



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

Modelo para implementación de sistemas ERP en Pymes del Austro

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de
Ingeniera Industrial

AUTOR:

Daniela Estefanía Tapia Cárdenas

CI:0105706402

Correo: danyestefania.tapia@gmail.com

DIRECTORA:

Ing. Paola Fernanda Vintimilla Álvarez, Mgt.

CI:0105097570

CUENCA – ECUADOR

18 de enero del 2021



Resumen

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) son consideradas agentes muy dinámicos dentro del entorno empresarial. Actualmente, las pymes son organizaciones con gran potencia de crecimiento social y capacidad de generar riquezas. Sin embargo, un limitante a su crecimiento es la carencia de sistemas que les permitan integrar toda la información y actividades a las cuales se dedican. Una posible solución es la implementación de un sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP por sus siglas en inglés: Enterprise Resource Planning) que les permita aumentar su nivel de eficiencia, eficacia y productividad. No obstante, estas implementaciones requieren de un alto costo de inversión, además de presentar ciertos problemas ante su implementación, por ejemplo, la dificultad para adaptarse plenamente a los procedimientos contables y administrativos de la organización, y la falta de manejo de estos sistemas por los usuarios finales. En base a lo mencionado, el presente estudio se ha centrado en la construcción de dos modelos para la implementación exitosa de sistemas ERP en pymes. Para esto, se ha utilizado una serie de factores críticos de éxito, enfocados desde dos puntos de vista: el criterio de expertos en el tema y la experiencia real en organizaciones. Para la elaboración de estos modelos se utilizó la metodología de modelado estructural interpretativo y su respectiva validación a través de un grupo focal de profesionales relacionados con implementaciones y usos de sistemas ERP. Los resultados muestran que los modelos son admisibles para una implementación exitosa en pymes dedicadas a actividades de comercialización, producción o servicios.

Palabras clave: CSF. ISM. Modelo. Implementación de sistemas ERP. Pymes.



Abstract

Small and medium-enterprises (SMEs) are considered very dynamic entities on the business environment. Currently, they have great potential for social growth and the ability for wealth generation. However, one limitation to their growth is the lack of systems that allow them to integrate all their information and activities. One possible solution is the implementation of an Enterprise Resource Planning system (ERP) that allows companies to increase their level of efficiency, effectiveness, and productivity. Yet these implementations require a high investment cost, and they expose certain problems in their implementation. For example the difficulty to fully adapt to the administrative and accounting procedures in each organization, and the lack of use of these systems by the final users. Based on what has stated this study is focused on the construction of two models for a successful implementation of ERP systems into SMEs. A numerous critical success factors have been used to focus on two points of view: the judgement of experts on the subject and the empirical evidence in organizations. For the development of these models, the structural interpretative modelling methodology has been used with the respective validation trough a focus group of professionals related to the implementation and uses of ERP systems. The results has showed that the models are admissible for a successful implementation in SMEs of commercialization, production, or services activities.

Keywords: CFS. Model. Implementation of ERP systems. SMEs.



Índice de Contenidos

1.	Introducción.....	10
2.	Materiales y métodos.....	12
2.1	Modelo estructural interpretativo (ISM).....	12
2.2	Muestra de estudio.....	13
2.3	Metodología.....	13
2.3.1	Paso1: Revisión bibliográfica de los factores relacionados con el tema	14
2.3.2	Paso 2: Elaboración de la matriz de auto interacción estructural (SSIM) con los factores críticos del estudio de Bernal (2019).....	17
2.3.3	Paso 3: Construcción de la matriz de alcanzabilidad inicial (RM) y final (FRM)	17
2.3.4	Paso 4: Construcción de la matriz cónica para distribuir los factores críticos por niveles	19
2.3.5	Paso 5: Clasificación de factores críticos en diagrama de poder de influencia y dependencia.....	20
2.3.6	Paso 6: Extracción del grafo.....	21
2.3.7	Paso 7: Construcción de los modelos para implementación de sistemas ERP.....	21
2.3.8	Paso 8: Validación de los modelos propuestos a través de un grupo focal	21
3	Resultados	23
3.1	Matriz SSIM	23
3.2	Matriz de alcanzabilidad inicial (RM) y final (FRM)	26
3.3	Matriz cónica	32
3.4	Clústerización de factores críticos.....	32
3.5	Modelos propuestos para implementación de sistemas ERP.....	34
4	Discusión	39



4.1	Experiencia empresarial	39
4.1.1	Nivel estratégico (nivel 3)	41
4.1.2	Nivel interno (nivel 2)	41
4.1.3	Nivel operativo (nivel 1).....	42
4.2	Percepción personal.....	43
4.2.1	Nivel estratégico (nivel 4)	45
4.2.2	Nivel Interno (nivel 3)	45
4.2.3	Nivel de Conocimientos (nivel 2).....	46
4.2.4	Nivel Operativo (nivel 1).....	47
5	Conclusiones	48
6	Futuros trabajos de investigación	49
7	Referencias Bibliográficas	50
8	Anexos.....	53
	Anexo 1: Matriz cónica – Experiencia empresarial.....	53
	Anexo 2: Matriz cónica – percepción personal	55



Índice de Tablas

Tabla 1:Factores críticos de éxito – Experiencia empresarial.	15
Tabla 2: Factores críticos de éxito - Percepción personal.....	16
Tabla 3: Simbología para matriz SSIM.	17
Tabla 4:Simbología para matriz RM.....	18
Tabla 5:Matriz de auto interacción estructural (SSIM) - Experiencia empresarial.	24
Tabla 6:Matriz de auto interacción estructural (SSIM) – Percepción personal.	25
Tabla 7:Matriz de alcanzabilidad inicial (RM)- Experiencia empresarial.....	27
Tabla 8:Matriz de alcanzabilidad inicial (RM) – Percepción personal.....	28
Tabla 9:Matriz de alcanzabilidad final (FRM)– Experiencia empresarial.....	30
Tabla 10:Matriz de alcanzabilidad final (FRM) – Percepción personal.	31
Tabla 11:Iteración de nivel I- Experiencia empresarial.....	53
Tabla 12:Iteración nivel II - Experiencia empresarial.	54
Tabla 13: Iteración nivel III - Experiencia empresarial.	54
Tabla 14:Iteración nivel I - Percepción personal.	55
Tabla 15:Iteración nivel II - Percepción personal.....	57
Tabla 16:Iteración nivel III - Percepción personal.	58
Tabla 17:Iteración nivel IV - Percepción personal.	58



