

## Actualización del universo de marcos de trabajo de arquitectura empresarial. Identificación, caracterización y evaluación

Maykel Manuel Chávez Rodríguez, Leisis Villar Ledo

Recibido: 10 de Diciembre de 2019

Aceptado: 22 de Julio de 2020

<https://doi.org/10.37610/dyo.v0i72.584>

### Resumen

La arquitectura empresarial se ha desarrollado en los últimos años en gran medida por el desarrollo de marcos de trabajo que contribuyen a su aplicación y estandarización. En el presente trabajo se investigó sobre el universo actual de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial mediante su identificación, caracterización básica y evaluación. La identificación se realizó mediante el análisis de una amplia base bibliográfica y tuvo como resultado un listado final de 160 marcos de trabajo. La caracterización básica se realizó para todos los marcos identificados cubriendo los aspectos esenciales como es el año de publicación, el sector de desarrollo y el autor o propietario. Finalmente se evalúan los marcos de trabajo identificados a través de un grupo de criterios establecidos por un método específico desarrollado por el autor. En la investigación se logró abordar la variedad y diversidad actual de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial, aportando una visión integral y abarcadora del objeto de estudio. La base de información y documentación resultante de la investigación, así como el método de evaluación propuesto, son útiles para todos los usuarios que se acercan a la arquitectura empresarial con el objetivo a encontrar respuestas a sus necesidades de mejora e iniciativas organizacionales.

### Palabras clave

Empresa, arquitectura; arquitectura empresarial; marco de trabajo.

## 1. Introducción

El factor tecnológico ha dejado de ser un privilegio de unas pocas organizaciones de clase mundial para convertirse en un requisito básico en cualquier industria (Minoli 2008), dando paso a un mundo digital (Jayakrishnan, Mohamad, y Abdullah 2019). Las organizaciones han aumentado las capacidades para alinear las tecnologías de la información con las estrategias comerciales (Kotusev 2017). Esto ha sido posible en gran medida por la introducción de la arquitectura empresarial, que ha funcionado como una solución para manejar la complejidad de empresas grandes y pequeñas en todo el mundo (Sessions 2011).

Han pasado más de 30 años desde el famoso artículo de J.A. Zachman (Simon, Fischbach, y Schoder 2013) publicado en la Revista de Sistemas de IBM en 1987 (Zachman, 1987) pero las potencialidades de la arquitectura empresarial no han parado de generar interés (McDowall 2019, Sessions y deVadoss 2014). Este es para muchos el momento en que surge la arquitectura empresarial (AlDhaheri 2011, Sessions y deVadoss 2014, Kotusev, 2016, Roach 2011) y para otros es el punto donde se forma su núcleo inicial que al pasar de los años evolucionaría desde los sistemas de información (Orabona 2016, Farazmand y Moeini 2011, Marini 2019, Cretu 2014). En lo que sí existe consenso es en que ha evolucionado enormemente como concepto y como disciplina de negocios (Marini 2019, Simón et al., 2013), convirtiéndose en la actualidad en elemento fundamental en los programas de mejoramiento de diversos sectores e industrias. Su repercusión se ha notado en la implementación de la estrategia empresarial (Jayakrishnan et al. 2019), en la transformación digital (Laschitza y Undén 2017) y en la creación de procesos ágiles (Lauvrak, Michaelsen, y Olsen, 2017).

Comúnmente junto a la arquitectura empresarial se encuentran modelos que funcionan como marcos de trabajo para representarla y formalizarla. Estos se han desarrollado casi a la par de la disciplina (Bui 2017). Desde que John A. Zachman introduce por primera vez la visión de lo que debe ser un marco de trabajo de arquitectura empresarial (Zachman, 1987), estos han evolucionado trayendo muchos

✉ Maykel Manuel Chávez Rodríguez \*  
[maykel.chavez@etecsa.cu](mailto:maykel.chavez@etecsa.cu)

 <https://orcid.org/0000-0002-7219-0806>

Leisis Villar Ledo \*\*  
[leisis@int.cujae.edu.cu](mailto:leisis@int.cujae.edu.cu)

 <https://orcid.org/0000-0001-5842-4111>

\* Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. <https://www.linkedin.com/in/maykel-manuel-chavez-rodriguez-7a80a741/> [https://www.researchgate.net/profile/Maykel\\_Manuel\\_Rodriguez](https://www.researchgate.net/profile/Maykel_Manuel_Rodriguez)

\*\* Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE).

beneficios y aportes a las organizaciones (Schekkerman, 2006, AlDhaheer 2011). Los marcos de trabajo son abundantes en todas las ramas de la industria, ya lo había acotado Schekkerman en el 2004 cuando utilizó el término "jungla" para referirse metafóricamente al ámbito donde estos han estado surgiendo (Schekkerman, 2004). Esta "Jungla" hoy en día continúa creciendo. La variedad de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial es uno de los principales inconvenientes para su aplicación práctica. Suelen encontrarse en todos los sectores de actividad, en todas regiones del mundo y en todo tipo de industrias, lo que se convierte en un verdadero "dolor de cabeza" para los especialistas o directivos que tratan de utilizarlos.

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar el escenario actual de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial en cuanto a la variedad, disponibilidad y métodos de evaluación. Los enfoques de estudios similares consultados en la literatura presentan tendencia hacia la visibilidad de un grupo muy selecto de marcos de trabajo. Estos enfoques no representan la complejidad real y limitan las opciones que tienen arquitectos empresariales o profesionales interesados para seleccionar la variante más adecuada a sus necesidades prácticas.

El trabajo está constituido por tres secciones: sustento teórico de la investigación, métodos de la investigación y resultados.

**Sustento teórico:** Debido a la existencia de gran variedad de definiciones del objeto de estudio se analizan las dimensiones conceptuales que según al autor definen una línea teórica válida para la investigación. Se analizan conceptos de arquitectura empresarial, marcos de trabajo y se hace una revisión de los métodos para la evaluación de los mismos.

**Métodos de la investigación:** Se establecen los métodos, técnicas y herramientas utilizadas durante la investigación.

**Resultados y discusión:** Se presentan los resultados obtenidos. Primeramente se identifican y se caracterizan básicamente los marcos de trabajo de arquitectura empresarial. El análisis general es en base al país de origen, fecha de surgimiento y sector de procedencia. La evaluación de los marcos se realiza mediante un método propuesto por el autor y los resultados de la evaluación se presentan y analizan de acuerdo a los puntos fuertes y débiles de los marcos evaluados.

Todos aquellos usuarios de la arquitectura empresarial, tanto directivos como profesionales de diversas ramas, tienen en el resultado de este trabajo información útil para orientar sus decisiones en materia de utilización y explotación de los marcos de trabajo. El universo de marcos es expuesto de forma integral, actualizada y documentalmente verificada. Además puede ser útil tanto para el sustento de la elección de uno o varios marcos de trabajo como para explotar las

posibilidades de cada uno teniendo en cuenta las necesidades de cada organización. Esta investigación constituye una guía completa para observar integralmente el complejo mundo de los marcos de trabajo y explorarlo más profundamente en busca de soluciones o iniciativas basadas en la arquitectura empresarial.

## 2. Sustento teórico de la investigación

### 2.1. La arquitectura empresarial. Conceptos, beneficios y utilidad

Académicos y organizaciones han dado multitud de interpretaciones de la expresión de arquitectura empresarial (Ajer 2020, Kotusev, Singh, y Storey 2015, Abdallah y Abran 2019, Nilsen 2012, Saint-Louis y Lapalme 2018, Marini 2019b, Ferreira de Santana 2017, Pähler, Morency, y Lapalme 2019, Rogier, van de Wetering, y Joosten 2020). Hasta el momento no existe una definición universalmente aceptada (Dang y Pekkola 2017, Ross, Weill, y Robertson 2006, Niemann 2005, Winter y Fischer 2007, Perroud y Inversini 2013, Sidorova y Kappelman 2010, Nygård y Olsen 2016, Kotusev et al. 2015) a pesar de que en muchos de los conceptos existe cierta superposición (Vermeulen 2013). Según (Saint-Louis y Lapalme 2018) esto indica que la arquitectura empresarial es una práctica inmadura. Pero más allá de la ambigüedad del concepto, esta se ha destacado por facilitar la integración eficaz de la estrategia, personal, negocios, datos y tecnologías de la información (Moscoso, Paredes, y Luján 2019, Abunadi 2019, Niemi 2006, Laschitza y Undén 2017, Llanos y Ortiz 2011).

La definición de arquitectura empresarial surge de una analogía con la construcción (Ferreira de Santana 2017, Vermeulen 2013, Perroud y Inversini 2013), ya que el término arquitectura se refiere al diseño de cualquier tipo de estructura (Alwadain et al. 2014). También utilizada en la industria del software (Vermeulen 2013), el término arquitectura llevado al ámbito empresarial evolucionó para describir el diseño o plano de una organización en sí misma (Marini 2019). Inicialmente se crearon con la noción de arquitectura de sistemas de información (Marini 2019, Orabona 2016, Kotusev, 2016), pero hoy su alcance es mucho más amplio (Simón et al., 2013) ya que son capaces de describir una arquitectura de referencia o habilitar la descripción de la misma (Tome y Costa 2010). En la amplia gama de definiciones de arquitectura empresarial resaltan aspectos comunes (Vermeulen 2013) como su enfoque holístico, la relación del negocio con las tecnologías de la información y el establecimiento de un plan detallado de migración de un estado actual a un estado futuro.

**Enfoque holístico:** La arquitectura empresarial puede considerarse un enfoque holístico (Hylving y Bygstad 2018, Werewka 2018, Nygård y Olsen 2016, Armour y Kaisler

2017, Rogier et al. 2020, Qurratuaini 2017) que contiene una representación de toda la empresa (Fratila 2020, Aier, Fischer, y Winter 2011, Gampfer 2019, Winter et al. 2010, Fischer, Winter, y Aier 2010, Ajer 2020, Lê 2020). Este enfoque es la característica más importante de la arquitectura empresarial (Lankhorst 2009) ya que logra una comprensión integral de la organización que apoya el desarrollo exitoso de la estrategia (Kar y Thakurta 2018, Hylving y Bygstad 2018, Erdenebold, Rho, y Hwang 2019) y el manejo de la complejidad (Niemi 2016, Sessions 2008, Niemann 2005). La arquitectura empresarial se considera como un conjunto de descripciones lógicamente vinculadas y estructuradas (Zachman 2011), que se basan en subdominios que entregan diferentes agregados (Aier et al. 2011, Winter et al. 2010, Fischer et al. 2010).

**Relación negocio y tecnologías:** La arquitectura empresarial es la lógica de organización (Ross, Weill, y Robertson 2014, Kamoun 2013) de los procesos de negocio e infraestructura de tecnologías de la información (Lankhorst 2009, Abunadi 2019, Niemi y Pekkola, 2013, Aier y Schelp 2010, Bernard 2012, Cabrera et al. 2016, Sukur 2020). Esta refleja la armonía (Azizi y Sumitra 2019), la integración (Randall 2018, Priyanto 2013) y la estandarización de los requisitos del modelo operativo de la organización (Ross et al. 2014, Minoli 2008). Actúa como un eslabón fundamental para la alineación del negocio con la tecnología (Niemi y Pekkola, 2013, Okhrimenko 2017, Niemi 2016, Tamm et al. 2011, Banaeianjahromi y Smolander 2017), considerándose como un instrumento importante para la efectividad empresarial (Lankhorst 2009). La arquitectura empresarial considera el uso eficiente que se da a la tecnología (Sari, Rahmawati, y Harafani 2019, Caruso 2019, Lukhele, Ngassam, y Osunmakinde 2015, Armour y Kaisler 2017) en los procesos comerciales (Sultanow et al. 2016) y orienta objetivamente las inversiones tecnológicas (Banaeianjahromi 2018, Proper et al. 2012, Sari et al. 2019). También es capaz de aportar flexibilidad (Laschitza y Undén 2017), interoperabilidad (Pasaribu, Sipahutar, y Situmorang 2019), eficiencia y sostenibilidad (Aier y Schelp 2010).

