intervenciones de los participantes.

Rol del moderador. Este rol fue cumplido por parte de los estudiantes Juan Felipe Muñoz Ordoñez y Lino Alejandro Muñoz Buesaquillo, quienes estuvieron encargados de efectuar la presentación del modelo de composición manual de servicios web y posteriormente gestionar el uso de la palabra para cada participante y demás actividades asociadas con los documentos a ser diligenciados.

Resultado de ejecución del debate. La agenda para la realización del debate fue ejecutada como estaba planeada. A nivel general fueron realizadas las siguientes actividades: (i) presentación del modelo de composición manual de servicios web por medio de una exposición ejecutiva en la cual fueron descritos todos y cada uno de los elementos que constituyen el modelo, (ii) posteriormente los moderadores presentaron cada una de las preguntas de investigación, acompañadas de una explicación de lo que pretende ser investigado, (iii) cada participante presentó sus aportes, y (iv) cada participante diligenció el formato de encuesta de aspectos generales.

5.2.2.4 Fase de conducción de la sesión del debate.

En esta fase fue analizada la información recolectada en la sesión Focus Group y establecidos los aportes y observaciones para el modelo de composición manual de servicios web. Procedimentalmente fueron realizadas las siguientes actividades: (i) contraste entre las anotaciones de relatoría, encuesta de evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, (ii) establecimiento de los puntos de concertación y disímiles, (iii) determinación de

los aportes y observaciones indicadas por los participantes, y (iv) clasificación de los aportes en aspectos positivos del modelo de composición de servicios web, aspectos por mejorar y observaciones.

Finalmente, fue establecido si el modelo de composición manual de servicios web genera impacto positivo en las organizaciones que decidan implementarlo. En las siguientes páginas son mostrados, de manera sintetizada, los resultados generados del análisis de información a partir de la evaluación.

5.2.2.4.1 Resultado del Focus Group

A partir de la revisión de las anotaciones de relatoría, encuesta de Evaluación de aspectos generales y los archivos de soporte de audio, fueron identificados los aportes y observaciones indicadas por los participantes. En las siguientes páginas son mostrados los aportes y también cuáles participantes los emitieron.

En la tabla 12 están recopilados los aspectos positivos identificados por los participantes, en la tabla 13 son agrupados los aspectos por mejorar y en la tabla 14 son reseñadas las demás observaciones que los participantes hicieron sobre el modelo de composición de servicios web.

| Aspectos positivos | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|--|---|----|----|----|----|
| | Los procesos de negocio planteados sí impactan positivamente a una organización, debido a que existen actividades que promueven el almacenamiento de los servicios web en un registro público y privado, y además permiten combinar los servicios para ofrecer una mejor generación de valor y evitar las islas de información. | X | | | X |
| Los componentes tecnológicos al trabajar juntos soportan las diversas actividades de cada uno de los tres procesos de negocio planteados. A su vez, los procesos de negocio orientan las fases definición, combinación, ejecución y monitoreo. | | | | X | X |
| El haber planteado diversos componentes tecnológicos desde una perspectiva granular favorece la fácil implementación y mantenibilidad de ellos. Por otra parte, el haber planteado componentes tan granulares ha permitido que se pueda comprender de mejor manera su relación con las actividades del proceso de negocio. | X | | | | |
| Un aspecto positivo sobre el modelo es la existencia de un repositorio donde se encuentran todos los servicios | X | | | X | |

| | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|
| web. De esta forma el mantenimiento y tiempos de construcción de un servicio son ágiles en comparación con la creación del servicio web desde cero. | | | | | |
| Los elementos del modelo planteado además de permitir la composición de servicios web, también permite la composición de micro servicios. | | X | | | |
| El modelo aborda la característica de resiliencia, capacidad que tiene un sistema para continuar su ejecución a pesar de que se presenten fallos. La resiliencia está muy asociada al concepto de construir software a gran escala. | | X | | | |
| El modelo es adecuado para aplicarse en organizaciones que tengan diversas aplicaciones software que expongan o puedan exponer servicios web a través de APIs, que cuenten con un grupo de TIC y tengan el capital suficiente para implantar el modelo. | | | | | X |
| El modelo también impactaría la cultura de la organización, debido a que se estaría cambiando el enfoque de trabajo, pasaríamos de pensar en aplicaciones software aisladas a aplicaciones que ofrecen servicios y que pueden ser compuestos. | | X | X | | X |
| El modelo planteado permite una comunicación síncrona y asíncrona a través de la orquestación y coreografía, de esta forma, el modelo puede alinearse a la combinación de servicios con un bajo acoplamiento. | | X | | | |
| Cada una de las funcionalidades de los componentes propuestos permiten potenciar los atributos de calidad compatibilidad, fiabilidad y eficiencia de desempeño, lo cual es un gran aporte desde la perspectiva de los atributos no funcionales. | | X | | | X |
| Los dos elementos del modelo están alineados con la forma en que actualmente las organizaciones y empresas desarrolladoras de software realizan la composición de servicios web. Se nota que el modelo fue producto de una buena caracterización de la literatura. | | X | X | | |
| El modelo implementa, de manera implícita, patrones de diseño de arquitectura en la nube. El patrón Retry envía a través de eventos, llamados a servicios las veces que sea necesario hasta el servicio conteste. El patrón Saga se define como una secuencia de transacciones la cual actualiza la siguiente transacción mediante algún tipo de evento y se puede encontrar en diseños de orquestación y coreografía. Finalmente, el patrón Circuit Breaker rompe con un llamado cíclico de un servicio, con el fin de evitar el gasto innecesario de recursos. | | X | | | |
| Los componentes tecnológicos de alto nivel del modelo planteado establecen una arquitectura inicial para la | X | X | X | | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| construcción de una o varias aplicaciones software que soporten la composición de servicios. | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Tabla 12 Aspectos positivos sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group.

| Aspectos por mejorar | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|--|----|----|----|----|----|
| Aclarar que el modelo permite la composición de diversos tipos de servicios web como los SOAP, rest GraphQL y GRPCs. | | X | | | |
| Con el fin de delimitar el uso del modelo, se deben considerar organizaciones que tengan gran cantidad de aplicaciones que ofrezcan servicios web. Para lograr acotar el uso del modelo, se debería plantear un ítem de precondiciones de una organización para utilizar el modelo. Algunas precondiciones son: La empresa debe estar orientada por procesos de negocio, contar con varias aplicaciones, tener varias áreas funcionales, contar con un equipo de TIC, contar con los recursos suficientes para implementar los componentes tecnológicos e implantar los procesos de negocio. Finalmente, deben tener la capacidad financiera para hacer uso del modelo. | X | X | X | | X |
| Crear una actividad dentro del proceso de negocio, en la cual el personal TIC pueda realizar el análisis de las entradas y salidas de los servicios con el propósito de eliminar barreras semánticas desde el sentido de las palabras y sintéticas desde la escritura de estas. | | X | | | |
| Aclarar el concepto de componente tecnológico, debido que puede confundir con componentes que utilicen tecnologías en particulares tales como Kafka. Por lo tanto, se debería utilizar otros nombres como componentes funcionales o componentes tecnológicos de alto nivel. | X | X | | X | X |
| Diseñar un conjunto de ejemplos donde se presenten formas de implementar el modelo, en ellas se deberían especificar tecnologías y patrones de diseño con el fin de que el lector que esté interesado en el modelo tenga un lineamiento de cómo llevarlo a la realidad. | X | | | | X |

Tabla 13 Aspectos a mejorar sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group.

| Observaciones | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|---|--|----|----|----|----|
| | Se debe considerar que el trabajo con servicios web se está convirtiendo en una actividad muy compleja, debido a su mantenimiento y uso de estos, por lo cual se recomienda considerar el uso de HTTP2 con GRPC y servicios REST con JSON. | | X | | |
| Simca podría ser un claro ejemplo donde se podría implementar el modelo, debido a que cuenta con un personal TIC y diversas áreas funcionales las cuales pueden ofrecer distintos servicios. Actualmente, Simca no establece comunicación entre áreas funcionales a través de servicios web, debido a que la interoperabilidad se maneja mediante el uso compartido de usuarios para poder acceder a diversas bases de datos. Así como la existencia de sistemas como nómina y recursos humanos, los cuales son sistemas contratados por la universidad, por lo tanto, si se requiere de un cambio, se debe contactar a los propietarios del sistema y entablar una negociación para determinar cuánto puede costar ese cambio. | | | | | X |
| Se debería abordar el tema de personal, tiempo y costo en el que incurrián las organizaciones que deseen implementar el modelo para la composición manual de servicios web, debido a que el modelo representa un trabajo arquitectónico de alto nivel el cual considera varios elementos como componentes tecnológicos y modelos de negocio. Los costos dependerán si se implementa el modelo en organizaciones nacionales o extranjeras y, además, si contemplan computación en la nube, ya que se tendría que añadir el aspecto de los costos bajo demanda. | | X | X | | X |
| La actividad Controlador del estado de métricas de un servicio debería considerar que los servicios cuenten con interfaz que me permita saber si están activos. Esto se podría implementar utilizando el patrón Health Endpoint Monitoring, el cual realiza un llamado a un servicio donde el servicio retorna una respuesta con el fin de verificar si el servicio está activo o no. | | X | | | |
| El modelo planteado se relaciona con las arquitecturas Cloud Native, debido a que se utilizan componentes como el registro de servicios y el descubridor de servicios utilizados usualmente en dichas arquitecturas. | | X | | | |