Índice de Figuras

Figura 1: Metodología de la investigación.....	13
Figura 2. Ejemplo de transitividad aplicado a experiencia empresarial.	18
<i>Figura 3:Diagrama de etapas para el proceso general de un grupo focal.....</i>	<i>22</i>
Figura 4:Diagrama de poder de influencia y dependencia de factores críticos de éxito – Experiencia empresarial.....	33
Figura 5:Diagrama de poder de influencia y dependencia de factores críticos de éxito – Percepción personal.	34
Figura 6:Modelo estructural de factores críticos de éxito para implementación en pymes del Austro – Experiencia empresarial.	36
Figura 7:Modelo estructural de factores críticos de éxito para implementación de pymes en el Austro – Percepción personal.	38
Figura 8: Validación de modelo estructural para implementación de sistemas ERP en pymes - Experiencia empresarial.....	40
Figura 9:: Validación de modelo estructural para implementación de sistemas ERP en pymes - Percepción personal.	44



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Daniela Estefanía Tapia Cárdenas, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Modelo para implementación de sistemas ERP en Pymes del Austro", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 18 de enero del 2021

Daniela Estefanía Tapia Cárdenas

C.I.: 0105706402



Cláusula de Propiedad Intelectual

Daniela Estefanía Tapia Cárdenas, autora del trabajo de titulación "Modelo para implementación de sistemas ERP en pymes del Austro", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 18 de enero del 2021



Daniela Estefanía Tapia Cárdenas

C.I: 0105706402



1. Introducción

Hoy en día, las empresas buscan continuamente mejorar sus procesos y decisiones con el afán de obtener mayores utilidades y beneficios. Estos beneficios dan lugar a una mejor gestión de la organización junto con la constante innovación tecnológica que avanza a pasos agigantados a través del tiempo. En efecto, la innovación tecnológica es uno de los factores más importantes dentro de la economía de las organizaciones y a la cual se deben adaptar implementando una serie de equipos y sistemas que ayuden a mejorar su productividad y competitividad dentro del mercado (Guerrero, Marín, y Bonilla 2018).

Un sistema que suple esta necesidad es el denominado sistema de planificación de recursos empresariales (ERP por sus siglas en inglés, Enterprise Resource Planning). Esta herramienta tecnológica está diseñada para integrar toda la información proveniente del flujo de material, personal y recursos financieros de una organización a través de una base de datos común. La importancia de este tipo de aplicaciones se da al gestionar eficientemente y de manera automatizada los procesos de negocio en las áreas de manufactura y producción, finanzas y contabilidad, ventas y marketing, y recursos

humanos (Laudon y Laudon, 2012; Sánchez, García, y Ortiz, 2017). Investigaciones realizadas por Villacreses y Cedeño (2017), Deshmukh, Thampi, y Kalamkar (2015) y Grandón, Ramírez, y Rojas (2018) demuestran que implementar estos sistemas ERP traen consigo una serie de beneficios a las empresas, además de cumplir los resultados esperados. No obstante, Rivera, Reyes, y Arévalo (2018) manifiestan que un tercio de los proyectos de implementación no tienen éxito, y entre el 60% y el 70% de los casos de aplicación fracasan en la obtención de los beneficios esperados.

Las pequeñas y medianas empresas, pymes, también están inmersas en proyectos de implementación de sistemas ERP. Por ejemplo, Rivera y Pérez, (2013) examinan tres casos de implementación. Basado en este estudio, los autores recomiendan seleccionar un sistema ERP que mejor se adapte a las necesidades de la organización, ya sea esta una organización dedicada a actividades de comercialización, producción o servicios. De igual manera, el estudio identifica los retos que las pymes enfrentan en el proceso de implementación de acuerdo a los requisitos de la organización. Estos retos comúnmente abren paso también a una serie de conflictos al momento de la implementación de un ERP, los mismos que se presentan a nivel interno y

externo de la organización. Por un lado, a nivel interno, permitiéndoles mantener el control sobre ello; y por otro lado, a nivel externo, donde los factores que afectan no pueden ser manipulados o solucionados por la empresa (Palomo, 2005).

Kauffman (2001) señala que los limitantes para la implementación de un ERP en pymes a nivel interno son: carencia de sistema de planeación, organización, administración y control eficientes, además de tecnologías propias para la gestión y desarrollo de sus actividades de producción.

De modo similar, Artola y Artieda (2014) determinan que las debilidades de las pymes para lograr una automatización de su negocio a través de un ERP son: dificultad para acceder a créditos debido a sus altos costos de pago y la insuficiencia de instrumentos de apoyo para el financiamiento en el uso de tecnología.

Analizando todas estas problemáticas al momento de implementar un sistema ERP, se presenta la oportunidad de proponer un modelo de implementación exitosa de ERP para pymes, considerando dos puntos de vista: un enfoque basado en la experiencia empresarial y por otro lado un enfoque basado en la percepción personal de los

actores usuarios de dichos sistemas. Estos modelos deben permitir realizar una planificación en las pymes antes de su implementación (Rivera et al. 2018). De acuerdo a lo mencionado, se pone a prueba la hipótesis:

H: Es posible construir modelos de implementación de sistemas ERP en las pequeñas y medianas empresas (pymes), que englobe una serie de factores críticos, los cuales, con un manejo adecuado garantizarán el éxito en su implementación.

Para el desarrollo de este ensayo se ha tomado como referencia varios estudios que se fundamentan en la identificación de factores críticos, claves para el éxito en la implementación de un ERP. Por ejemplo, Gamarra y Cornejo (2018) citan en su documento a Seth, Goya y Kiran quienes argumentan que para una correcta implementación es necesario conocer sobre los factores críticos de éxito, a fin de no tener inconvenientes o mitigar los posibles riesgos al momento de implementar un modelo ERP. En el ámbito ecuatoriano centrado en la zona austral del país, Bernal (2019) en su tesis de grado “Identificación y análisis de factores críticos de éxito en la implementación de sistemas ERP en pymes: caso provincia del Azuay” ha contribuido con información de

gran valor sobre los factores , presentando una lista depurada de 31 factores críticos de éxito en la implementación de ERP en pymes. Estos factores también fueron analizados desde los dos enfoques ya citados de experiencia empresarial y percepción personal, con la finalidad de integrarlos y estructurarlos en la formulación del modelo de implementación.