**Plan detallado de migración:** La arquitectura empresarial se define como un plan maestro (Perroud y Inversini 2013, Schekkerman 2005, Open Group 2009) que contiene una descripción del estado actual de una organización (Kotusev 2019), un plan de transición y la descripción de un estado futuro (Lange, Mendling, y Recker 2012, Open Group 2011, Alwadain et al. 2014, Simon et al., 2013, Tamm et al. 2011, Bernard 2012). Apoya a las organizaciones en un entorno cambiante (Kotusev 2019) al definir una base de pensamiento (Sofyana y Putera 2019) para la toma de

decisiones y el desarrollo de la estrategia (Erdenebold et al. 2019, Chakraborty y Sarkar 2017). La arquitectura empresarial incluye una arquitectura base, una arquitectura destino y un plan de secuencia (Stroud 2019). Actúa modelando elementos de las organizaciones (Alwadain et al. 2014), desarrollando capacidades de la empresa y modulando su comportamiento (Giachetti 2015).

Existen muchos aportes de la arquitectura empresarial que la convierten en una disciplina de negocios imprescindible. La capacidad de definición de un enfoque para gestionar la complejidad (Sessions 2008), la utilidad para comprender de forma integral a la empresa (Lauvrak, et al. 2017) y su visión integrada de los procesos de negocio (Niemi y Pekkola 2019), son algunos de estos aportes. La arquitectura empresarial crea infraestructuras (Baharudin Jusuf y Kurnia 2017), aporta agilidad en la implementación de estrategias (Londoño 2014), aporta una mejor comprensión de la organización (Bernard, 2012) y proporciona soporte en el contexto normativo (Proper et al. 2012). Además aumenta la capacidad de integración de la tecnología con el negocio (Theuerkorn 2005, Chorafas 2002); Abdullah, 2017), facilita el logro de los objetivos empresariales (Foorthuis 2012), entre otros muchos beneficios.

A pesar del impacto que está teniendo, la arquitectura empresarial es considerada como un campo en evolución (Sessions y deVadoss 2014) en un entorno donde los costos para desarrollar sistemas de información son cada vez más bajos (McDowall 2019). Las mayores críticas recibidas por la arquitectura empresarial se relacionan con las pocas evidencias de su impacto real en las organizaciones. A pesar de la popularidad en la última década, no es fácil encontrar ejemplos de arquitecturas desarrolladas con éxito en una organización (Banaeianjahromi y Smolander 2017). La mayoría de las organizaciones durante la implementación de la arquitectura empresarial se enfrentan a problemas como la adopción de enfoques dispersos, la utilización de arquitecturas obsoletas (Rouhani y Nikpay 2012), la falta de uniformidad de las iniciativas (Saint-Louis y Lapalme 2018) y la falta de flexibilidad (Hylving y Bygstad 2018). Existe poca investigación sobre mecanismos para clasificar, dimensionar, comparar u organizar el análisis de arquitecturas (Oliveira Barbosa et al. 2019). Pero el futuro de esta disciplina no es para nada incierto. La amplia diversidad de herramientas de visualización actuales (Rehring y Ahlemann 2020), la transformación digital e incremento de la agilidad (Hylving y Bygstad 2018) y la necesidad de responder a las capacidades emergentes de los dominios comerciales (Alwadain et al. 2014) hacen de la arquitectura empresarial una disciplina necesaria e imprescindible en el futuro.

### 2.2. Marcos de trabajo. Conceptualización e implicaciones prácticas

Existe consenso sobre la importancia que han tenido los marcos de trabajo en el desarrollo de la arquitectura empresarial (Vargas 2015, Thea Nisaa', Asti, y Muharman 2019, The Open Group 2018) y muchas organizaciones, tanto privadas como gubernamentales han incursionado en esos para su uso operativo (Nilsen 2012).

La proliferación (Carr 2018) y diversificación de modelos arquitectónicos ha llevado a un conjunto amplio (Kimpimäki 2014, Qurratuaini, 2017, Minoli 2008, Okhrimenko 2017, Yoganingrum, Sensuse, y Murni 2013, Roach 2011, Vargas 2015, Halawi, McCarthy, y Farah 2018) y divergente de interpretaciones del concepto de marco de trabajo de arquitectura empresarial (Sanchez y Collado 2017, Stroud 2019). Estas interpretaciones varían, considerando a los marcos de trabajo como arquitecturas empresariales en sí mismos, meta modelos de arquitecturas o modelos donde se expresan y conceptualizan arquitecturas. Un marco de trabajo puede considerarse como una estructura lógica (Barekat, Nejad, y Alavi 2013) para categorizar y organizar múltiples artefactos (Mokone, Eyitayo, y Masizana 2019) que engloban un conjunto de asunciones, conceptos, valores y prácticas que constituyen un medio para ver la realidad (Harrison 2015).

Aunque en sus inicios el propósito era formalizar el modelado de arquitecturas de sistemas (Masuda y Viswanathan 2019), se han convertido en una estructura abstracta e inequívoca (Lankhorst 2009, Nardello 2019, Prayitno 2019) para clasificar, organizar y modelar (Stroud 2019) las representaciones descriptivas semánticas (Mendieta 2014) de toda la empresa (Zachman, 2003). Un marco de trabajo no es en sí una arquitectura (Selcan y Buchalcevova 2013, Schekkerman 2006), es un modelo de comunicación para desarrollar y utilizar una arquitectura (Erdenebold et al. 2019, Schekkerman 2011). Otros autores plantean un enfoque multidimensional (Mondorf y Wimmer 2017) utilizando herramientas y un vocabulario común (Bernus y Noran 2010, Open Group 2018, Rohloff 2011).

El término marco de trabajo se usa principalmente para indicar el componente central de una práctica arquitectónica (Abunadi 2019) que genera una lista de mecanismos de abstracción (Gokhale 2010), como perspectivas, puntos de vista, arquitecturas y dimensiones (Zarvic & Wieringa, 2006). Son modelos conceptuales (Abdallah y Galal-Edeen 2009) formados por un conjunto de supuestos, conceptos, valores y prácticas que constituyen una forma de ver la realidad (Sessions 2008).

Un marco de trabajo identifica el alcance de la arquitectura y establece relaciones entre las áreas de la misma, reflejando su alcance (Hameed et al. 2010, Vargas 2015) a través de su modelo geométrico y creando un conjunto abstracto de vistas de una empresa (Bernard 2012). Cada marco tiene su propia estructura, estrategia y modelos (Sandoval, Galvez, y Moscoso 2017) y pueden ser utilizados por las organizaciones de acuerdo a sus necesidades (Qurratuaini 2017).

Existen numerosas referencias de la utilidad de los marcos de trabajo. Estos contribuyen al logro de una estructura analítica (Mondorf y Wimmer 2017) tanto para la arquitectura como para su proceso de diseño (Perroud y Inversini 2013, Foorthuis 2012). Aportan un contexto para estructurar el pensamiento organizacional (Banaeianjahromi 2018), proporcionan la base para que el hardware y el software trabajen juntos (Urbaczewski, & Mrdalj, 2006), representan la organización fundamental de un sistema (Joubert 2010) y guían el esfuerzo operacional (Moscoso y Lujan 2017). Ofrecen además una representación conceptual (Foorthuis 2012) de todos los elementos presentes en una arquitectura empresarial instrumentados por herramientas de soporte y lenguaje unificado (Almisned 2017).

Aunque en menor medida, existen opiniones negativas acerca de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial. Estas opiniones se centran en su proliferación desmedida y en su baja utilidad práctica. La amplia variedad de marcos de trabajo existentes (Bernus y Doumeingts, 2010, Sánchez y Collado 2017, Roach 2011, Moscoso-Zea et al. 2019, Schekkerman 2004, Yoganingrum et al. 2013, Okhrimenko 2017, Saint-Louis 2019) es producto de la evolución continua de la arquitectura empresarial. Debido a esta variedad existe un alto nivel de mutabilidad entre los marcos (Sultanow et al. 2016) y aparece de forma tácita cierta competencia entre algunos de estos (Bernus y Doumeingts 2010).

En cuanto a la naturaleza práctica de los marcos de trabajo existen cuestionamientos ya que sus prácticas individuales no presentan la capacidad de satisfacer todos los aspectos necesarios de la empresa (Noran 2018, Kotusev 2018). Las interconexiones entre las diferentes vistas pueden tornarse complejas (Essien 2019) y existe confusión para comprender el propósito y el dominio cubierto por cada modelo. Por esta razón muchas organizaciones no utilizan la arquitectura empresarial como herramienta específica en procesos de transformación exitosos (Ajer 2020).

Para Urbaczewski, y Mrdalj (2018) el papel de los marcos de trabajo ha sido exagerado ya que no definen necesariamente la práctica de la arquitectura resultante y podría tratarse de una moda administrativa (Ajer 2020). Además muchas empresas no utilizan los marcos de trabajo o utilizan solo elementos de estos (Kotusev 2016) porque no existe una consideración clara de las bases prácticas en la aplicación de los marcos de trabajo (Abunadi 2019). Muchas organizaciones desisten en su aplicación por la obligatoriedad de personalizarlos (Kotusev 2016) y de las que logran aplicarlos muy pocas siguen los pasos prescritos por dichos marcos (Kotusev 2018). Pero no están totalmente demostrados estos planteamientos. Muchas empresas fracasan no porque el marco de trabajo adoptado no sea adecuado, sino porque solo se enfocan en el modelo y no consideran como implementar y mantener la arquitectura (Banaeianjahromi y Smolander 2017). También fracasan en la selección del marco de trabajo adecuado ya que estos varían en enfoque, alcance e intención (Mahmood y Hill 2011).

En una encuesta realizada por (Qazi et al. 2019) para analizar como los marcos de trabajo son utilizados en un grupo de empresas se demuestra que muchas de estas no tienen la capacidad de priorizar las cualidades deseadas de un marco. Muchas tampoco prestan atención a las implicaciones socio-técnicas (Scherer y Wimmer 2017) que traen consigo la aplicación, porque depende de la aceptación de las partes interesadas y de gobierno arquitectónico (Mondorf y Wimmer 2017). A pesar de esos inconvenientes en la actualidad se muestra un interés creciente en los marcos de trabajo (Laschitza y Undén 2017, Simón et al. 2013, Nilsen 2012) que siguen generando polémica en el ámbito académico y empresarial.

### 2.3. Análisis de métodos de evaluación de marcos de trabajo

En el escenario de diversidad en que operan los marcos de trabajo de arquitectura empresarial (Bui, 2017, Moscoso et al., 2019) es de esperar que existan un sinnúmero de investigaciones y publicaciones tratando de establecer pautas de evaluación, comparación y selección. En medio de este caos la elección del modelo utilizado depende de la perspectiva, porque cada uno tiene un alcance y actividades diferentes (Prayitno, 2019).

Los estudios comparativos varían mucho en su enfoque, fundamento teórico y esquemas de comparación. Algunos comparan los marcos de trabajo, otros se centran en áreas específicas de la arquitectura empresarial (Bui, 2017), mientras que otros se basan en la funcionalidad y no incluyen elementos como la facilidad de adquisición y la disponibilidad.

La cantidad y variedad de criterios utilizados por los métodos consultados es grande, pero existen muchos aspectos en común en la mayoría de ellos. En la mayoría de los casos no se justifican teóricamente los criterios (Bui, 2017). Después de la revisión de la literatura se identifican 9 métodos de evaluación y comparación de marcos de trabajo de arquitectura empresarial. Estos se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1** Métodos de evaluación de marcos de trabajo de arquitectura empresarial.