Tabla 14 Observaciones sobre el modelo de composición manual de servicios web, identificados en la sesión del Focus Group

En la tabla 15 están recopilados los aportes globales de la encuesta sobre los aspectos generales del modelo de composición manual de servicios web.

Todas las respuestas se basan en una escala de 1 a 5, donde 1 significa "En total desacuerdo" y 5 "Totalmente de acuerdo".

| No | Preguntas | Opciones | | | | |
|----|--|----------|-----|-----|-----|----|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | ¿Considera que los procesos de negocio orientan a partir de sus actividades la composición manual de servicios web al interior de una organización? | 80% | 20% | 0% | 0% | 0% |
| 2 | ¿Considera que los procesos de negocio pueden impactar positivamente a una organización, cuando ésta se decide a realizar la composición de servicios web? | 40% | 20% | 40% | 0% | 0% |
| 3 | ¿Considera que los procesos y subprocesos de negocios para la composición de servicios web abarcan todos los escenarios posibles dentro del proceso de composición de servicio web? | 40% | 20% | 20% | 20% | 0% |
| 4 | ¿Considera que los componentes tecnológicos expuestos por el modelo son suficientes para orientar en la creación de una aplicación software distribuida la cual permita la composición de servicios web? | 40% | 40% | 20% | 0% | 0% |
| 5 | ¿Considera coherente la relación que existe entre los componentes tecnológicos y los procesos de negocio? | 60% | 40% | 0% | 0% | 0% |
| 6 | ¿Considera que los componentes tecnológicos tienen relación entre sí para realizar la composición de servicios web? | 60% | 40% | 0% | 0% | 0% |
| 7 | ¿Considera que el diagrama de componentes tecnológicos establece una correlación evidente y clara entre sus componentes tecnológicos y los procesos y subprocesos de negocio? | 40% | 40% | 20% | 0% | 0% |
| 8 | ¿Está de acuerdo en que el modelo resulte útil para una organización o empresa que desea implementar en su lógica la utilización y composición de servicios web? | 40% | 40% | 20% | 0% | 0% |
| 9 | ¿Considera que el diagrama de componentes tecnológicos es fácil de entender para el personal de TIC dentro de una organización? | 80% | 20% | 0% | 0% | 0% |
| 10 | ¿Considera que los atributos de calidad eficiencia de desempeño, fiabilidad y compatibilidad se ven favorecidos por medio de los componentes tecnológicos? | 80% | 20% | 0% | 0% | 0% |

Tabla 15 Resultado global de la encuesta sobre los aspectos generales del modelo de composición manual de servicios web

A partir de la encuesta de aspectos generales diligenciada por los 5 participantes y la correlación con sus aportes durante el focus group se identificaron los siguientes aspectos:

- Se puede evidenciar que todos los participantes consideran que los procesos de negocio y su asociación con los componentes tecnológicos de alto nivel orientan la composición de servicios, pero para que impacten positivamente las organizaciones deben tener los suficientes recursos humanos, tecnológicos y financieros para poder lograr implementar e implantar los dos elementos del modelo. Además, este impacto positivo se ve reflejado debido a que el diagrama de componentes tecnológicos de alto nivel se considera fácil de entender para el personal TIC dentro de una organización y su nivel de granularidad y funcionalidades favorecen los atributos de calidad eficiencia de desempeño, fiabilidad y compatibilidad.
- En los diagramas de procesos y de componentes no se ve reflejada la relación entre las actividades de negocio y los componentes tecnológicos planteados, debido a que esta relación sí se ve clara en la descripción de los componentes, en el ítem **Actividad del proceso de negocio donde puede ser utilizado**.
- Los componentes tecnológicos se relacionan entre sí para lograr una completa composición manual de servicios web desde las fases de definición, combinación, ejecución y monitoreo.
- Como trabajo futuro, se deben plantear nuevos escenarios además de los 3 escenarios planteados para la composición de servicios los cuáles son, encontrar el servicio que satisface la solicitud del usuario, encontrar un conjunto de servicios los cuales pueden ser parte de un proceso de composición, y no encontrar ningún servicio que permita la composición.
- Es necesario agregar precondiciones que deben ser cumplidas por las organizaciones para que se favorezca el uso del modelo planteado.

5.2.2.5 Conclusión del Focus Group

A partir de los aportes realizados por los participantes durante la ejecución del Focus Group, se estableció que el modelo es idóneo para realizar la composición manual de servicios web impactando de manera positiva determinadas organizaciones. Esto fue determinado debido a las siguientes razones consideradas por los participantes:

- El modelo propuesto plantea una forma de trabajar organizada y bien dirigida a partir de los procesos de negocio para que las organizaciones puedan implementar la transición al trabajo con servicios web y composición de servicios web. Para obtener el mayor beneficio en relación de costo y tiempo, las empresas u organizaciones que deseen implementar el modelo deben trabajar bajo la idea de dominios de negocio, por ejemplo, un grupo TIC y algunas áreas funcionales.
- Todo el conjunto de componentes tecnológicos permite soportar todas las diversas actividades que se encuentran en las fases definición, combinación, ejecución y monitoreo. Por otra parte, el haber definido un conjunto de funcionalidades a los componentes tecnológicos de alto nivel y el haberlos planteado de una manera granular permite que su implementación pueda realizarse a través de micro servicios para construir al final un sistema distribuido.
- A partir de la experiencia de los expertos, se logró ratificar la importancia de algunos componentes tecnológicos dentro del modelo, componentes como el Descubridor y seleccionador de servicios, Controlador del estado de métricas de un servicio y los registros públicos y privados. Debido a que estos componentes son actualmente utilizados por las empresas que implementan el trabajo con servicios web. De esta forma el mantenimiento y tiempos de construcción de un servicio es más ágil en comparación con la creación del servicio web desde cero.
- Es importante plantear una serie de precondiciones que deben cumplir las organizaciones que van a utilizar el modelo propuesto. Entre las principales condiciones encontramos que: (i) la organización debe contar con diversas aplicaciones software que expongan o puedan exponer servicios web a través de APIs, (ii) la organización debe contar con un grupo de TIC y los recursos suficientes para implantar e implementar el modelo y (iii) la organización debería estar orientada o pensar en utilizar procesos de negocio.
- La definición de componente tecnológico puede ser ambigua, por tal se debe considerar el cambio de nombre de componente tecnológico a componente de alto nivel que ofrece una serie de funcionalidades que pueden ser implementadas en diversas tecnologías.
- El modelo para la composición manual de servicios web a través de sus componentes tecnológicos de alto nivel intenta favorecer los atributos de calidad compatibilidad, fiabilidad y eficiencia de desempeño los cuales hacen parte de la ISO 25010.

- Los dos elementos del modelo están alineados con la forma en que actualmente las organizaciones, empresas desarrolladoras de software y proyectos de investigación plantean y realizan la composición de servicios web.
- Los dos elementos del modelo planteado se diferencian de otras propuestas encontradas en la literatura a partir de los siguientes aspectos: correlaciona un conjunto de componentes tecnológicos con actividades para conducir la composición de servicios, permitiría la composición de diferentes tipos de servicios web, implementa de manera implícita varios patrones de diseño de arquitectura en la nube, y permitiría una comunicación síncrona y asíncrona a partir de la orquestación y la coreografía con el fin de tener un bajo acoplamiento. Respecto a las estrategias de composición de servicios, orquestación y coreografía, se diseñó un ejemplo en el cual se define la solicitud de un servicio web a través de una formalización, un conjunto de áreas funcionales los cuales ofrecen servicios web y dos diagramas los cuales expresan la comunicación que debe existir en cada una de estas estrategias de composición. Ver Anexo_012.