En línea con lo presentado por Bernal (2019), se continúa en esta investigación con la construcción de dos modelos genéricos de implementación exitosa para los diferentes sectores de pymes, así como sus enfoques mencionados anteriormente. Es decir, cada modelo está compuesto por los factores de un solo enfoque, los mismos que actúan con énfasis durante el desarrollo e implementación de cada modelo. Finalmente, este estudio el cual pertenece al proyecto DIUC “Análisis y definición de estrategias y escenarios para la aplicación exitosa de ERP en PYMES del Austro” convocatoria XVII, se enfoca en la formulación y validación teórica de los modelos propuestos. En este punto se ha estructurado un grupo focal con temas de discusión basados en implementaciones y uso de sistemas ERP. Por consiguiente, la metodología empleada

en este estudio fue de carácter cualitativo basado en entrevistas a profundidad.

2. Materiales y métodos

El objeto de este estudio se ha enfocado en encontrar dos modelos exitosos en la implementación de ERP dirigido a las pymes del Austro. Por lo tanto, estos modelos genéricos deben ser adaptables a los distintos tipos de actividades a las que se dedican las pymes. Para ello se ha considerado la lista de 31 factores críticos de éxitos propuestos por Bernal (2019) que se aplicarán en el modelo estructural interpretativo.

2.1 Modelo estructural interpretativo (ISM)

Se ha determinado que el modelo estructural interpretativo (ISM) es el método más apropiado, en vista de que cumple con los parámetros necesarios para su construcción adaptándose al contexto del estudio y considerando una serie de factores críticos de éxito. ISM identifica las relaciones existentes entre los componentes que hacen frente a una misma situación compleja. Estas relaciones están dadas entre factores de manera directa o indirecta. Se fundamenta en la construcción de tres matrices: La matriz de auto interacción estructural (SSIM) que se encarga de establecer las relaciones contextuales entre los factores. Luego de

esto, SSIM se convierte en una matriz de alcanzabilidad (binaria) en donde se comprueba su transitividad y finalmente se obtiene un modelo multinivel que expresa en forma de grafo las relaciones directas e indirectas entre los factores analizados.

2.2 Muestra de estudio

Para el desarrollo del trabajo se seleccionó la muestra por conveniencia de tipo no probabilística; siendo esta un grupo focal compuesto por expertos en implementaciones y usos de sistemas ERP. Este grupo focal ayudó a determinar la validez de los modelos de acuerdo a los dos enfoques ya mencionados.

La sesión realizada el 11 de agosto del 2020 contó con la participación de los expertos además de la integración de los miembros del grupo de investigación IMAGINE de la Universidad de Cuenca encargados de dar el seguimiento a la sesión.

Según Mella (2000), un grupo focal es la discusión de las características y dimensiones de un tema en particular que los participantes han conocido o experimentado y cuyo propósito es la obtención y análisis de la información cualitativa obtenida de su discusión.

2.3 Metodología

Esta metodología requiere de una revisión previa de literatura en cuanto a conceptos fundamentales para su aplicación dentro de esta investigación. Estos conceptos radican en su adaptabilidad para evidenciar las transformaciones isomórficas en el desarrollo de sus matrices, así como del grafo que sirve para la concepción del modelo final. La metodología desarrollada durante esta investigación se resume en la Figura 1.

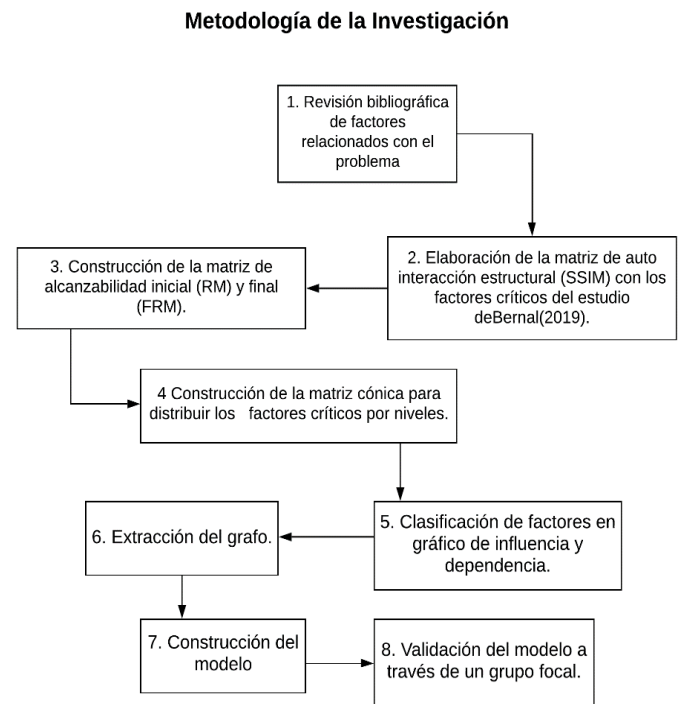


Figura 1: Metodología de la investigación.

Fuente: (Rajesh, Vivek, & Nikhil0, 2013)

Elaboración propia.

A continuación, se ha elaborado cada uno de los pasos detallados en la metodología



2.3.1 Paso1: Revisión bibliográfica de los factores relacionados con el tema

El proceso inicia por una recopilación bibliográfica de los factores críticos de éxito a utilizar, los cuales fueron obtenidos de estudios previos relacionados con el tema como es el estudio de Bernal (2019). Se ha considerado esta revisión bibliográfica desde dos enfoques: Factores críticos establecidos desde la experiencia empresarial (16 factores) y Factores críticos establecidos desde la percepción personal de expertos (22 factores). Es importante mencionar que producto del estudio con el que se obtuvo dichos factores, existe una reiteración de los mismos en los dos enfoques ya nombrados.