Id	Año	Autor	Referencia	Caracterización
A	2006	Urbaczewski, & Mrdalj	(Urbaczewski, & Mrdalj, 2018)	Utiliza 3 perspectivas: por vistas, por niveles de abstracción y por etapas del ciclo de vida.
B	2006	Leist y Zellner	(Bui, 2017)	Utiliza elementos como el meta-modelo, el procedimiento, las técnicas, el papel y el documento de especificación.
C	2006	Abdallah y Galal-Edeen	(Bui, 2017)	Utiliza 11 criterios que van desde elementos como la definición y comprensión de la arquitectura hasta criterios como herramientas de visualización y el diseño transaccional.
D	2008	Roger Sessions	(Sessions, 2008)	Presenta criterios que van desde aspectos taxonómicos y conceptuales hasta aspectos de adquisición y uso.
E	2011	Dube y Dixit	(Dube & Dixit, 2011)	Agrupar los criterios en tres clasificaciones: por objetivos de orden superior, por soporte de requerimientos no funcionales y por resultados.
F	2013	Rouhani et al.	(Bui, 2017)	Utiliza tres aspectos principales: conceptos, modelado y proceso.
G	2017	Svyatoslav Kotusev	(Kotusev, 2017)	Analiza ítems como el enfoque esencial, los artefactos de arquitectura, los términos clave, las ventajas, las desventajas y la aplicabilidad.
H	2016	Purnawan y Surendro	(Bui, 2017)	Se comparan los marcos de trabajo mediante el uso de criterios como la integralidad de la taxonomía, la integridad del proceso, el enfoque comercial, la orientación al gobierno, entre otros.
I	2017	Nikpay y col.	(Bui, 2017)	Analiza 11 criterios estableciendo las prioridades en criterios de interoperabilidad, la gestión de los requisitos de arquitectura y elementos relacionados con la facilidad de uso.

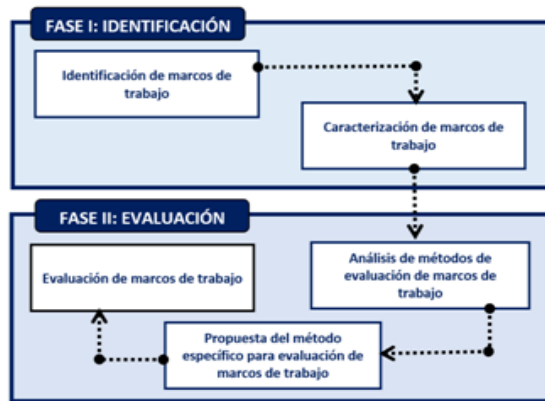
Aunque los métodos de evaluación de los marcos de trabajo han tenido un impacto positivo también provocan confusión. La competencia entre diferentes modelos y marcos de arquitectura empresarial ha estado causando dificultades para lograr una comprensión clara del propósito principal y el dominio cubierto por cada modelo (Kimpimäki, 2014). La mayoría de los métodos solo evalúan en función de los criterios elegidos, pero interpretan de manera limitada el significado de las diferencias (Bui, 2017). Estas diferencias son muy importantes si se tiene la necesidad de elegir un marco de trabajo y no se quiere seguir estrictamente las tendencias. Existe consenso en que los resultados en la aplicación de la arquitectura empresarial dependen no solo de la eficacia de la misma sino del método de implementación utilizado. Los estudios que analizan las diferencias entre los marcos de trabajo siguen siendo principalmente informativos y descriptivos (Bui, 2017). Los enfoques actuales de evaluación no cubren todos los aspectos, no cuentan con modelos estructurados, son difíciles de entender y carecen de un método de evaluación. Existen muchos desafíos en la comparación de los marcos de trabajo de arquitectura empresarial (Urbaczewski & Mrdalj, 2006), uno de los más importantes es lograr un criterio común en la definición de lo que es un modelo adecuado. Esta definición

suele tornarse difusa en escenarios donde la selección de un marco de trabajo depende de una funcionalidad específica o de un atributo determinado previamente.

### 3. Métodos utilizados en la investigación

En la presente investigación se estudian los marcos de trabajo de arquitectura empresarial desde el análisis de su diversidad y el establecimiento de pautas de evaluación. El estudio es de tipo documental ya que se basa fundamentalmente en la valoración del contenido de un gran volumen de información. Además es exploratorio, descriptivo y evaluativo. Exploratorio porque se basa en el análisis de los marcos de trabajo desde un enfoque más amplio del que suelen presentarse este tipo de estudios. Descriptivo porque se caracterizan los marcos identificados con diferentes niveles de profundidad de acuerdo a la relevancia y disponibilidad de información. Evaluativo porque se evalúan los marcos de trabajo teniendo en cuenta una serie de criterios establecidos por un método específico desarrollado por el autor. En la figura 1 se muestra el diseño del estudio con sus fases y etapas.

Figura 1 Diseño general de la investigación.



**Primera fase:** Se realiza la identificación de los marcos de trabajo mediante la observación documental. Se consultaron artículos, normas, manuales, libros y otros materiales disponibles registrando la existencia de la mayor cantidad de modelos posibles. La identificación de los marcos de trabajo se realiza siguiendo los principios siguientes:

**Neutralidad:** No existe distinción entre los marcos de trabajo. El listado se confecciona sin diferenciar entre los más influyentes y los menos conocidos. Tampoco se diferencian los modelos originales de las adaptaciones o extensiones.

**Posibilidad de verificación:** Solo se incluyen en el listado final los marcos de trabajo que posean pruebas documentales de su existencia y/o evidencias referenciadas de su publicación y desarrollo.

**Especificación de sector:** Se diferencian los marcos de trabajo genéricos de los que han sido desarrollados para sectores específicos.

**Variedad de fuentes documentales:** Se extrae información desde diversas plataformas tanto del mundo académico como empresarial. Se utilizan artículos, casos de uso, sitios de organizaciones e instituciones relacionadas con la arquitectura empresarial, sitios de empresas, repositorios institucionales de centros académicos, libros, manuales, normas, blogs, redes sociales, etc.

Se realiza el fichaje de los textos donde se registran los metadatos de la documentación de cada modelo identificado. El listado de marcos de trabajo resultante de esta fase contiene una caracterización básica que contiene: acrónimo, fecha de publicación, el autor u organización desarrolladora, el país de procedencia, el sector para el cual fue desarrollado, última versión disponible, entre otros. Se complementa esta información con un análisis descriptivo de las características del universo actual de los marcos de trabajo y con una base documental indexada sobre los modelos incluidos en el listado.

**Segunda fase:** Se realiza el análisis evaluativo de los marcos de trabajo identificados en el listado general. Inicialmente se estudian varios métodos de evaluación de marcos mediante la técnica de observación documental, presentación resumida y análisis crítico. De los métodos de evaluación consultados se escoge un grupo de los más relevantes. La selección se realiza escogiendo aquellos métodos que presentan una estructura clara y concreta de criterios de evaluación. Se estudia cada método seleccionado en base al listado de criterios, formas de evaluación (cualitativa o cuantitativa), evidencias de su aplicación práctica y adaptabilidad al contexto de la investigación. Cada método se analiza en base a sus potencialidades e inconvenientes, para después escoger los criterios que podrían ser relevantes para formar el método propuesto. Los principios que rigen la propuesta son los siguientes:

**Integralidad:** El método propuesto debe abarcar todas las dimensiones posibles para evaluar la consistencia de un marco de trabajo: funcionalidad, valor agregado potencial, ventajas, desventajas e implicaciones de su utilización.

**Neutralidad:** La evaluación debe referirse exclusivamente al desempeño del marco, no tiene en cuenta la historia o trayectoria del mismo. Tampoco distingue entre un marco maduro y uno emergente. El foco es como se desempeña el modelo en el criterio que se evalúa.

**Cuantificación:** La escala a utilizar en la propuesta debe ser cuantitativa, aunque también se acompaña por categorías cualitativas complementarias.

**Documentado:** La asignación de calificaciones en los criterios a considerar debe basarse en conocimiento tácito, respaldado por evidencia documental. No se admiten evaluaciones basadas en intuición o intereses personales del evaluador.

**Dinamismo:** La evaluación final de los marcos de trabajo varía en el tiempo considerando nuevos hallazgos documentales, nuevos desarrollos o versiones de los modelos, nuevos casos de aplicaciones, etc. La evaluación debe actualizarse y los marcos pueden moverse vertical u horizontalmente en el listado bajando o subiendo en calificaciones.

**Relatividad:** El foco de atención no es la puntuación final o la posición del marco de trabajo en el listado. El análisis de la adecuación de un marco de trabajo por parte del usuario del método debe ser relativo en correspondencia con el objetivo práctico. Es por esto que la atención fundamental no es a la cantidad de puntos sino a como se desempeñan los marcos en determinados criterios que se consideren relevantes para una situación específica.

El método propuesto es una integración de los criterios de los métodos de referencia con la inclusión de algunos nuevos o la eliminación de otros que no aplican al contexto de la investigación. Los criterios propuestos integran los aspectos que según el autor no se pueden excluir para la evaluación integral de un marco de trabajo. A cada criterio de los métodos incluidos en el estudio se le asigna una numeración para su identificación y se realiza un análisis de correspondencia que tiene como resultado un nuevo listado de criterios propuestos. La evaluación se realiza a través de una escala likert establecida en el procedimiento. Los criterios de evaluación, así como los aspectos que evalúan se presentan a continuación:

**1(Deficiente):** El marco de trabajo se desempeña muy pobremente en el criterio

**2(Insuficiente):** El marco de trabajo se desempeña inadecuadamente en el criterio.

**3(Aceptable):** El marco de trabajo se desempeña bien pero debe mejorar en el criterio.

**4(Satisfactorio):** El marco se desempeña satisfactoriamente en el criterio.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1. Identificación de marcos de trabajo de arquitectura empresarial

La búsqueda de los marcos de trabajo potenciales se realizó abarcando una amplia base documental. Se analizaron más de 200 marcos de trabajo potenciales escogiéndose un total de 160 en la propuesta final. Los marcos de trabajo rechazados en su gran mayoría no tenían claridad sobre su fecha de desarrollo y su existencia no estaba avalada documentalmente.

El listado final resumido se muestra en la tabla 2.



**Tabla 2** Listado final de marcos de trabajo de arquitectura empresarial.

No	Año	Marco de Trabajo	Desarrollador
1	1980	(IFW) IBM Información Framework	IBM (EEUU)
2	1980	(CAFRCR) Customer Objectives, Application, Functional, Conceptual, and Realization Model	The Embedded Systems Innovation Group (Holanda)
3	1984	(GRAI) Graphs with Results and Actions Interrelated	Laboratory of Automation and Products of University Bordeaux (Francia)
4	1986	(PRISM) Partnership for Research in Information Systems Management	Index Systems and Hammer and Company(EEUU)
5	1987	Zachman Enterprise Architecture Framework	Zachman Inc. (EEUU)
6	1988	(ITIL) Information Technology Infrastructure Library	Central Computer and Telecommunications Agency (CCTA) (Reino Unido)
7	1988	(TMN) Telecommunication Management Network	International Telecommunication Union (ITU-TS ) (Multinacional)
8	1989	(NIST-EA) NIST Enterprise Architecture Model	National Institute of Standards and Technology (NIST)(EEUU)
9	1990	(PERA) Purdue Enterprise Reference Architecture	Purdue University (EEUU)
10	1990	(CIMOSA) Computer Integrated Manufacture Open System Architecture	European CIM Architecture (AMICE) y CIMOSA Association (Multinacional)
11	1990	(GERAM) Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology	Task Force on Architectures for Enterprise Integration (IFIP-IFAC) (EEUU)
12	1990	(CBDI-SAE-CBDI) Service Architecture & Engineering for SOA	CBDI Inc. (EEUU)
13	1990	(EAIF) Enterprise Architecture Integration Framework	Object Management Group (OMG) (EEUU)
14	1990	(OMA) Object Management Architecture	Object Management Group (OMG) (EEUU)
15	1990	(GERA) Generic Enterprise Reference Architecture	IFIP-IFAC Task Force on Architectures for EI(EEUU)
16	1990	NIST Enterprise Architecture Model	U.S. Federal Government (EEUU)
17	1991	(CORBA) Common Object Request Broker Architecture	Object Management Group (OMG) (EEUU)
18	1992	(MINNESOTA-AEF) Minnesota Enterprise Architecture	Minnesota Enterprise Architecture Development Committee (EEUU)
19	1992	(ARIS) Architecture of Integrated Information Systems	University of Saarbrücken, IDS Scheer AG (Alemania)
20	1992	(APQC) Process Classification Framework	APQC org. (EEUU)
21	1993	(IAF) Integrated Architecture Framework	Capgemini S.A. (Francia)
22	1994	(MEMO) Multiperspective Enterprise Modeling	University of Duisturg-Essen (Alemania)
23	1994	(SOM) Semantic Object Model Approach	University of Bamberg (Alemania)
24	1995	(TOGAF) The Open Group Architecture Framework	The Open Group (EEUU)
25	1995	Philippe Kruchten's 4+1 View Model of Architecture	Philippe Kruchten (Rational Software Corporation) (Multinacional)
26	1995	SABSA Framework	SABSA Institute (Reino Unido)