5.2.3 Limitaciones de la evaluación y su gestión

Varios riesgos fueron considerados durante las actividades de planificación de la investigación, conducción de la sesión de debate, análisis de información y reporte de resultados. A continuación, son listados los principales riesgos identificados y la forma en que fueron mitigados.

Preparación insuficiente. Es posible que haya participantes que asistan a la sesión sin la debida contextualización sobre el modelo de composición manual de servicios web realizado, lo que podría reflejarse en aportes muy pobres. Para mitigar este factor fue realizada una presentación ejecutiva de 20 minutos de duración sobre la propuesta como primer punto de la sesión de evaluación y además a cada participante fue compartida una versión digital del documento que sintetiza la propuesta.

Falsa percepción sobre los temas a debatir. Resulta imprescindible partir de una formulación clara de los temas a debatir partir de una serie de preguntas de investigación. Con el fin de que no generar imprecisiones, las preguntas para debatir durante la sesión de Focus Group fueron planteadas de una manera clara, sencilla, exacta y lo más entendibles posible.

Pérdida de control de parte del moderador durante la ejecución de la sesión. Por naturaleza una sesión Focus Group es más difícil de controlar que las entrevistas individuales, por lo tanto, durante la sesión de debate el moderador intento mantener el dominio de la sesión para evitar que los participantes discutan sobre aspectos escasamente relacionados con el tema de la sesión.

Capítulo 6 - Conclusiones, productos generados, lecciones aprendidas y trabajo futuro

En esta investigación ha sido desarrollado mediante el método de investigación-acción un modelo para composición manual de servicios web considerando atributos de calidad. El modelo propuesto define un conjunto de procesos de negocio y componentes tecnológicos de alto nivel que orientan la composición manual de servicios web. De esta forma, el modelo propuesto ha sido pensado desde dos perspectivas, la de negocio y la tecnológica. Desde la perspectiva de negocio se han definido un conjunto de procesos de negocio modelados en BPMN los cuales orientan a una organización sobre cómo realizar la composición manual de servicios web. Desde la perspectiva técnica se han definido un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel que establecen varias funcionalidades software que permiten soportar las actividades asociadas a la composición de servicios web. El aspecto tecnológico de los componentes se ve reflejado a través de las diferentes funcionalidades que cada componente puede ofrecer a través de una interfaz.

6.1. Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones a las que se llegó al finalizar este trabajo investigativo:

- A partir de la caracterización realizada se obtuvieron 31 componentes tecnológicos de alto nivel, a partir de los cuales identificamos un nombre, fase de composición a la que pertenece, atributos de calidad que intenta favorecer, tecnologías particulares, propósito y funcionalidades que ofrece. De los componentes caracterizados se encontró que apoyan a una o varias fases de la composición, algunos de ellos se enfocaban en un tipo de composición en específico y otros apoyaban diversos tipos de composición.
- A partir de la caracterización realizada se identificó que los diferentes proyectos de investigación se enfocaban en plantear componentes tecnológicos de alto nivel, mas no los asociaban a las diferentes actividades de negocio que hacen parte de una organización las cuales permiten orientar la composición de servicios web. En este sentido, los proyectos de investigación se enfocan más en el aspecto técnico de la composición y no lo correlacionaba con el aspecto de negocio.
- Fueron identificados y definidos los procesos de negocio que pueden orientar a las organizaciones en el proceso de composición de servicios web. Las actividades de los procesos de negocio están asociadas a las fases de composición de servicios: Definición,

combinación, ejecución y monitoreo. Estos procesos de negocio permitieron establecer la forma en que las organizaciones se deben comunicarse internamente, a través de sus diferentes roles como TIC y áreas funcionales.