Los criterios para determinar los componentes en cada enfoque según (López Roldán & Fachelli, 2015) fueron los siguientes:

- Considerar todos los factores con un valor propio mayor a 1 en cuanto a la varianza total.
- Considerar el número de ejes que acumula en torno al 70 % de la varianza total.
- Representar gráficamente los factores y los valores propios

asociados observando el comportamiento de la curva resultante mediante el gráfico de sedimentación

De esta manera se determinaron los componentes necesarios y los factores integrantes en cada uno de ellos. Los factores se encuentran detallados en las Tablas 1 y 2.



Tabla 1: Factores críticos de éxito – Experiencia empresarial.

Código	CSF para la implementación exitosa de ERP	Componente	
		1	2
Componente 1	CSF: Estratégico		
x1	Apoyo y participación de la alta dirección	0,912	0,255
x2	Gestión de proyectos	0,867	0,122
x3	Uso de un comité de dirección	0,593	0,398
x4	Reingeniería de procesos de negocio (BPR)	0,114	0,922
x5	Metas y objetivos claros	0,410	0,831
Componente 2	CSF: Apoyo		
x6	Gestión del cambio		
x7	Cooperación interdepartamental	0,854	0,148
x8	Comunicación	0,805	0,153
x9	Relación con proveedores y soporte	-0,002	0,854
x10	Consultores externos	0,505	0,678
Componente 3	CSF: Operativo	0,523	0,623
x11	Configuración del sistema ERP		
x12	Estructura de TI y sistemas heredados	0,881	0,204
x13	Habilidades, conocimientos, experiencia	0,821	0,095
x14	Aceptación del sistema ERP / resistencia	0,776	0,159
x15	Ajuste organizacional de ERP	0,666	0,385
x16	Participación de usuarios finales y partes interesadas	0,088	0,903
		0,317	0,830

Fuente: (Bernal, 2019).



Tabla 2: Factores críticos de éxito - Percepción personal.

Código	CSF para la implementación exitosa de ERP	Componente	
		1	2
Componente 1	CSF: Estratégico		
y1	Campeón de proyecto (mediador)	0,925	0,167
y2	Cultura organizacional	0,813	0,087
y3	Medio Ambiente (cultura nacional, idioma)	0,753	0,419
y4	Metas y objetivos claros	0,720	0,314
y5	Gestión del conocimiento	0,692	0,480
y6	Gestión de proyectos	0,060	0,764
y7	Estructura organizacional	0,423	0,729
y8	Apoyo y participación de la alta dirección	0,257	0,697
Componente 2	CSF: Apoyo		
y9	Relación con proveedores y soporte	0,880	0,189
y10	Formación de usuarios	0,810	0,244
y11	Herramientas del vendedor y métodos de implementación	0,581	0,493
y12	Cooperación interdepartamental	0,205	0,886
y13	Gestión del cambio	0,281	0,855
Componente 3	CSF: Operativo		
y14	Exactitud de los datos	0,839	0,225
y15	Estructura de TI y sistemas heredados	0,813	0,302
y16	Solución de problemas	0,797	0,297
y17	Pruebas del sistema ERP	0,772	0,430
y18	Aceptación del sistema ERP / resistencia	0,755	0,255
y19	Participación de usuarios finales y partes interesadas	0,690	-0,001
y20	Configuración del sistema ERP	0,664	0,275
y21	Monitoreo / Medición del desempeño	0,119	0,846
y22	Equipo de proyecto equilibrado	0,333	0,761

Fuente: (Bernal, 2019).

2.3.2 Paso 2: Elaboración de la matriz de auto interacción estructural (SSIM) con los factores críticos del estudio de Bernal (2019)

Para elaborar esta matriz (SSIM) se ha requerido la opinión de un panel de expertos que establezcan las relaciones contextuales de cada uno de los factores críticos. En este caso fueron los investigadores del grupo IMAGINE de la Universidad de Cuenca. Este grupo de investigadores cuenta con un perfil de docente en las diferentes áreas de la Ingeniería. Esto aportó una gran ventaja para establecer cada una de las relaciones contextuales desde diferentes puntos de vista. Con su ayuda se dio la construcción de esta matriz mediante las relaciones propuestas por Routroy y Kumar (2014), presentes en la Tabla 3.

Tabla 3: Simbología para matriz SSIM.

Símbolo	Descripción
V	El factor i influye o es conducido hacia el factor j
A	El factor j influye o es conducido hacia el factor i
X	El factor i y el factor j están relacionados en ambas direcciones
O	No hay una relación existente entre el factor i y el factor j

Fuente: (Routroy y Kumar 2014)

Elaboración propia

Las relaciones se aplicaron para cada uno de los factores críticos, de modo que cada casilla ha sido ocupada por uno de los símbolos mencionados según la relación que se haya establecido hasta completar la diagonal inferior de la matriz. Un punto importante es que si bien cada casilla de la diagonal principal está ocupada por un guion estos representan el número 1, de igual manera únicamente se llenó la diagonal inferior ya que así lo indica la metodología establecida.

A manera de ejemplo, para el factor x7 la diagonal inferior indica que la posición (i) tuvo influencia hacia el factor x2 que se encuentra en la posición (j). Entonces en la casilla (7,2) se ubicará el símbolo “V”. Como se puede observar en la sección 3 de resultados Tabla 5.

2.3.3 Paso 3: Construcción de la matriz de alcanzabilidad inicial (RM) y final (FRM)

La construcción de estas matrices se da en dos pasos. En el paso uno, se procedió con la primera transformación isomórfica. En otras palabras, la matriz de símbolos (VAXO) fue transformada en una matriz binaria denominada matriz de alcanzabilidad inicial (RM). Para esto, se han utilizado las reglas

propuestas por Rajesh, Shankar y Suhaib (2008), mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4: Simbología para matriz RM.