27	1996	(PMBOK) Project Management Body of Knowledge	Project Management Institute (PMI) (EEUU)
28	1996	(IFW) Information FrameWork	IBM (EEUU)
29	1996	(COBIT) Control Objectives for Information and Related Technology	Information Systems Audit and Control Association (ISACA) (Multinacional)
30	1996	(SCOR) Supply Chain Operations Reference	Supply Chain Council. (SCC) (EEUU)
31	1996	(JTA) DoD Joint Technical Architecture	U.S. Department of Defense (EEUU)
32	1997	(JTA) Joint Technical Architecture	U.S. Department of Defense (EEUU)
33	1997	(ARDIN) Arquitectura de Referencia para el Desarrollo Integrado de la Empresa	Grupo IRIS de la Universidad Jaume I (España)
34	1997	(UVA Model) Uniform Visualization Architecture	San Diego Super Computer Center (EEUU)
35	1997	(TISAF) Treasury Information System Architecture Framework	U.S. Treasury Department (EEUU)
36	1998	(EAP) Enterprise Architecture Planning	Steven H. Spewak (EEUU)
37	1998	(PPOOA) Processes Pipelines in Object Oriented Architectures	Universidad Politécnica de Madrid (España)
38	1998	(RM-ODP) ISO Reference Model for Open Distributed Processing	International Organization for Standardization (ISO) (Multinacional)
39	1999	(C4ISR) Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance	U.S. Department of Defense (EEUU)
40	1999	(MACCIS) An Architecture Description Framework for Technical Info Structures and their Enterprise Environment	Norwegian Defence Logistics Organisation (NDLO) (Noruega)
41	1999	(IADS) IBM Architecture Description Standard	IBM(EEUU)
42	1999	(IE-GIP) Integración Empresarial-Gestión Integrada de Procesos	Universidad Politécnica de Valencia (España)
43	1999	(FEAF) Federal Enterprise Architecture Framework	U.S Federal Government. Federal CIO Council (EEUU)
44	2000	(TEAF) Treasury Enterprise Architecture Framework	U.S. Treasury Department (EEUU)
45	2000	(Doc-Framework) Framework para Documentar Frameworks	Universidad de La Plata (Argentina)
46	2000	(ADO) Australian Defence Organisation	(DTSO) Defense Science and Technology Organization (Australia)
47	2000	(SAGA) Standards and Architecture for e-government Applications	The German Commission of the Federal Government for IT (Alemania)
48	2001	(AGATE) Atelier de Gestion de l'Architecture des Systemes d'Information et de Communication	Délégation Générale pour l'Armement (DGA) (Francia)
49	2001	(GEA) Government Enterprise Architecture	Queensland Government Office Chief Information (QGCIO) (Australia)
50	2001	(eTOM) Enhanced Telecommunication Operations Map	Telemagement Forum(Multinacional)
51	2001	(SAM) Solution Architecting Mechanism	School of Computer and Communication Sciences (IC) (EEUU)
52	2001	(DYA) Dynamic Architecture for Modelling and Development	The Consulting Company Sogeti (Holanda)
53	2001	(EAG) The MIT Enterprise Architecture Guide	Massachusetts Institute of Technology (MIT) (EEUU)

54	2001	(DNDAF) Canadian Armed Forces Architecture Framework	Department of National Defense Canadian Armed Forces (Canada)
55	2001	(WAAF) Web Application Architecture Framework	The University of Sydney (Australia)
56	2001	(E2AF) Extended Enterprise Architecture Framework	Institute for Enterprise Architecture Developments (IFEAD)(EEUU)
57	2002	(EXAF) Extreme Architecture Framework	Idea Group Inc. (Multinacional)
58	2002	(VCOR) Value Chain Operations Reference Model	Supply Chain Council and the Value Chain Group (VCG)(EEUU)
59	2002	(LESAT) Lean Enterprise Self-Assessment Tool	Massachusetts Institute of Technology (MIT) (EEUU)
60	2002	(QGEA) Queensland Government Enterprise Architecture	Queensland Government of Australia (Australia)
61	2003	ARCHIMATE Framework	Telematica Institute / Novay (Holanda)
62	2003	(DoDAF) Department of Defense Architecture Framework	U.S. Department of Defense (EEUU)
63	2003	(AF-EAF) Air Force Enterprise Architecture Framework	U.S. Department of Defense (EEUU)
64	2003	(LEAP) LJMU Enterprise Architecture Pilot	Liverpool John Moores University (Reino Unido)
65	2003	(xAF) Extensible Architecture Framework	Radboud University (Holanda)
66	2003	(EITA) The SKF Enterprise IT Architecture	SKF Group(EEUU)
67	2003	(NASCIO) Enterprise Architecture Maturity Model	National Association of State Chief Information Officers (EEUU)
68	2003	(SEAM) Systemic Enterprise Architecture Methodology	École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) (Suiza)
69	2003	The EA management approach of MIT	MIT Sloan Center for Information Systems Research (CISR)(EEUU)
70	1993	(EIF) European Interoperability	Union Europea (Multinacional)
71	2003	The EA management approach of TU Lisbon	TU Lisbon (Portugal)
72	2003	NCOV Reference Model	U.S. Department of Defense (EEUU)
73	2003	(IRS) Internet Reasoning Service	Knowledge Media Institute KMI (Reino Unido)
74	2004	(FEAR) Finnish Enterprise Architecture Research	University of Jyväskylä (Finlandia)
75	2004	(NATO) The NATO Architecture Framework	U.S. Department of Defense (EEUU)
76	2004	(EABOK) Enterprise Architecture Body Knowledge	MITRE's Center for Innovative Computing and Informatics(EEUU)
77	2004	(BTEP) GC Enterprise Architecture and Standards	Treasury Board of Canada Secretariat (Canada)
78	2004	(CAFCCR) Multi-view Method for Embedded Systems Architecting	Gaudi Systems Architecting (Holanda)
79	2004	(DHSF) Department of Homeland Security Enterprise Architecture	Department of Homeland Security (EEUU)
80	2004	(BEAM) Business Enterprise Architecture Modeling	Ken Orr Institute. Kansas Department of Transportation (Alemania)
81	2004	The EA management approach of KTH Stockholm	KTH Stockholm University (Suiza)

82	2004	(BEAMS) Building blocks for Enterprise Architecture Management Solutions	TU Munich(Alemania)
83	2004	(JFMP) Federal Financial Management System	U.S. Treasury Department (EEUU)
84	2004	(FADE) The Framework for the Architectural Development of the Enterprise	IFIP-IFAC Task Force(EEUU)
85	2005	Gartner Enterprise Architectural Framework	Gartner Inc. (EEUU)
86	2005	(MEA) State of Minnesota Enterprise Architecture	Minnesota Office of Enterprise Technology (EEUU)
87	2005	FDIC Enterprise Architecture Framework	Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC) (EEUU)
88	2005	EA3 Cube Framework	Scott A. Bernard, (Syracuse University)(EEUU)
88	2005	EA3 Cube Framework	Scott A. Bernard, (Syracuse University)(EEUU)
89	2005	(MDA) The Model Driven Architecture	OMG Group (EEUU)
90	2006	SAP Enterprise Architecture Frameworks	Equipo SAP EA (Alemania)
91	2007	(OIO EA) OIO Enterprise Architecture Method	Ministry of Science, Technology and Innovation (EEUU)
92	2006	(JRA) The Justice Reference Architecture Specification	U.S. Department of Justice (DOJ) (EEUU)
93	2006	(MITA) The Monash Information Technology Architecture	Monash University (EEUU)
94	2006	(EAFoC) Enterprise Architecture Framework Based on Commonality	Korea University and Sang-Ju National University (Korea)
95	2006	(NASEAF) National Airspace System Enterprise Architecture	FAA (Administración Federal de Aviación) (EEUU)
96	2006	(SOA-RM) OASIS Reference Model for Service Oriented Architecture	Technical Committee (TC) (EEUU)
97	2006	(dAF) Domain-specific Architecture Framework	Technische Universitat Munchen (Alemania)
98	2007	(DRA1) Dragon 1 Framework	Dragon1 Architecture Foundation (Holanda)
99	2007	HHS Enterprise Architecture	Department of Health and Human Services (EEUU)
100	2007	(EAAF) Enterprise Architecture Assessment Framework	The Office of Management and Budget (OMB) (EEUU)
101	2007	(SGCAF) Smart Grid Conceptual Architecture Framework	National Institute Of Standards and Technology (NIST) (EEUU)
102	2007	(OIOAF) OIO Enterprise Architecture Method	Ministry of Science, Technology and Innovation (EEUU)
103	2007	(COSMO) Conceptual Service Modelling Framework	University of Twente (Holanda)
105	2007	The EA Management approach of the University of St. Gallen	University of St. Gallen (Suiza)
106	2007	(BMM) Business Motivation Model	Object Management Group (EEUU)
107	2007	(ARCON) Reference architecture for integrated knowledge networks	Stellenbosch University (Sudafrica)
108	2008	(OEAF) Oracle Enterprise Architecture Framework	Oracle Corporation (EEUU)
109	2008	(PEAF) Pragmatic Enterprise Architecture Framework	U.S. Federal Government(EEUU)

110	2008	(FSAM) Federal Segment Architecture Methodology	Federal CIO Council's Architecture and Infrastructure Committee (AIC) (EEUU)
111	2008	(UADF) Universal Architecture Description Framework	Applied Technology Institute (EEUU)
112	2008	(EEAM-PC) AM Pattern Catalog	Technische Universität München (Alemania)
113	2008	(MODAF) The Ministry of Defense Architecture Framework	Ministry of Defence (MOD) (Reino Unido)
114	2008	(RASDS) Reference Architecture for Space Data Systems	CCSDS Systems Architecture Working Group (SAWG) (EEUU)
115	2009	(ESAT) Integrated Enterprise Transformation Framework	Massachusetts Institute of Technology (MIT) (EEUU)
116	2009	(QGEAF) Queensland Government Enterprise Architecture	Queensland Government Chief Information Office (Australia)
117	2009	(PDIF) Product Development Integration Framework	IBM (EEUU)
118	2009	(AAF) Automotive Architecture Framework	IBM and Technische Universitaet Muenchen (Alemania)
119	2009	(SASSY) Self-Architecting Software Systems	National Science Foundation (EEUU)
120	2009	(EAF2) Framework for Categorizing Enterprise Architecture Frameworks	NIST (Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías) (EEUU)
121	2009	(EAEA) European ATM Enterprise Architecture	ATM (Air Traffic Management) (Multinacional)
122	2009	(EPCAF) The EPC global Architecture Framework	EPC Global Inc. (EEUU)
123	2010	(EAMMF) EA Management Maturity Framework	Government Accountability Office (GAO) (EEUU)
124	2010	(ISARE) Integrated Software Architecture Reuse and Evaluation Framework	Institute of Science and Technology, Islamabad (Pakistán)
125	2010	(MIKE2.0) Method for an Integrated Knowledge Environment	Open Methodology (Multinacional)
126	2010	(OSSAF) Open Safety & Security Architecture Framework	PSCE Working Group (EEUU)
127	2010	(ICODE) iCode Security Architecture Framework	ICode Information Security (Tunes)
128	2010	(MBSAF) Model-Based Safety Architecture Framework	University of Twente Enschede (Holanda)
129	2010	(BIAM) Business-IT Alignment Model	University of Pretoria (Sudáfrica)
130	2011	(IIRA) Industrial Internet Reference Architecture	Industrial Internet Consortium Architecture Task Group (Multinacional)
131	2011	(RWSSA) Rozanski and Woods Framework	N. Rozanski and E. Woods. Software Systems Architecture (EEUU)
132	2011	TRAK Architecture Framework	Department for Transport (Reino Unido)
133	2012	OBASHI Framework	Cyber Security Policy and Standards (Qatar)
134	2012	(MILSCOR) Adaptation of the SCOR framework designed for broad application across the DoD enterprise.	Graduate School of the University of Maryland, College Park (EEUU)
135	2012	(CAFEA) Common Approach to Federal Enterprise Architecture	Executive Branch of the U.S. Federal Government (EEUU)
136	2012	(EAMMF) The EA Assimilation Framework	Case Western Reserve University (Sudáfrica)