- Fueron identificados y definidos un conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel los cuales pueden apoyar a las organizaciones en la composición de servicios web. Estos componentes tecnológicos de alto nivel se plantean para que soporten diversas actividades de cada uno de los procesos y subprocesos de negocio definidos asociados a las fases de composición de servicios.
- A partir de la evaluación del modelo mediante el método focus group, se identificó que los dos elementos del modelo son idóneos para orientar la composición manual de servicios web al interior de una organización. Desde la perspectiva del negocio, los procesos planteados permiten orientar de manera clara y completa cómo una organización podría llevar a cabo la composición. Desde la perspectiva técnica, se estableció que los componentes tecnológicos de alto nivel ofrecen todo un conjunto de funcionalidades que orientan a analistas, arquitectos y desarrolladores en la construcción de una o varias aplicaciones software que soportan la composición de servicios y además apoyarán las actividades de los procesos. Un aspecto fundamental que se resalta es que el modelo está alineado con la forma en que actualmente las organizaciones, empresas desarrolladoras de software y proyectos de investigación plantean y realizan la composición de servicios web.
- A partir de la evaluación del modelo mediante el método focus group se identificó que todo el conjunto de componentes tecnológicos de alto nivel permite soportar todas las diversas actividades que se encuentran en las fases definición, combinación, ejecución y monitoreo. Por otra parte, el haber definido un conjunto de funcionalidades a los componentes tecnológicos de alto nivel y el haberlos planteado de una manera granular permite que su implementación pueda realizarse a través aplicaciones monolíticas, aplicaciones de página única y micro servicios.
- El modelo para la composición manual de servicios web a través de sus componentes tecnológicos de alto nivel junto con sus funcionalidades y la interrelación entre ellos intenta favorecer varias de las subcaracterísticas de calidad de la compatibilidad, fiabilidad y eficiencia de desempeño planteadas por la ISO 25010, con el propósito de potenciar la calidad final de la composición de servicios.

- Los dos elementos del modelo planteado se diferencian de otras propuestas encontradas en la literatura a partir de los siguientes aspectos: correlaciona un conjunto de componentes tecnológicos con actividades para conducir la composición de servicios, permitiría la composición de diferentes tipos de servicios web, implementa de manera implícita varios patrones de diseño de arquitectura en la nube, y permitiría una comunicación síncrona y asíncrona a partir de la orquestación y la coreografía con el fin de tener un bajo acoplamiento.

6.2. Lecciones aprendidas

La realización de este trabajo de investigación permitió adquirir las siguientes experiencias:

- Con el fin de generar propuestas que satisfagan necesidades encontradas en la literatura es necesario realizar mapeos o revisiones de la literatura respaldados con bases de datos científicas como: Scopus y Science Direct.
- Identificamos que las diferentes tecnologías que se utilizan al interior de una organización tienen que estar alineadas a las actividades que ocurren al interior de una organización. En este sentido consideramos que primero se debe considerar en el negocio y luego en la parte técnica.
- Dentro de los procesos de investigación es necesario que el investigador sea ordenado frente a la recolección y documentación de las ideas que puedan ir surgiendo durante el proceso, de manera que no se pierdan las reflexiones y puedan ser utilizadas en la estructuración de la solución.
- El uso de herramientas complementarias tales como: el diccionario de la lengua española (RAE) y el diccionario de sinónimos y antónimos son importantes para el proceso de investigación en el momento de la redacción del documento de trabajo de grado ya que permiten utilizar las palabras adecuadas en el contexto de la investigación.
- El uso de herramientas complementarias como Bizagi, Draw.io son importantes para representar de manera gráfica una perspectiva diferente del modelo.
- Actividades de supervisión y guía periódica para el avance de la investigación, realizadas por el director del trabajo de grado, permiten un desarrollo continuo de los productos de trabajo y generan un aprendizaje adecuado de los conocimientos involucrados en la investigación.

6.3 Trabajos futuros

En este trabajo se han analizado algunos puntos que pueden ser tenidos en cuenta para trabajos futuros:

- Desarrollo de una o varias aplicaciones software las cuales diseñen, implementen, integren y ejecuten los componentes tecnológicos de alto nivel planteados en el modelo.
- Considerar la opción de agregar más componentes tecnológicos de alto nivel los cuales impacten positivamente a los componentes propuestos y apoyen otras sub características de calidad de fiabilidad, compatibilidad y eficiencia de desempeño.
- Desarrollar e implementar el modelo propuesto en una organización con el fin de validar la idoneidad del mismo en un escenario real.
- Aplicar el modelo propuesto en organizaciones que tengan sus aplicaciones software con una orientación a servicios y en organizaciones que no consideren la interoperabilidad de servicios, y posteriormente comparar si el modelo puede soportar estos dos tipos de escenarios.
- Plantear nuevos escenarios además de los 3 escenarios planteados para la composición de servicios los cuáles son, encontrar el servicio que satisface la solicitud del usuario, encontrar un conjunto de servicios los cuales pueden ser parte de un proceso de composición, y no encontrar ningún servicio que permita la composición.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Matsumura, Miko Brauel, Bjoern Shah, “Adaptación de SOA para Dummies,” in *Adopción de SOA para Dummies*, J. S. Miko Matsumura, Bjoern Brauel, Ed. Hoboken, NJ 07030-5774, 2009, p. 90.
- [2] R. Gupta, R. Kamal, and U. Suman, *Designing of an Orchestration Mechanism for the Efficient Web-Services Composition*. Springer Singapore, 2018.
- [3] V. Portchelvi, V. Venkatesan, and G. Shanmugasundaram, “Achieving Web Services Composition – a Survey,” *Softw. Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 195–202, 2012.
- [4] Q. Z. Sheng, X. Qiao, A. V. Vasilakos, C. Szabo, S. Bourne, and X. Xu, “Web services composition: A decade’s overview,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 280, pp. 218–238, 2014.
- [5] S. Elfirdoussi and Z. Jarir, “An integrated approach towards service composition life cycle: A transportation process case study,” *J. Ind. Inf. Integr.*, vol. 15, no. May 2018, pp. 138–146, 2019.
- [6] S. Garg, K. Modi, and S. Chaudhary, “A QoS-aware approach for runtime discovery, selection and composition of semantic web services,” *Int. J. Web Inf. Syst.*, vol. 12, no. 2, pp. 177–200, 2016.
- [7] M. Rajeswari, G. Sambasivam, N. Balaji, M. S. S. Basha, T. Vengattaraman, and P. Dhavachelvan, “Appraisal and analysis on various web service composition approaches based on QoS factors,” *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 26, no. 1, pp. 143–152, 2014.
- [8] P. Tyl, “Ontology matching for web services composition,” in *Communications in Computer and Information Science*, 2011, vol. 171 CCIS, pp. 94–103.
- [9] H. Abukwaik and D. Rombach, “Software interoperability analysis in practice: a survey,” in *Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2017, pp. 12–20.
- [10] J. J. Alfaro, R. Rodríguez-Rodríguez, M. J. Verdecho, and A. Ortiz, “Business process interoperability and collaborative performance measurement,” *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 22, no. 9, pp. 877–889, 2009.
- [11] R. Silveira, J. Pastor, and E. Mayol, “Towards a Method for Enterprise Information Systems Integration,” in *ICEIS (1)*, 2008, pp. 349–354.
- [12] P. Lencioni, P. Silos, and T. Wars, “A Leadership Fable About Destroying the Barriers That Turn Colleagues Into Competitors.” John Wiley & Sons, 2006.

- [13] R. Jardim-Goncalves, C. Agostinho, and A. Steiger-Garcao, "A reference model for sustainable interoperability in networked enterprises: towards the foundation of EI science base," *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 25, no. 10, pp. 855–873, 2012.
- [14] W. J. White, A. C. O'Connor, and B. R. Rowe, "Economic impact of inadequate infrastructure for supply chain integration," *NIST Plan. Rep.*, pp. 2–4, 2004.
- [15] M. S. Camara, R. Dupas, and Y. Ducq, "Validation and Verification of interoperability requirements," in *International IFIP Working Conference on Enterprise Interoperability*, 2015, pp. 39–52.
- [16] Thomas Erl, *SOA Design Patterns*. 2009.
- [17] O. Davidyuk, I. Sánchez Milara, E. Gilman, and J. Riekki, "An overview of interactive application composition approaches," *Open Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 79–95, 2015.
- [18] S. Baccar, M. Rouached, and M. Abid, "A goal oriented approach for Web services selection and composition," *8th Int. Conf. Digit. Inf. Manag. ICDIM 2013*, pp. 102–107, 2013.
- [19] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specifications," *Knowl. Acquis.*, vol. 5, no. 2, pp. 199–220, 1993.
- [20] J. M. Ko, C. O. Kim, and I. H. Kwon, "Quality-of-service oriented web service composition algorithm and planning architecture," *J. Syst. Softw.*, vol. 81, no. 11, pp. 2079–2090, 2008.
- [21] D. Jana, "Service Oriented Architecture – A New Paradigm," *CSI Commun.*, Mar. 2006.
- [22] Barbara Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," 2007.
- [23] H. Elmaghraoui, M. V University-agdal, L. Benhlima, D. Chiadmi, and M. V University-agdal, "DynaComp: a Framework for dynamic composition of semantic web services," 2014.
- [24] M. A. Aslam, J. Shen, S. Auer, and M. Herrmann, "An integration life cycle for semantic web services composition," *Proc. 2007 11th Int. Conf. Comput. Support. Coop. Work Des. CSCWD*, pp. 490–495, 2007.
- [25] Q. Wu and Y. Wang, "Research on the web service composition and application based on the service quality," *Proc. - 2015 7th Int. Conf. Intell. Human-Machine Syst. Cybern. IHMSC 2015*, vol. 1, pp. 97–100, 2015.
- [26] W. Binder *et al.*, "Towards self-organizing service-oriented architectures," *Proc. -*