	Símbolo			
	V	A	X	O
Entrada (i, j)	1	0	1	0
Entrada (j, i)	0	1	1	0

Fuente: (Rajesh, Vivek, & Nikhil, 2013)

Elaboración propia

El proceso ejecutado para la transformación de la matriz SSIM a la matriz RM consistió en: 1) tomar las referencias tal cual se indica en la Tabla 6 de modo que para la diagonal inferior se ha tomado como referencia la entrada (i, j). 2) de acuerdo al símbolo que se encuentre ubicado en cada casilla de la matriz (SSIM), se lo ha reemplazado por los valores dados en la Tabla 6, de esta manera fue como se obtuvo la matriz binaria para la diagonal inferior. 3) se han sustituido los valores en la diagonal superior considerando que las relaciones contextuales son las mismas. 4) se ha reemplazado los símbolos VAXO tomado como referencia la entrada (j, i) dando lugar a la matriz binaria de la diagonal superior.

Para el paso dos, se introduce el concepto de transitividad con el cual se ha realizado la matriz de alcanzabilidad final (FRM). La regla de transitividad, dada por

Rajesh et al. (2008), consiste en relacionar los factores de la matriz RM cuyo valor dentro de su casilla sea cero. Explicado de otra manera, la transitividad en este estudio se ha establecido mediante la construcción del grafo de la matriz (RM). Un breve ejemplo de la construcción de este grafo se observa en la Figura 2. Nótese como del nodo x2 se origina una relación directa hacia x16 y lo mismo ocurre desde el nodo x16 al nodo x7, por lo que se concluye que existe transitividad (línea entrecortada) entre la casilla x2 (i) y x7 (j) la cual será remplazada por “1a” en la matriz FRM.

Lo característico de este concepto es que las comparaciones entre los nodos se dan por pares o por inferencias para llenar cada una de las casillas en donde existe el cruce de variables de la matriz. Esto hace que se reduzcan las comparaciones por pares entre un 50% a 80%, siendo una ventaja también que muchas relaciones del sistema sean transitivas (Watson, 1978).

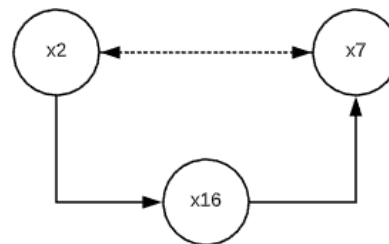


Figura 2. Ejemplo de transitividad aplicado a experiencia empresarial.

Elaboración propia

Además de la transitividad, según el autor Naveed et al, (2017) la matriz de alcanzabilidad final (FRM) también indica los poderes de influencia y dependencia que hay entre los factores críticos. Esto se ha determinado sumando los factores relacionados directamente; es decir las casillas que contienen el número uno, así como las que contienen la referencia “1a” que representa a los factores transitivos. La suma se ha realizado tanto para el poder de influencia (filas) como para el poder de dependencia (columnas).

2.3.4 Paso 4: Construcción de la matriz cónica para distribuir los factores críticos por niveles

La construcción de la matriz cónica ha tomado como base la matriz (FRM), y a partir de la misma se ha definido los niveles para la ubicación de cada uno de los factores dentro de los modelos.

Aplicando lo propuesto por Naveed et al. (2017), se ha construido la matriz de la siguiente manera. Se definió una columna correspondiente a todos los factores, un conjunto de accesibilidad donde se ubicará los factores que se encuentren en las filas de la matriz (FRM) y contengan en sus casillas el número uno y la referencia “1a”. Un conjunto de antecedentes que contendrá los

factores ubicados en las columnas de la matriz (FRM) cuyas casillas contengan el número uno y la referencia “1a”, además de un conjunto llamado intersección que se encargará de incluir a los factores que coincidan en los dos conjuntos ya mencionados. Cabe recalcar que el proceso realizado fue el mismo para los dos enfoques, ya que se va a medir tanto experiencia empresarial como percepción personal en la implementación de un ERP.

A continuación, se indica un breve ejemplo de cómo fue desarrollada la matriz cónica la cual se observa en los Anexos 1 y 2. Tomando como referencia la experiencia empresarial. Se ha ubicado el factor x4 en la matriz FRM de tal manera que todas las casillas ubicadas en la fila del factor x4 que contengan el número “1” y la referencia “1a” han sido transcritas al conjunto de alcanzabilidad en la matriz cónica. Estas casillas representan a los factores como tal de cada enfoque. Por lo tanto, en el conjunto alcanzabilidad fueron ubicados los factores x1, x2, x4, x6, x7, x8, x9, x11, x12, x13, x14, x15 y x16. Mientras que, para el conjunto antecedentes, fueron ubicadas las casillas en la columna del factor x4 con el mismo contenido, las cuales fueron transcritas al conjunto antecedente, ubicándose los factores x1, x2, x3, x4, x5, x6, x7, x8, x9,

x10, x11, x12, x13, x14, x15 y x16. De estos conjuntos, se ubicó en el conjunto intersección únicamente las coincidencias entre alcanzabilidad y antecedentes dando como resultado coincidente los factores x1, x2, x4, x6, x7, x8, x9, x11 x12, x13, x14, x15 y x16. Este proceso se ha realizado para cada uno de los factores en sus respectivos enfoques.

Los factores conformados en el conjunto accesibilidad que coincidieron con el conjunto intersección, inmediatamente formaron parte del nivel I y han sido descartados para la selección del siguiente nivel. Entonces, se ha tomado nuevamente aquellos factores restantes para formar el nuevo nivel en este caso el nivel II. Esto se repite hasta distribuir todos los factores en sus respectivos niveles.

Un ejemplo sencillo de las iteraciones para cada nivel que de igual manera se encuentran en los Anexos 1 y 2 es, tomando como referencia la experiencia empresarial, factor x4. Se indica que el nivel I está conformado por los factores x12, x4, x14, x11, x15 x16 y x7, ya que como se ha observado en la descripción de la metodología, estos siete factores en su conjunto de alcanzabilidad contienen los mismos factores que en su conjunto de

intersección, dando como resultado que todos han sido ubicados en el mismo nivel y por ende estarán relacionados entre sí para la estructuración del modelo.