137	2012	(AFE) Architecting the Future Enterprise Framework	Instituto Politécnico Naval (Chile)
138	2012	(UAF) Technology Update on the Unified Architecture	OTAN (Multinacional)
139	2013	(EAAT) Enterprise Architecture Analysis Tool	Royal Institute of Technology Stockholm (Suecia)
140	2013	(SOVO-CM) Change Management in Service Oriented Virtual Organizations	University of Ottawa (Canada)
141	2013	(BDAF) Big Data Architecture Framework	University of Amsterdam (Holanda)
142	2013	(PCA-MIMOSA) Reference Architecture Framework for Integrated Engineering and Operations	POSC Caesar Association (PCA) and MIMOSA (EEUU)
143	2013	(AESS) The Adaptive Enterprise Architecture Framework	University of Technology Sydney (Australia)
144	2013	(AGA) Australian Government Architecture Reference Models	Australian Government (Australia)
145	2014	(VERAM) Virtual Enterprise Reference Architecture	Technical University of Denmark (Dinamarca)
146	2014	(BplSoa) Framework para el Desarrollo de Líneas de Procesos de Negocios Orientadas a Servicios	Universidad Nacional de Colombia (Colombia)
147	2014	California Enterprise Architecture Framework	Departament of Technology of California Government (EEUU)
148	2014	(BIRA) Business Intelligence Reference Architecture. California Enterprise Architecture Framework	California Department of Technology(EEUU)
149	2015	(FIEAF) Fast Implementation Enterprise Architecture Framework	Universidad católica de Santiago de Guayaquil (Ecuador)
150	2015	(BAAM) Extendibility of a Proposed Business Architecture Assessment Model	University of the Western Cape (Sudáfrica)
151	2016	(BPAM) Business Process Alignment	University of the Western Cape (Sudáfrica)
152	2016	Business Strategy and Innovation Framework	Industrial Internet Consortium (Multinacional)
153	2016	(TRM) Oregon Technology Reference Model	Chief Information. Office of de State (EEUU)
154	2016	(HEAFs) Holistic Enterprise Architecture Frameworks	Naif Aljlayel (Arabia Saudita)
155	2017	(EAMPC) Enterprise Architecture Management Pattern Catalog	King's College London (Reino Unido)
156	2017	(SCORE) Driven Approach for Enterprise Architecture	National Institute of Technology of Durgapur (India)
157	2017	(INEAF) Iran's National EA Framework	Shahid Beheshti University (Iran)
158	2018	(AIDAF) Adaptive Integrated Digital Architecture	Keio University (Japón)
159	2018	(D2F) Digital Diamond EA Framework	Aalen University (Alemania)
160	2019	(VEEAF) Vocational Education Enterprise Architecture	Universitas Negeri Jakarta (Alemania)

A continuación se analiza el listado de marcos de trabajo de la tabla 2.

**Por sector:** Existen marcos de trabajo para los más diversos sectores e industrias y un grupo amplio son genéricos, o sea, pueden ser aplicados en cualquier contexto. En la tabla 3 se muestra la composición del listado de marcos según sector de procedencia.

**Tabla 3** Marcos de trabajo por sector de procedencia.

Sector	Cantidad	%
Genérico	44	27,50
Sector Especifico	116	72,50
<b>TOTALES</b>	<b>160</b>	<b>100,00</b>

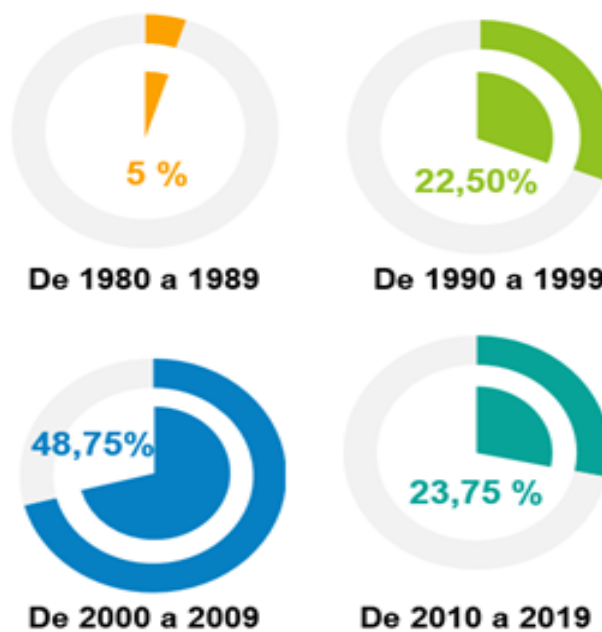
mayor cantidad de marcos pertenecen a sectores específicos. De estos el 35,59 % han sido desarrollados para las tecnologías de la información e internet. Otros sectores que sobresalen son gobierno y defensa con 27,12 % y 14,41 % respectivamente. Aunque en menor medida existen muchos sectores para los cuales han sido desarrollados marcos de trabajo como es el caso de las telecomunicaciones, logística, servicios financieros, educación superior y servicios de salud.

**Según región:** Existen marcos de trabajo en muchas regiones del mundo. En Norteamérica se encuentra la mayor proporción siendo Estados Unidos el país con más presencia

de marcos con 82 para un 51,25 %. En Europa también se han desarrollado una gran cantidad. Países como Reino Unido, Holanda y Alemania sobresalen con el 66,67 % de todos los marcos desarrollados en esa región. En otras regiones como África, Asia y Latinoamérica el desarrollo ha sido menor, mientras que países como Australia han tenido un desarrollo importante en los últimos años con 7 marcos de trabajo.

**Según fecha:** El primer marco de trabajo referenciado en el listado es del 1980. A partir de ahí se han desarrollado modelos durante 4 décadas de manera ininterrumpida, aunque la intensidad no es la misma. En el gráfico 2 se muestra la cantidad de marcos desarrollados por fecha.

**Figura 2** Proporción de marcos de trabajo por fecha.



## 4.2. Propuesta de método de evaluación de marcos de trabajo

La propuesta se conforma de la superposición de los criterios de los 9 métodos presentados en la tabla 1. Para facilitar el análisis se asigna una letra identificando cada método de evaluación según se presenta a continuación: (A) Urbaczewski, & Mrdalj, (B) Leist y Zellner, (C) Abdallah y Galal-Edeen, (D) Roger Sessions, (E) Dube y Dixit, (F) Rouhani et al., (G) Svyatoslav Kotusev, (H) Purnawan y Surendro, (I) Nikpay y Col.

En la celda de intersección entre los criterios propuestos y los métodos de referencia se presentan los criterios identificados por su número. En el caso de que no exista relación entre criterios se sombrea la celda. Todos los criterios al menos tienen relación con un criterio de los métodos base excepto el P13.

En la tabla 4 se muestran los criterios de la propuesta y la relación con los criterios base.

**Tabla 4** Correspondencia entre los criterios del método propuesto y las metodologías de referencia.

Propuesta	Métodos de referencia								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>FILTRO No 1</b>									
P1. Existencia de un meta-modelo	X	1-5	X	X	24	X	X	X	X
P2. Existencia de documentación de especificaciones	X	X	X	8	6-49	X	X	7	X
<b>FILTRO No 2</b>									
<b>Dimensión 1: Criterios estructurales, conceptuales y de diseño.</b>									
P3. Integridad taxonómica y semántica	1-2	X	1	1	1-4-7-15-22	1	1-3	1	X
P4. Integridad de procesos	3	X	2-8	2	2-3-9	3	2	2	2
P5. Modelo de referencia	X	X	4-3	3	8-5-20	X	X	X	11
P6. Existencia de metodologías y procedimientos	X	2-3	X	X	57	X	X	X	6
P7. Modelo de control y madurez	X	X	9	5	10-13-19-39-25-26	X	X	X	X
P8. Enfoque en el negocio, la estrategia y las ventas	X	4	5-7	6	11-14-46-48-51-52	X	X	3-10	X
P9. Enfoque a la partición	X	X	X	7	X	X	X	5	18
P10. Enfoque al gobierno	X	X	X	9	X	X	X	4	19
P11. Descripción de aplicación y catálogo	X	X	X	10	X	X	X	X	5
P12. Orientación al mejoramiento de los procesos	X	X	6	X	X	X	X	X	1
P13. Determinación de roles y responsabilidades	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Dimensión 2: Criterios de manejo y operación.</b>									
P14. Adaptabilidad y facilidad de modelado	X	X	X	4	27	2	X	6	12
P15. Coherencia, consistencia y acoplamiento	X	X	X	X	29-32-33	X	X	X	7



P16.	Extensibilidad y escalabilidad	X	X	X	X	35-42	X	X	X	X
P17.	Flexibilidad	X	X	X	X	36-50	X	X	X	X
P18.	Mantenibilidad	X	X	X	X	38	X	X	X	3
P19.	Visualización	X	X	11	X	X	X	X	X	X
<b>Dimensión 3: Criterios de adquisición, uso, aplicación y resultados.</b>										
P20.	Tiempo potencial de aplicación y evaluación	X	X	X	X	X	X	X	8-9	X
P21.	Beneficios percibidos de su aplicación	X	X	X	X	X	X	X	X	10
P22.	Relación entre ventajas y desventajas	X	X	X	X	X	X	4	X	X

La propuesta final cuenta con 22 criterios agrupados en dos filtros de análisis.

**Filtro 1.** Tiene el objetivo de reducir el listado inicial de acuerdo a dos criterios generales y se basa en la existencia de información documentada. La evaluación se realiza seleccionado entre dos opciones (SI/NO) y solo pasan el filtro aquellos marcos de trabajo que sean evaluados afirmativamente en los dos criterios.

**Filtro 2.** Se establece en base a 20 criterios agrupados en tres dimensiones:

**Criterios estructurales, conceptuales y de diseño:** Establecen la consistencia estructural y de diseño del marco de trabajo. Incluye 10 criterios que valoran como el diseño y la estructura del marco responde a las necesidades de la

arquitectura. Son criterios altamente funcionales y expresan como se desempeña el marco en áreas clave como es el gobierno, los procesos y el negocio.

**Criterios de manejo y operación:** Establecen los parámetros imprescindibles que debe cumplir el marco de trabajo para su desarrollo y ejecución. Se incluyen 9 criterios que representan aspectos como la flexibilidad, visualización, adaptabilidad, entre otros.

**Criterios de adquisición, uso, aplicación y resultados:** Esta dimensión es la menos tratada por los métodos que sirven de referencia al estudio. Se establecen los criterios que evalúan la accesibilidad del marco de trabajo y la facilidad con que se obtienen sus especificaciones. Se incluyen 3 criterios. En la tabla 5 se muestran los criterios del método propuesto con explicaciones resumidas sobre su significado.