- 2011 *IEEE World Congr. Serv. Serv. 2011*, pp. 115–121, 2011.
- [27] V. Stantchev and M. Malek, “Addressing dependability throughout the SOA life cycle,” *IEEE Trans. Serv. Comput.*, vol. 4, no. 2, pp. 85–95, 2011.
- [28] A. Boukhadra, K. Benatchba, and A. Balla, “DA5DCSWS: A distributed architecture for semantic web services discovery and composition,” *2013 8th Int. Conf. Internet Technol. Secur. Trans. ICITST 2013*, pp. 182–187, 2013.
- [29] J. Yang, M. P. Papazoglou, B. Orriëns, and W. J. Van Heuvel, “A rule based approach to the service composition life-cycle,” *Proc. - 4th Int. Conf. Web Inf. Syst. Eng. WISE 2003*, pp. 295–298, 2003.
- [30] T. Masood, C. Cherifi, and N. Moalla, “Composition Networks Monitoring,” *2018 12th Int. Conf. Software, Knowledge, Inf. Manag. Appl.*, pp. 1–8, 2018.
- [31] A. Abid, M. Rouached, and N. Messai, “Semantic web service composition using semantic similarity measures and formal concept analysis,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 79, no. 9–10, pp. 6569–6597, 2020.
- [32] N. El Allali, M. Fariss, H. Asaidi, and M. Bellouki, “A Hybrid Similarity Measure for Dynamic Service Discovery and Composition based on Mobile Agents,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 12, pp. 94–103, 2021.
- [33] R. Karunamurthy, F. Khendek, and R. H. Glietho, “A novel architecture for Web service composition,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 35, no. 2, pp. 787–802, 2012.
- [34] T. H. Kuo, C. H. Chen, H. Y. Kung, and Y. S. Liao, “Applications of the web service middleware framework based on the BPEL,” *2016 IEEE 5th Glob. Conf. Consum. Electron. GCCCE 2016*, pp. 2–6, 2016.
- [35] B. Zarei, M. Noura, and M. Gaedke, “A bot-enabled approach for web service discovery,” *Ibero-American WWW / Internet Conf. 2020*, pp. 3–10, 2020.
- [36] R. Vaithyanathan and T. A. Govindharajan, “User preference-based automatic orchestration of web services using a multi-agent,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 45, pp. 68–76, 2015.
- [37] P. Anya and G. Smith, “Los métodos cualitativos de investigación en Ingeniería de Software,” *Rev. Antioqueña las Ciencias Comput.*, vol. 4, 2014.
- [38] S. J. E. M, L. L. H, and B. K, “Revisiting the Quantitative-Qualitative Debate: Implications for Mixed-Methods Research,” *Qual. Quant.*, vol. 36, pp. 43–53, 2002.
- [39] G. E. G. and L. Y. S, *Competing paradigms in qualitative research*, 2nd ed. 1944.
- [40] M. N. K, M. J. F, and R. M. E. T, *Investigación de mercados. Pearson Educación*. 2004.

- [41] M. Mendoza-Moreno, C. González-Serrano, and F. J. Pino, “Focus group como proceso en ingeniería de software: una experiencia desde la práctica,” *Dyna*, vol. 80, no. 181, pp. 51–60, 2013.
- [42] C. Alberto, “MaTGeC: Towards A Framework For Quantitative Process Management Of Software Development In Very Small Entities.”