2.3.5 Paso 5: Clasificación de factores críticos en diagrama de poder de influencia y dependencia

Los factores críticos han sido clasificados en cuatro tipos de clústeres. Ellos analizan el poder de influencia y dependencia que se ha dado entre los factores junto con la ubicación de los mismos dentro de los modelos. Los cuatro tipos de clústeres son los siguientes, autónomos, dependientes, independientes y enlazados. En los clústeres autónomos están incluidos los factores cuya influencia y dependencia es muy débil, y se apartan totalmente del sistema de estudio con muy pocas relaciones fuertes. En los clústeres dependientes se encuentran los factores incorporados que poseen débil influencia, pero una fuerte dependencia. En los clústeres independientes están incluidos los factores que tengan una fuerte influencia y una débil dependencia. Finalmente, el clúster de enlazados contiene a los factores con una fuerte influencia y alta dependencia (Routroy y Kumar, 2014).

Tomando en cuenta lo propuesto por Routroy y Kumar (2014), la construcción de

estos clústeres o matriz de impactos cruzados para los dos enfoques, ha determinado qué factores impulsan a los modelos en varias categorías. Para el desarrollo de los mismos, se ha sumado las casillas de cada uno de los factores ubicados en las filas de la matriz (FRM) que contengan el número uno y la referencia “1a”, los cuales indicaron el poder de influencia dado entre ellos. Además, se realizó la suma de cada uno de los factores ubicados en las columnas de dicha matriz cuyas casillas contengan las mismas referencias que en las filas; aquí, su suma indicó la dependencia entre ellos. Tomando en cuenta el resultado de esta suma, se ha ubicado cada factor en su cuadrante respectivo de acuerdo a las coordenadas que posea, teniendo como referencia los valores obtenidos en la dependencia para el eje de las abscisas y en los valores de influencia para eje de las ordenadas.

Tomando como ejemplo el resultado del enfoque de experiencia empresarial situado en la sección 3 de resultados Figura 4, significa que si en el factor x1 existe un valor de dependencia de once y un valor de influencia de quince. El factor x1 se ubicó en las coordenadas (11, 15) siguiendo el mismo proceso para los demás factores.

2.3.6 Paso 6: Extracción del grafo

La extracción del grafo se elaboró a manera de nodos a partir de la matriz cónica y fue considerado como una base inicial hacia la construcción de los modelos finales con sus respectivas relaciones

2.3.7 Paso 7: Construcción de los modelos para implementación de sistemas ERP

Para la construcción de los modelos, se ha utilizado el grafo realizado para cada enfoque, este se ha convertido en el modelo ISM. La manera en la que se armó el modelo final fue sustituyendo cada uno de los nodos con los factores correspondientes, ubicándolos dentro de los niveles establecidos dados en la matriz cónica.

2.3.8 Paso 8: Validación de los modelos propuestos a través de un grupo focal

El modelo obtenido del ISM fue validado a través de un grupo focal. Explicando a mayor detalle, se ha tomado como parte clave la selección de los expertos quienes han cumplido con el perfil necesario para la validación. Se contempló las recomendaciones dadas por Mendoza, González, y Pino (2013), quienes sugieren que una sesión debe conformarse entre tres a doce expertos. Por lo tanto, para la validación

de estos modelos, la sesión fue integrada por tres expertos en implementaciones y sistemas ERP, quienes llevan varios años en la industria de sistemas ERP además de que sus actividades laborales están relacionadas con la implementación de dichos sistemas que pertenecen a organizaciones de producción, comercialización y servicios.

El procedimiento dado para este grupo focal se observa en la Figura 3. Estas fases han adoptado un mayor orden y organización al momento de realizar la sesión permitiendo que esta técnica sea realmente útil para validar cada modelo propuesto, además que su aplicación es válida en el campo de la Ingeniería como herramienta de validación (Mendoza, González, y Pino, 2013). Todo esto a través de una previa planificación en cuanto a los participantes que intervinieron en la sesión, los materiales y métodos a utilizar y resultados que se obtendrán de esta técnica.

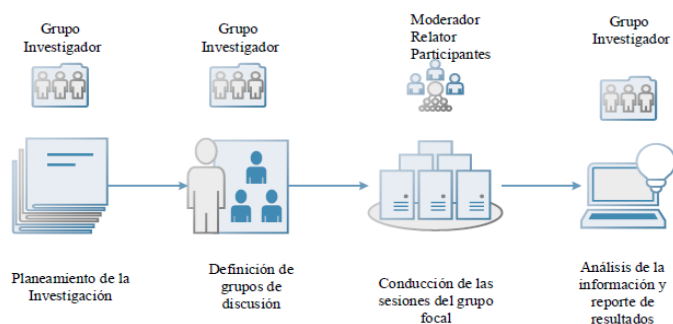


Figura 3: Diagrama de etapas para el proceso general de un grupo focal.

Fuente: Mendoza, González, y Pino (2013)

Elaboración propia

Los participantes del grupo focal fueron inducidos al tema de investigación y la metodología utilizada para formular los modelos. De manera que los expertos invitados pudieron visualizar y analizar los modelos desde un contexto más profundo basándose en su experiencia laboral y en las opiniones dadas por los demás participantes. Una vez comprendidos estos modelos, los expertos evaluaron los factores y sus relaciones.

Los expertos estuvieron de manera simultánea en una reunión virtual. Durante la sesión sus opiniones fueron receptadas en forma individual, teniendo como guía un cuestionario previamente definido por el equipo investigador, con preguntas enfocadas básicamente en las relaciones de cada uno de los factores que contienen los modelos. Las preguntas fueron realizadas de igual manera para cada uno de los expertos, aquí sus respuestas han sido expresadas de manera dicotómica (si o no) sin perder la dinámica de aplicación de un grupo focal y dando a conocer si cada una de las relaciones establecidas han sido validadas o rechazadas.

La información obtenida de los expertos ha sido de gran utilidad. Esto a su vez permitió realizar un nuevo análisis y transcribir esta información a un nuevo



modelo donde se ha podido observar con mayor claridad las relaciones más relevantes entre los factores del modelo para cada enfoque, así como aquellas que no tienen mayor influencia en su estructura. De tal manera que los modelos han sido estructurados nuevamente. En estos modelos ya modificados se han establecido las relaciones más exitosas y que mejor se adaptan a los factores involucrados, sin perder el contexto de la investigación, así como la ubicación de los factores en sus respectivos niveles, cumpliéndose el análisis de la información y la validación de los modelos.