**Tabla 5** Descripción de los criterios del método de evaluación propuesto.

No	CRITERIO	SIGNIFICADO
<b>FILTRO No 1</b>		
P1	Existencia de un meta-modelo	Disponibilidad de las construcciones para la creación de modelos. Evalúa el grado en que es accesible la estructura de las vistas de arquitectura y sus descripciones.
P2	Documentación de especificaciones	Se refiere a la disponibilidad de información sobre el marco de trabajo que puede estar accesible mediante manuales, descripciones, estándares, etc.
<b>FILTRO No 2</b>		
<b>Dimensión No 1: Criterios estructurales, conceptuales y de diseño.</b>		
P3	Integridad taxonómica y semántica	Es el grado en el que se puede utilizar el marco de trabajo para clasificar los artefactos. Trata de cómo se determinan los aspectos, vistas y puntos de vista que componen la base de segmentos de la arquitectura. Describe la terminología y directrices.
P4	Integridad de procesos	Evalúa como paso a paso se describe el proceso la creación de una arquitectura empresarial manteniendo la trazabilidad. Evalúa como se guía la construcción de la arquitectura gestionando los procesos y mecanismos, garantizando una base de información, abarcando la adopción de estrategias y modelos de referencia.
P5	Modelo de referencia	Utilidad de la metodología para construir un conjunto de modelos de referencia. Evalúa como representa el marco en términos de modelos de análisis y diseño cumpliendo con las normas y especificaciones. Analiza la existencia de repositorios o soportes de información y como se describen las entidades lógicas y sus componentes.
P6	Existencia de metodologías y procedimientos	Existencia de una metodología, procedimiento o método que guíe el desarrollo de la arquitectura. También se tiene en cuenta la existencia de técnicas y herramientas para el desarrollo de la arquitectura.
P7	Modelo de control y madurez	Capacidad para la evaluación de la eficacia y la madurez en el uso de la arquitectura empresarial. Tiene en cuenta procesos que guían la gestión y control de las arquitecturas empresariales. Analiza cómo define criterios de pruebas de conformidad de la implementación.
P8	Enfoque en el negocio, la estrategia y las ventas	Capacidad de utilización de la tecnología para impulsar el valor del negocio. Como se ocupa de la identificación, la gestión y los activos en función de las necesidades de las partes interesadas. Analiza cómo se incorpora el perfil estratégico y operativo gestionando los objetivos del negocio, dirección, principios, y estrategias.
P9	Enfoque a la partición.	Grado en que el marco hace posible la división en particiones autónomas de la empresa para la gestión de la complejidad. Se trata de una base de información que lleva un registro identificado de segmentos arquitectónicos.
P10	Enfoque al gobierno	Utilidad del marco de trabajo en la comprensión y la creación de un modelo de gestión eficaz para la arquitectura y la gobernabilidad. Evalúa la prioridad que recibe la gobernabilidad de la arquitectura y sus diversos componentes en el marco.
P11	Descripción de aplicación y catálogo	Grado en que es viable la creación de un catálogo de los bienes arquitectónicos que se pueden reutilizar en actividades futuras. Evalúa como se tienen en cuenta los requisitos de la arquitectura objetivo durante todo el proceso de aplicación de la misma.
P12	Orientación al mejoramiento de los procesos	Evalúa como los modelos resultantes de la arquitectura facilitan y conducen a la mejora de los procesos que representan. Tiene en cuenta como es capaz de integrar la tecnología, la arquitectura futura, la interoperabilidad y las normas.
P13	Determinación de roles y responsabilidades	Tiene en cuenta cómo y con la profundidad con que se identifican los roles y responsabilidades de cada persona o proceso dentro de la arquitectura.
<b>Dimensión No 2: Criterios de manejo y operación</b>		
P14	Adaptabilidad y facilidad de modelado	Es la velocidad con la que puede adaptarse a un nuevo requisito. Grado en que se puede cambiar un bloque o conjunto de estos basándose en un sistema preexistente o una restricción inalterable.
P15	Coherencia, consistencia y acoplamiento	Es el grado en que cada elemento hace una tarea y la hace bien. Singularidad de propósito de los elementos del modelo y a la utilización de métodos y técnicas que describen las especificaciones conduciendo a representaciones uniformes.
P16	Extensibilidad y escalabilidad	Describe el grado en que los módulos y componentes de una arquitectura interactúan con otros módulos y componentes dentro y fuera de la misma. Se describe el grado en la arquitectura pueda ampliarse añadiendo variaciones.

P17	Flexibilidad	Describe el esfuerzo necesario para modificar un artefacto o parte de la arquitectura como repuesta a cambios del entorno o de la misma arquitectura.
P18	Mantenibilidad	Es la facilidad con que un artefacto se puede corregir si se encuentra un error, al adaptarse a cambios en el entorno o por un cambio en los requisitos.
P19	Visualización	Se tiene en cuenta si el marco tiene una herramienta gráfica y si representa de forma clara los componentes o vistas de la arquitectura y la interrelación entre estos.
<b>Dimensión No 3: Criterios de adquisición, uso, aplicación y resultados</b>		
P20	Tiempo potencial de aplicación y evaluación	Se tiene en cuenta el tiempo necesario para que se obtengan los primeros resultados de la aplicación de la arquitectura.
P21	Beneficios percibidos de su aplicación	En base a las necesidades y expectativas de la organización, se evalúan los beneficios que se pueden obtener con la aplicación del marco de trabajo.
P22	Relación entre ventajas y desventajas	Tiene en cuenta la relación entre las ventajas del marco de trabajo y los elementos negativos de su utilización.

### 4.3. Evaluación de los marcos de trabajo

Resultado del filtro 1: Se reduce el listado hasta 14 marcos de trabajo para un 8,75 % del total de marcos identificados. La mayor carencia de los marcos de trabajo rechazados es la no existencia de un meta modelo con solo el 12,5 % de respuestas positivas.

Resultado del filtro 2: Los resultados se muestran en la tabla 6 ordenados de forma descendente de acuerdo a la magnitud de sus puntuaciones.

**Tabla 6** Resultados de la aplicación del filtro 2.

Marco	Estructurales, conceptuales y de diseño	Manejo y operación	Adquisición, uso, aplicación y resultados	Puntuación total
TOGAF	36	21	8	65
ZIFA	30	21	7	58
eTOM	29	19	8	56
ITIL	28	17	7	52
PMBOK	31	13	8	52
FEAF	27	16	7	50
COBIT	26	13	7	46
SCOR	24	14	7	45
DODAF	23	11	7	41
E2AF	17	13	3	33
GEA	19	10	3	32
GEAF	14	13	5	32
MODAF	14	8	7	29
TRAK	15	6	7	28



Los 14 marcos evaluados presentan una alta integridad taxonómica y de procesos. Son marcos maduros con un desarrollo semántico evidente. La carencia de un modelo de madurez es común a todos los marcos. Con la excepción de TOGAF existe también una carencia generalizada de un

procedimiento o metodología para desarrollar la arquitectura.

En la tabla 8 se muestran los resultados de la evaluación de los criterios de la dimensión manejo y operación.

**Tabla 8** Resultados de la evaluación de criterios de manejo y operación

Marco	Adaptabilidad y facilidad de modelado	Coherencia, consistencia y acoplamiento	Extensibilidad y escalabilidad	Flexibilidad	Mantibilidad	Visualización	TOTALES
TOGAF	3	3	3	4	4	4	21
εTOM	3	3	4	4	4	3	21
DoDAF	1	3	3	4	4	4	19
ZIFA	1	3	3	3	4	3	17
COBIT	1	3	3	3	2	4	16
FEAF	1	3	1	1	4	4	14
ITIL	1	3	1	1	4	3	13
PMBOK	1	3	1	1	4	3	13
E2AF	1	3	1	1	4	3	13
GEAF	1	3	3	1	3	2	13
GEA	1	3	1	1	2	3	11
SCOR	1	2	1	1	4	1	10
MODAF	1	3	1	1	1	1	8
TRAK	1	1	1	1	1	1	6

Los marcos de trabajo evaluados presentan una buena mantenibilidad, un buen acoplamiento y una excelente visualización. Esta última característica está determinada por la existencia en los 14 marcos de modelos gráficos de alto perfil, tanto bidimensionales como tridimensionales. Uno de las debilidades es la dificultad para el modelado de procesos, la poca flexibilidad y la baja adaptabilidad. Excepto TOGAF y ZACHMAN que son flexibles en cierto

grado, los demás marcos presentan el inconveniente de la complejidad semántica y estructural. También se presenta la rigidez de algunos de sus componentes o vistas.

En la tabla 9 se muestran los resultados de la evaluación de los criterios de la dimensión adquisición, uso, aplicación y resultados.

**Tabla 9** Resultados de la evaluación de criterios de adquisición, uso, aplicación y resultados

Marco	Tiempo potencial de aplicación y evaluación	Beneficios percibidos de su aplicación	Relación entre ventajas y desventajas	TOTALES
eTOM	4	1	3	8
ITIL	4	1	3	8
DoDAF	4	1	3	8
TOGAF	3	1	3	7
ZIFA	3	1	3	7
PMBOK	3	1	3	7
FEAF	3	1	3	7
COBIT	3	1	3	7
GEA	3	1	3	7
MODAF	3	1	3	7
TRAK	3	1	3	7
GEAF	1	1	3	5
SCOR	1	1	1	3
E2AF	1	1	1	3

De forma general el tiempo de aplicación y desarrollo de los marcos es evaluado positivamente. Existen marcos como el eTOM y DODAF que presentan un tiempo de aplicación más extendido. También se evalúa positivamente la relación ventajas y desventajas. Todos los marcos del listado presentan más aspectos positivos que negativos. El criterio que más pobremente se desempeña es el relacionado con los beneficios percibidos de su aplicación. Sin lugar a dudas los marcos de trabajo aportan a las organizaciones donde son aplicados pero este impacto aún no ha sido adecuadamente demostrado.

## 5. Valoración del aporte de la investigación

Los aportes de la investigación se enfocan tanto en el mundo académico como empresarial. El trabajo contribuye en las siguientes dimensiones: Manejo de la diversidad, orientación metodológica sobre análisis y/o selección y actualización sobre el contexto actual de la arquitectura empresarial.

**Manejo de la diversidad:** Como se explica en el epígrafe 2 la pluralidad y variedad es una de las principales

dificultades que presentan los marcos de trabajo de arquitectura empresarial para su aplicación práctica. Excepto (Sultanow et al., 2016), que plantea un listado de 55 marcos de trabajo, el resto de los trabajos consultados incluyen en sus estudios pequeños grupos de modelos. Muchos estudios repiten sobre un grupo representativo de marcos de trabajo como son TOGAF, Zachman, FEAF, DODAF, entre otros, lo que provoca críticas en cuanto a la sobrevaloración de esos modelos sobre otros (Kotusev, 2018a) (Kotusev, 2019b). El listado de marcos de trabajo incluido en este estudio se ofrece un panorama amplio que representa la verdadera diversidad, más allá de los modelos de moda o los más divulgados. Se pone a disposición del usuario de la arquitectura empresarial no solo el listado actualizado de marcos de trabajo, sino que se ofrece información sobre estos adecuadamente indexada y catalogada. Esto contribuye al ahorro de tiempo y recursos. La información sobre los marcos de trabajo se encuentra muy dispersa y aquí se brinda de forma integrada. Con los resultados de esta investigación en sus manos, los arquitectos empresariales pueden confrontar muchos marcos de trabajo en sus vistas, procesos, elementos y metodologías.

**Orientación metodológica:** La investigación aporta un método de evaluación de marcos de trabajo que incluyendo criterios de métodos ya establecidos resuelve varias de sus

incongruencias. Este incluye descripciones teóricas de cada criterio que permite establecer claramente las diferencias entre los marcos de trabajo evaluados. Abarca criterios no solo funcionales sino que los integra con criterios de explotación y uso realizando una evaluación más integrada. La propuesta metodológica establece pautas claras sobre que es un marco de trabajo adecuado. Ofrece un método estructurado fácil de utilizar en la práctica integrando buenas prácticas y criterios validados por varios trabajos e investigaciones.

**Actualización sobre el contexto actual:** Aunque no necesariamente la aplicación de la arquitectura empresarial se relaciona con la utilización de los marcos de trabajo, no cabe dudas de que estos están presentes en la mayoría de sus iniciativas. Los estudiosos de la arquitectura empresarial tienen en esta investigación una base documental actualizada para hacer diversos análisis como la mutabilidad de los modelos, las derivaciones existentes, la comparación de meta-modelos, etc.

## 6. Conclusiones

La arquitectura empresarial ha aportado nuevos matices a las ciencias empresariales. Sus contribuciones para el manejo de complejidad de las organizaciones, la integración de procesos con las tecnologías, el aumento de las capacidades estratégicas y su apoyo a la transformación digital son un hecho. A pesar de esto, constituye un reto para la arquitectura empresarial hacer tangibles los aportes en la práctica organizacional y los marcos de trabajo son imprescindibles en este sentido. Estos han sido fundamentales en el auge y desarrollo de arquitectura empresarial. No solo constituyen representaciones de arquitecturas tipo, se han convertido en modelos de buenas prácticas que establecen pautas de cómo deben ser las arquitecturas de éxito.