3 Resultados

Producto de la metodología aplicada en esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

3.1 Matriz SSIM

De acuerdo a la opinión de los investigadores del grupo IMAGINE y como se puede observar en las tablas 5 y 6, las relaciones contextuales establecidas en la diagonal inferior de la matriz SSIM indican en su mayoría una influencia entre los factores críticos desde la posición (i) hacia la posición (j). Estos resultados son claves para el desarrollo de las siguientes matrices ya que

de estas relaciones depende el éxito de la elaboración de los modelos.



Tabla 5: Matriz de auto interacción estructural (SSIM) - Experiencia empresarial.

Nº	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
x1	-															
x2	A	-														
x3	X	A	-													
x4	A	A	A	-												
x5	A	X	A	V	-											
x6	A	X	A	V	A	-										
x7	A	V	X	V	X	V	-									
x8	X	X	A	X	A	V	V	-								
x9	X	A	X	V	A	O	O	X	-							
x10	X	O	X	V	A	O	O	O	X	-						
x11	A	A	A	A	A	A	O	O	A	A	-					
x12	A	A	A	A	A	V	O	O	X	O	X	-				
x13	A	V	V	V	V	V	V	A	V	V	V	V	-			
x14	A	A	A	O	A	X	V	A	X	A	A	X	A	-		
x15	A	A	A	A	A	A	O	A	O	A	A	A	V	O	-	
x16	A	A	A	X	A	A	X	A	A	A	A	A	A	V	V	-

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.



Tabla 6: Matriz de auto interacción estructural (SSIM) – Percepción personal.

Nº	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17	y18	y19	y20	y21	y22
y1	-																					
y2	V	-																				
y3	V	V	-																			
y4	V	A	A	-																		
y5	A	A	O	X	-																	
y6	A	A	X	A	X	-																
y7	V	X	A	A	O	X	-															
y8	X	V	O	V	V	V	X	-														
y9	X	A	A	A	O	A	O	A	-													
y10	A	A	A	A	X	A	A	A	X	-												
y11	O	O	O	A	X	A	O	O	X	V	-											
y12	A	X	A	A	X	X	A	A	O	X	O	-										
y13	A	X	A	A	X	X	X	A	O	X	O	X	-									
y14	O	O	O	A	A	X	O	O	O	O	O	X	O	-								
y15	O	O	O	A	V	O	O	O	O	V	V	A	A	V	-							
y16	A	A	A	A	A	A	A	A	O	O	O	X	X	A	A	-						
y17	O	O	O	A	A	A	A	A	A	V	A	A	O	O	A	X	-					
y18	A	A	A	A	A	A	A	A	O	V	A	X	A	O	A	A	X	-				
y19	A	A	O	A	A	A	A	A	O	X	O	X	X	O	O	V	X	X	-			
y20	O	O	O	A	A	A	O	A	X	O	X	X	O	X	X	A	V	V	X	-		
y21	O	A	O	A	O	A	O	A	O	A	A	O	O	O	A	V	X	A	A	O	-	
y22	A	A	O	A	O	X	A	A	O	O	O	X	O	O	O	V	V	V	V	V	V	-

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia



3.2 Matriz de alcanzabilidad inicial (RM) y final (FRM)

En esta matriz ya se observa la primera transformación isomórfica, es decir la matriz de símbolos VAXO pasó a ser una matriz completamente binaria, tanto para la diagonal superior como la inferior. En la matriz perteneciente a la experiencia empresarial como lo indica la Tabla 7 se observó que las casillas en su mayoría están ocupadas por el número uno, esto quiere decir que la presencia de transitividad en esta matriz será muy significativa. Mientras que para la percepción personal como se observa en la Tabla 8 las casillas están ocupadas en su mayoría con el número cero lo cual indica que la transitividad será menor con respecto a la experiencia empresarial.



Tabla 7: Matriz de alcanzabilidad inicial (RM)- Experiencia empresarial.

Nº	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
x1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
x2	0	-	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
x3	1	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
x4	0	0	0	-	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
x5	0	1	0	1	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
x6	0	1	0	1	0	-	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
x7	0	1	1	1	1	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
x8	1	1	0	1	0	1	1	-	1	0	0	0	1	1	1	1
x9	1	0	1	1	0	0	0	1	-	1	1	1	0	1	0	1
x10	1	0	1	1	0	0	0	0	1	-	1	0	0	1	1	1
x11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	0	1	1	1
x12	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	-	0	1	1	1
x13	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-	1	0	1
x14	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	-	0	0
x15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0
x16	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	-

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.



Tabla 8: Matriz de alcanzabilidad inicial (RM) – Percepción personal.

Nº	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17	y18	y19	y20	y21	y22
y1	-	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
y2	1	-	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
y3	1	1	-	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
y4	1	0	0	-	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y5	0	0	0	1	-	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
y6	0	0	1	0	1	-	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
y7	1	1	0	0	0	1	-	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1
y8	1	1	0	1	1	1	1	-	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
y9	1	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
y10	0	0	0	0	1	0	0	0	1	-	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
y11	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	-	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
y12	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
y13	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	-	0	1	1	0	1	1	0	0	0
y14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	-	0	1	0	0	0	1	0	0
y15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	-	1	1	1	0	1	1	0
y16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	-	1	1	0	1	0	0
y17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	-	1	1	0	1	0
y18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	-	1	0	1	0
y19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	-	1	1	0
y20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	-	0	0
y21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	-	0
y22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia



En la matriz FRM, para la experiencia empresarial se obtuvo tal cual una matriz con gran presencia de transitividad, al sumar estas casillas transitivas es decir que sus celdas tengan la referencia “1a” junto con las casillas ocupadas por los números uno tanto en las filas como las columnas se obtuvo el poder de influencia y dependencia para cada uno de los factores. Estos valores fueron proporcionales entre sí, siendo un dato muy importante para el análisis al momento de validar los modelos, este caso se presentó de la misma manera para la percepción personal. el detalle de estas matrices se encuentra en la Tabla 9 y 10.



Tabla 9: Matriz de alcanzabilidad final (FRM)– Experiencia empresarial.