Dada la complejidad del mundo de los marcos de trabajo por su variedad y confusión, establecer pautas claras sobre cuáles son los modelos que están disponibles y aportar información actualizada sobre los mismos tiene un gran valor práctico. El listado general actualizado de marcos de trabajo con su gran cúmulo de información resultante, la metodología propuesta para evaluar los marcos y el análisis de la evaluación constituyen un paquete útil para cualquier profesional que se acerca a la arquitectura empresarial. Una de las causas más comunes de retraso o fracaso de programas de arquitectura empresarial es la imposibilidad de manejar de forma coherente tanta diversidad de arquitecturas, marcos y metodologías. Con los resultados de esta investigación se contribuye a atenuar los efectos de esta barrera y potenciar lo que todo profesional espera de la arquitectura empresarial: la mejora real en la práctica de las organizaciones.

## 7. Bibliografía

1. Abdallah, A., & Abran, A. (2019). «Enterprise architecture measurement: An extended systematic mapping Study». *I.J. Information Technology and Computer Science*, 9, pp 9-19.
2. Abdallah, S., & Galal-Edeen, G. H. (2009). Towards a framework for enterprise architecture frameworks comparison and selection. University in Egypt.
3. Abdullah, S. (2017). «A proposed model to measure the impact of business architecture». *Cogent Business & Management*, 4, pp 1-8.
4. Abunadi, I. (2019). «Enterprise architecture best practices in large corporations». *Information*, 10 (293), pp 1-26.
5. Aier, S., Fischer, C., & Winter, R. (2011). Construction and evaluation of a meta-model for enterprise architecture design principles. *International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Zurich, Switzerland.
6. Aier, S., & Schelp, J. (2010). A reassessment of enterprise architecture implementation. Germany: Springer Verlag Heidelberg.
7. Ajer, A. K. S. (2020). *Institutional perspective on introducing enterprise architecture. The case of the norwegian hospital sector* [tesis de doctorado]. University of Agder.
8. AlDhaheri, S. (2011). *A study on enterprise architecture framework effects on business processes automation* [tesis de maestría]. The British University of Dubai. Faculty of Engineering & IT.
9. Almisned, F. A. (2017). *Extending the capacity of enterprise architecture management frameworks: towards a model-driven handling of dynamics* [tesis de doctorado]. Department of Informatics in the Faculty of Natural & Mathematical Sciences. King's College London. <https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/>
10. Alwadain, A., Fielt, E., Korthaus, A., & Rosemann, M. (2014). «A critical realist perspective of enterprise architecture evolution: conditioning and outcomes». *Australasian Journal of Information Systems*, 18(3), pp 213-226.
11. Armour, F., & Kaisler, S. (2017). Enterprise architecture and business process analysis. *Hawaii International Conference on System Sciences*, United States of America. <http://hdl.handle.net/10125/41746ISBN>

12. Azizi, L., & Sumitra, I. D. (2019). Designing of enterprise architecture for interior furniture production based on TOGAF 9.1. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*
13. Baharudin Jusuf, M., & Kurnia, S. (2017). Understanding the benefits and success factors of enterprise architecture. *Hawaii International Conference on System Sciences*, United States of America, pp 4887-4896. <http://hdl.handle.net/10125/41755ISBN>:
14. Banaeianjahromi, N. (2018). On the role of enterprise architecture in enterprise integration [tesis de doctorado]. Lappeenranta University of Technology.
15. Banaeianjahromi, N., & Smolander, K. (2017). Lack of communication and collaboration in enterprise architecture development. United States of America: Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9779-6>
16. Barekat, V., Nejad, E. B., & Alavi, S. E. (2013). «Definition of zachman framework cells based on service oriented architecture». *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(9), pp 1-8.
17. Bernard, S. A. (2012). An introduction to enterprise architecture (Third Edition). United States of America: Author House.
18. Bernus, P., & Doumeingts, G. (2010). Enterprise architecture, integration and interoperability. *World Computer Congress*, Australia.
19. Bernus, P., & Noran, O. (2010). A metamodel for enterprise architecture. HAL. Archives ouvertes. <https://hal.inria.fr/hal-01054819>
20. Bui, Q. N. (2017). «Evaluating Enterprise architecture frameworks using essential elements». *Communications of the Association for Information Systems*, 41(6.), pp 121-149.
21. Cabrera, A., Abad, M., Jaramillo, D., Gomez, J., & Carrillo, J. é. (2016). «Definition and implementation of the enterprise business layer through a business reference model, using the architecture development method ADM-TOGAF». *Trends and Applications in Software Engineering*, 405, pp 111-121.
22. Carr, D. (2018, mayo). «State of Enterprise Architecture Survey: Results and Findings». *Enterprise Architecture Professional Journal* (Special Edition).
23. Caruso, M. J. (2019). Strategies to improve adoption of the federal enterprise architecture framework [tesis de doctorado]. Walden University.
24. Chakraborty, P., & Sarkar, A. (2017). Context driven approach for enterprise architecture framework. United States of America: Springer International Publishing AG.
25. Chorafas, D. N. (2002). Enterprise architecture and new generation information systems. United States of America: CRC Press LLC.
26. Cretu, L. G. (2014). Designing enterprise architecture frameworks. integrating business processes with IT Infrastructure. United States of America: (Taylor & Francis), Apple Academic Press, Inc.
27. Dube, M. R., & Dixit, S. K. (2011, agosto). «Comprehensive measurement framework for enterprise architectures». *International Journal of Computer Science & Information Technology* (IJCSIT), 3(4), pp 71-92.
28. Erdenebold, T., Rho, J. J., & Hwang, Y. M. (2019). «Blockchain reference model and use case for supply chains within enterprise architecture». *Journal of Information Technology and Architecture*, 16(1), pp 1-10.
29. Essien, J. (2019). «Goal-oriented model driven enterprise architecture validation approach». *International Journal of Advanced Research and Publications*, pp 107-114.
30. Farazmand, E., & Moeini, A. (2011). A framework for knowledge management architecture. *International Conference on Enterprise Information Systems*, Iran, pp 425-430. <https://doi.org/10.5220/0003492504250430>
31. Ferreira de Santana, A. T. (2017). *Enterprise architecture analysis based on network paradigm: a framework proposal and empirical evaluation* [tesis de doctorado]. Universidade Federal de Pernambuco.
32. Fischer, C., Winter, R., & Aier, S. (2010). What is an enterprise architecture principle? towards a consolidated definition. *Computer and Information Science*, St. Gallen, Switzerland, pp 193-205.
33. Foorthuis, R. (2012). *Project compliance with enterprise Architecture* [tesis de doctorado]. Utrecht University, Utrecht, Netherlands. Department of Information and Computing Sciences, Organization and Information.
34. Fratila, L.-A. (2020). «Enterprise architecture and corporate governance a cohesive approach towards cloud migration in the banking industry». *International Journal of Economics, Commerce and Management*, VIII (5). <http://ijecm.co.uk/>



35. Gampfer, F. (2019). *Investigation on the future of enterprise architecture in dynamic environments* [tesis de doctorado]. Universidad de Murcia.
36. Giachetti, R. E. (2015). «Evaluation of the DoDAF meta-model's support of systems engineering». *Procedia Computer Science*, 4, pp 254-60.
37. Gokhale, A. (2010). Increasing effectiveness of the zachman framework using the balanced scorecard [tesis de Maestría]. Purdue University.
38. Halawi, L., McCarthy, R., & Farah, J. (2018). Where we are with enterprise architecture. *Conference on Information Systems Applied Research*, United States of America.
39. Hameed, K., Shah, H., Ahsan, K., & Yang, W. (2010). «An enterprise architecture framework for mobile Commerce». *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, 7(5), pp 6-12.
40. Harrison, R. (2015). TOGAF v9. Certified. Study guide 3rd Edition (The Open Group). United States of America: Van Haren Publishing. [www.opengroup.org](http://www.opengroup.org)
41. Hylving, L., & Bygstad, B. (2018). Responding to enterprise architecture initiatives: loyalty, voice and exit. *Hawaii International Conference on System Sciences*, pp 2363-2372.
42. Jayakrishnan, M., Mohamad, A. K., & Abdullah, A. (2019). «Enterprise architecture embrace digital technology in malaysian transportation industry». *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(4), pp 852-859.
43. Joubert, F. (2010). *Knowledge assets in enterprise architecture* [tesis de maestría]. University of Stellenbosch. Faculty of Arts and Social Sciences Department of Information Science.
44. Kamoun, F. (2013). «Rethinking the role of enterprise architecture during times of economic downturn: a dynamic capabilities approach». *Journal of Information Technology Management*, XXIV (1), pp 26-48.
45. Kar, S., & Thakurta, R. (2018). Planning for digital transformation: implications for institutional enterprise architecture. *Twenty-Second Pacific Asia Conference on Information Systems*, Japan. <https://aisel.aisnet.org/pacis2018>
46. Kimpimäki, H. (2014). *Enterprise architecture in practice: from it concept towards enterprise architecture leadership* [Tesis de doctorado]. Tampere University of Technology.
47. Kotusev, S. (2016). Enterprise Architecture Frameworks: The fad of the century. British Computer Society <http://www.bcs.org/content/conWebDoc/56347>
48. Kotusev, S. (2017). «Enterprise Architecture: What Did We Study? » *International Journal of Cooperative Information Systems*, 26(4), pp 1-84.
49. Kotusev, S. (2018a). TOGAF: Just the next fad that turned into a new religion. Pragmatic EA Ltd.
50. Kotusev, S. (2018b). «TOGAF-based enterprise architecture Practice: An exploratory case study». *Communications of the Association for Information Systems*, 43(20). <https://aisel.aisnet.org>
51. Kotusev, S. (2018c). «Enterprise Architecture: A reconceptualization is needed». *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 10(4), pp 1-36.
52. Kotusev, S. (2019a). «Enterprise architecture and enterprise architecture artifacts: Questioning the old concept in light of new findings». *Journal of Information Technology*, 34(2), pp 102-128.
53. Kotusev, S. (2019b). «Fake and Real Tools for Enterprise Architecture: The Zachman Framework and business capability model». *Enterprise Architecture Professional Journal* <http://www.bcs.org/content/conWebDoc/59399>
54. Kotusev, S., Singh, M., & Storey, I. (2015). Consolidating enterprise architecture management research. *Hawaii International Conference on System Sciences*, United States of America, pp 4069-4078. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.489>
55. Lange, M. hias, Mendling, J., & Recker, R. (2012). Realizing benefits from enterprise architecture: a measurement model. <http://aisel.aisnet.org/ecis2012>
56. Lankhorst, M. (2009). Enterprise architecture at work. modelling, communication and analysis (Second Edition). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
57. Laschitza, J., & Undén, M. (2017). *Enterprise architecture implementation* [Tesis de maestría]. University of Gothenburg.
58. Lauvrak, S., Michaelsen, V. M., & Olsen, D. H. (2017). «Benefits and Challenges in enterprise architecture management: A case study of the Norwegian labour and welfare administration». *Bibsys Open Journal Systems*, 25(1).
59. Lê, L. (2020). «Diagramming multi level service oriented enterprise architecture». *Computer Science*, 1(14), pp 1-25.

60. Llanos Cuenca, A. B., & Ortiz, A. (2011). «An enterprise engineering approach for the alignment of business and information technology strategy». *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(11), pp 974-992.
61. Londoño Salazar, J. E. (2014). *Modelo funcional de integración de la arquitectura empresarial de 'n' entidades alrededor de un grupo empresarial. un enfoque de orientación a servicios y modelado de capacidades de negocio* [tesis de doctorado]. Universidad Nacional de Colombia.
62. Lukhele, C. F., Ngassam, E. K., & Osunmakinde, I. (2015). A framework for measuring the value of enterprise architecture in South African telecommunications organizations. *AFRICOMM*, South Africa, pp 282-292.
63. Mahmood, Z., & Hill, R. (2011). *Cloud computing for enterprise architectures*. United Kingdom: Springer Verlag London Limited.
64. Marini, G. (2019b). *Enterprise architecture and digital transformation* [tesis de maestría]. NOVA, School of Business and Economics.
65. Masuda, Y., & Viswanathan, M. (2019). *Enterprise architecture for global companies in a digital it era. Adaptive integrated digital architecture framework (AIDAF)*. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1083-6>
66. McDowall, J. D. (2019). *Complex enterprise architecture. A new adaptive systems approach (Susan McDermott)*. Apress Media LLC. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4306-0>
67. Mendieta Matute, M. I. (2014). *Propuesta de framework de arquitectura empresarial para pymes basado en un análisis comparativo de los frameworks Zachman y TOGAF* [tesis de maestría]. Universidad de Cuenca.
68. Minoli, D. (2008). *Enterprise Architecture A to Z. Frameworks, business process modeling, soa, and infrastructure technology*. United States of America: Auerbach Publications. Taylor & Francis Group, LLC.
69. Mokone, C. B., Eyitayo, O. T., & Masizana, A. (2019). «Decision support process for selection of an optimal enterprise architecture framework for e-government implementation». *Journal of E-Government Studies and Best Practices*, 19, pp 1-4.
70. Mondorf, A., & Wimmer, M. A. (2017). Contextual Components of an enterprise architecture framework for pan-european e-government services. *Hawaii International Conference on System Sciences*, United States of America, pp 2933-2942. <http://hdl.handle.net/10125>
71. Moscoso-Zea, O., & Lujan-Mora, S. (2017). «Metodologías sugeridas de evaluación y selección de software de arquitectura empresarial para la digitalización del conocimiento». *Enfoque UTE*, 7(1), pp 315-328.
72. Nardello, M. (2019). *Enterprise architecture for digital manufacturing EA models and an automated EA modelling method to support industry 4.0 transformation*. Aalborg Universitet.
73. Niemann, K. D. (2005). *From enterprise architecture to IT governance*. Germany: Friedr. Vieweg & Sohn Verlag.
74. Niemi, E. (2006). *Enterprise architecture benefits: Perceptions from literature and practice*. *IBIMA Conference Internet & Information Systems in the Digital Age*, Italy.
75. Niemi, E. (2016). *Enterprise architecture benefit realization*. [tesis de doctorado]. Tampere University of Technology.
76. Niemi, E., & Pekkola, S. (2019). *The benefits of enterprise architecture in organizational transformation*. <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00605-3>
77. Nilsen, O. R. (2012). *Enterprise content management: an analysis of contemporary practice and its relationships with enterprise architecture* [tesis de maestría]. University of Agder.
78. Noran, O. (2018). «An analysis of the Zachman Framework for enterprise Architecture from the GERAM perspective». *IFAC Annual Reviews in Control*, 27(2), pp 163-183.
79. Nygård, M., & Olsen, D. H. (2016). «Enterprise architecture implementation challenges: an exploratory study of the Norwegian health sector». *Bibsys Open Journal Systems*, 24(1), pp 28-30.
80. Okhrimenko, A. (2017). *Comparing enterprise architecture frameworks. a case study at the estonian rescue board* [tesis de maestría]. University of Tartu.

81. Oliveira Barbosa, A., Santana, A., Hacks, S., & von Stein, N. (2019). A taxonomy for enterprise architecture analysis research. *21st International Conference on Enterprise Information Systems*, United States of America, pp 493-504. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-255629>
82. Orabona, A. E. (2016). *Building a foundation for the implementation of an enterprise architecture for the Argentinian Army* [tesis de maestría]. Naval Postgraduate School.
83. Pähler, P., Morency, M. C., & Lapalme, J. (2019). «Examination of explicit definitions of enterprise architecture». *International Journal of Engineering Business Management*, 11, pp 1-18.
84. Pasaribu, F. A., Sipahutar, J. H., & Situmorang, B. P. (2019). Designing enterprise architecture in hospitals group.
85. Perroud, T., & Inversini, R. (2013). Enterprise architecture patterns. practical solutions for recurring IT-architecture problems. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
86. Prayitno, O. T. (2019). «Planning of Higher Education Information Technology Strategy Using TOGAF (A Case Study at AMN Cilacap) ». *Indonesian Journal of Information Systems (IJIS)*, 2(1), pp 67-79.
87. Priyanto, A. A. (2013). *Bringing Enterprise Architecture to the Boardroom* [tesis de maestría]. University of Twente.
88. Proper, E., Lankhorst, M. M., Schönherr, M., Barjis, J., & Overbeek, S. (2012). Trends in Enterprise Architecture Research. Springer-Verlag.
89. Qazi, H., Javed, Z., Majid, S., & Mahmood, W. (2019). «A detailed examination of the enterprise architecture frameworks being implemented in Pakistan». *I.J. Modern Education and Computer Science*, 19 (9), pp 44-53.
90. Qurratuaini, H. (2017). Designing enterprise architecture based on TOGAF 9.1 framework. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. *International Conference on Engineering and Applied Technology (ICEAT)*, United States of America.
91. Randall, N. (2018). Enterprise architecture content strategy.
92. Rehring, K., & Ahlemann, F. (2020). Evaluating the user experience of an augmented reality prototype for enterprise architecture. *International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Potsdam, Germany. [https://doi.org/10.30844/wi\\_2020\\_i3-rehring](https://doi.org/10.30844/wi_2020_i3-rehring)
93. Roach, T. (2011). CAPSICUM. A semantic framework for strategically aligned business architecture. UNSW. School of Information Systems and Technology Management.
94. Rogier, P. F., van de Wetering, R., & Joosten, S. (2020). Enterprise architecture alignment.
95. Rohloff, M. (2011). Integrating innovation into enterprise architecture Management. *International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Zurich, Switzerland.
96. Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. (2006). Enterprise architecture as strategy. creating a foundation for business execution. United States of America: Harvard Business School Press.
97. Ross, J. W., Weill, P., & Robertson, D. C. (2014). Enterprise architecture as strategy.
98. Rouhani, B. D., & Nikpay, F. (2012). «Agent-oriented enterprise architecture: new approach for enterprise architecture». *International Journal of Computer Science Issues*, 9(6), pp 331-334.
99. Saint-Louis, P. (2019). *Investigation of the lack of common understanding in the discipline of enterprise architecture* [tesis de doctorado]. École de Technologie Supérieure Université du Québec.
100. Saint-Louis, P., & Lapalme, J. (2018). «An exploration of the many ways to approach the discipline of enterprise architecture». *International Journal of Engineering Business Management*, 10, pp 1-26.
101. Sanchez Puchol, F., & Pastor Collado, J. A. (2017). A first literature review on enterprise reference architecture. *The Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS)*, Genoa, Italy. <http://aisel.aisnet.org/mcis2017/15>
102. Sandoval, F., Galvez, V., & Moscoso, O. (2017). «Desarrollo de arquitectura empresarial usando un framework con enfoque ágil». *Enfoque UTE*, 1, pp 135-147.

- 103.Sari, T. R., Rahmawati, E., & Harafani, H. (2019). «TOGAF ADM to improve the promotion of farm education in Pondok Rangon area». *Journal Publications & Informatics Engineering Research*, 3(2).
- 104.Schekkerman, J. (2006). Enterprise architecture assessment guide. Version 2.2. Institute for Enterprise Architecture Development.
- 105.Schekkerman, J. (2011). Enterprise architecture tool selection guide. Institute For Enterprise Architecture Developments (IFEAD).
- 106.Schekkerman, J. (2004). How to survive in the jungle of enterprise architecture frameworks: creating or choosing an enterprise architecture framework (Second Edition). United States of America: Trafford.
- 107.Scherer, S., & Wimmer, M. A. (2017). «E-participation and enterprise architecture frameworks: An analysis». *Information Polity*, pp 147-161.
- 108.Selcan, V., & Buchalcevova, A. (2013). An analysis of enterprise architecture frameworks from a coherent enterprise description viewpoint. *International Conference on Information Systems Development*. Prague, Czech Republic.
- 109.Sessions, R. (2008). Simple architectures for complex enterprises. United States of America: Microsoft Press.
- 110.Sessions, R. (2011). Revamping public sector it procurement to favour success and small business. consortium for untangling enterprise complexity.
- 111.Sessions, R., & deVadoss, J. (2014). A comparison of the top four enterprise architecture approaches in 2014.
- 112.Sidorova, A., & Kappelman, L. (2010). Realizing the benefits of enterprise architecture: An Actor-Network Theory Perspective. College of Business, University of North Texas.
- 113.Simon, D., Fischbach, K., & Schoder, D. (2013). An exploration of enterprise architecture research. Communications of the Association for Information Systems, 32.
- 114.Sofyana, L., & Putera, A. (2019). Business architecture planning with TOGAF framework. IOP Publishing.
- 115.Stroud, R. O. (2019). Complexity frameworks in enterprise design [Tesis de doctorado]. Texas Tech University.
- 116.Sukur, A. (2020). *Enterprise architecture routinization and use of enterprise architecture standards to achieve information technology flexibility and enterprise agility* [Tesis de doctorado]. Capella University.
- 117.Sultanow, E., Schroeder, K., Brockmann, C., & Cox, S. (2016). A multidimensional classification of 55 enterprise architecture frameworks. *Twenty-second Americas Conference on Information Systems*, San Diego. EEUU.
- 118.Tamm, T., Seddon, P. B., Shanks, G., & Reynolds, P. (2011). «How does enterprise architecture add value to organisations? » *AIS Journals at AIS Electronic Library (AISeL)*, 28(10), pp 141-168.
- 119.The Open Group. (2018). The TOGAF Standard, Version 9.2.
- 120.Open Group. (2011). TOGAF Version 9.1 A Pocket Guide.
- 121.Thea Nisaa', A. S., Asti, A. N. F., & Muharman, L. (2019). IT Roadmap to improve business strategy using TOGAF ADM: A case study of government owned Electricity Company. IOP Publishing.
- 122.Theuerkorn, F. (2005). Lightweight enterprise architectures. United States of America: CRC Press LLC.
- 123.Tome, P., & Costa, E. (2010). TREEAD A tool that enables the re-use of experience in enterprise architecture description. *International Conference on Enterprise Information Systems, Artificial Intelligence and Decision Support Systems*, Portugal, pp 332-343.
- 124.Urbaczewski, L., & Mrdalj, S. (2018). «A comparison of enterprise Architecture Frameworks». *Issues in Information Systems*, VII (2), pp 18-23.
- 125.Vargas, A. (2015). *Propuesta de arquitectura empresarial en el contexto de colaboración jerárquica para el soporte a la toma de decisiones en situaciones de eventos inesperados* [tesis de doctorado]. Universitat Politècnica de València.
- 126.Vermeulen, R. J. M. (2013). Design of an enterprise architecture for information requirements identification: An exploratory study within the high-tech industry. TUE. School of Industrial Engineering.

127. Werewka, J. (2018). Developing conformance between project management and enterprise architecture governance on the basis of a PMBOK case. *Advances in Intelligent Systems and Computing. International Conference on Information Systems Architecture and Technology ISAT 2017*, Poland.
128. Winter, K., Buckl, S., Mattes, F., & Schweda, C. M. (2010). Investigating the state-of-the-art in enterprise architecture management methods in literature and practice. *Mediterranean Conference of Information Systems*, Germany.
129. Winter, R., & Fischer, R. (2007). Essential layers, artifacts, and dependencies of enterprise architecture. *Journal of Enterprise Architecture*.
130. Yoganingrum, A., Sensuse, D. I., & Murni, A. (2013). «A taxonomy of enterprise architecture framework for Indonesian SMEs». *International Journal of Computer Science Issues*, 10 (2).
131. Zachman, J. A. (1987). «A framework for information systems architecture». *IBM Systems Journal*, 26(3), pp 454-470.
132. Zachman, John A. (2003). *The Zachman Framework for enterprise architecture: primer for enterprise engineering and manufacturing*. OMG BRWG's.
133. Zachman, John A. (2011). *The practice of enterprise architecture*. Zachman International.
134. Zarvic, N., & Wieringa, R. (2006). An integrated enterprise architecture framework for business-IT alignment. *BUSITAL'06*, Netherlands, pp 262-270.