N°	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	Poder de Influencia
x1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
x2	1a	-	1	1	1	1	1a	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	15
x3	1	1a	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	15
x4	1a	1a	0	-	0	1a	1a	1	1a	0	1	1	1a	1a	1	1	12
x5	1a	1	1a	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	15
x6	0	1	1a	1	1 ^a	-	1a	1a	0	0	1	1a	1a	1	1	1	12
x7	1a	1	1	1	1	1	-	1a	1a	1a	1a	1a	0	1a	1a	1	14
x8	1	1	1a	1	1 ^a	1	1	-	1	1a	1a	1a	1	1	1	1	14
x9	1	1a	1	1	1 ^a	1 ^a	1a	1	-	1	1	1	1a	1	1a	1	15
x10	1	1a	1	1	1 ^a	1a	1a	1a	1	-	1	1a	1a	1	1	1	15
x11	0	0	0	1a	0	1a	1a	0	1a	0	-	1	1a	1	1	1	9
x12	1a	1a	1a	1a	0	1	1a	1a	1	1a	1	-	1a	1	1	1	14
x13	1a	1	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	1	-	1	1a	1	13
x14	1a	1a	1a	1a	1 ^a	1	1	1a	1	1a	1a	1	0	-	1a	1a	14
x15	0	1a	1a	1a	1 ^a	0	1a	0	1a	1a	1a	1a	1	1a	-	1a	12
x16	0	1a	1a	1	1 ^a	1a	1	1a	1a	0	1a	1a	1a	1	1	-	13
Poder de Dependencia	11	14	13	15	12	14	15	13	14	11	15	15	13	15	15	14	

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia



Tabla 10: Matriz de alcanzabilidad final (FRM) – Percepción personal.

Nº	y1	y2	y3	y4	y5	y6	y7	y8	y9	y10	y11	y12	y13	y14	y15	y16	y17	y18	y19	y20	y21	y22	Poder de Influencia
y1	-	1a	1a	1a	1	1	1a	1	1	1	1a	1	1	1a	1a	1	1a	1	1	1a	1a	1a	22
y2	1	-	1a	1	1	1	1	1 ^a	1	1	1a	1	1	1a	1a	1	1a	1	1	1a	1	1	22
y3	1	1	-	1	1a	1	1	1 ^a	1	1	1a	1	1	1a	1a	1	1a	1	1a	1a	1a	1a	22
y4	1	1a	1a	-	1	1	1	1 ^a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
y5	1a	1a	1a	1	-	1	1a	0	1a	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	1	1	1a	1a	21
y6	1a	1a	1	1a	1	-	1	1 ^a	1	1	1	1	1	1	1a	1	1	1	1	1	1	1	22
y7	1	1	1a	1a	1a	1	-	1	1a	1	1a	1	1	1a	1a	1	1	1	1	1a	1a	1	22
y8	1	1	1a	1	1	1	1	-	1	1	1a	1	1	1a	1a	1	1	1	1	1	1	1	22
y9	1	0	0	0	1a	1a	0	1 ^a	-	1	1	1a	1a	1a	1a	1a	1	1a	1a	1	1a	0	17
y10	1a	1a	0	1a	1	1a	1a	0	1	-	1a	1	1	1a	1a	1a	1a	1a	1	1a	1	1a	20
y11	1a	0	0	1a	1	1a	0	0	1	1	-	1a	1a	1a	1a	1a	1	1	1a	1	1	0	17
y12	1a	1	1a	1a	1	1	1a	0	1a	1	1a	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1a	1	21
y13	1a	1	1a	1a	1	1	1	1 ^a	1a	1	1a	1	-	1a	1	1	1a	1	1	1a	1a	1a	22
y14	0	1a	1a	0	1a	1	1a	0	1a	1a	1a	1	1a	-	1a	1	1a	1a	1a	1	1a	1a	19
y15	0	0	0	1a	1	1a	0	0	1a	1	1	1a	1a	1	-	1	1	1	1a	1	1	0	16
y16	0	1a	0	0	1a	1a	1a	0	1a	1a	1a	1	1	1a	1a	-	1	1	1a	1	1a	1a	18
y17	0	0	0	0	1a	0	0	0	1a	1	0	1a	1a	0	0	1	-	1	1	1a	1	0	11
y18	0	1a	0	0	1a	1a	0	0	1a	1	0	1	1a	1a	1a	1a	1	-	1	1a	1	1a	16
y19	0	1a	0	0	1a	1a	1a	0	1a	1	1a	1	1	1a	1a	1	1	1	-	1	1	1a	18
y20	1a	1a	0	0	1a	1a	0	0	1	1a	1	1	1a	1	1	1a	1	1	1	-	1a	0	17
y21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1a	0	1a	1a	0	0	1	1	1a	1a	1a	-	0	9
y22	0	1a	1a	0	1a	1	1a	0	1a	1a	1a	1	1a	1a	1a	1	1	1	1	1	1	-	19
Poder de Dependencia	14	17	12	13	21	20	15	9	21	22	19	22	22	20	20	22	22	22	22	22	22	16	

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia

3.3 Matriz cónica

Esta matriz indica la distribución de cada uno de los factores en sus respectivos niveles obteniéndose un total de 16 iteraciones para la experiencia empresarial, 7 iteraciones correspondientes al nivel uno, 6 iteraciones para el nivel dos y 3 iteraciones para el nivel 3, cada iteración significa un factor asignado a un nivel.

El proceso para la percepción personal fue el mismo donde se consiguió un total de 22 iteraciones. Las primeras 9 iteraciones designadas al nivel uno, las siguientes 6 iteraciones para el nivel dos, 4 iteraciones para el tercer nivel y las últimas tres iteraciones para el nivel 4.

Estas iteraciones como se indican en los Anexos 1 y 2 permitieron diagramar el

modelo final con las relaciones establecidas entre cada factor crítico de acuerdo al nivel en el que estén situados.

3.4 Clústerización de factores críticos

Para la experiencia empresarial, se observa como los tres primeros cuadrantes no cuentan con la presencia de ningún factor. Sin embargo, para el cuadrante IV, están presentes los 16 factores con una fuerte influencia de cada factor sobre otro de acuerdo a la literatura establecida por Routroy y Kumar (2014). A su vez, estos factores requirieron de una retroalimentación para la estructuración del modelo, donde sus relaciones se basaron principalmente en la influencia y dependencia. Este diagrama se encuentra en la Figura 4.

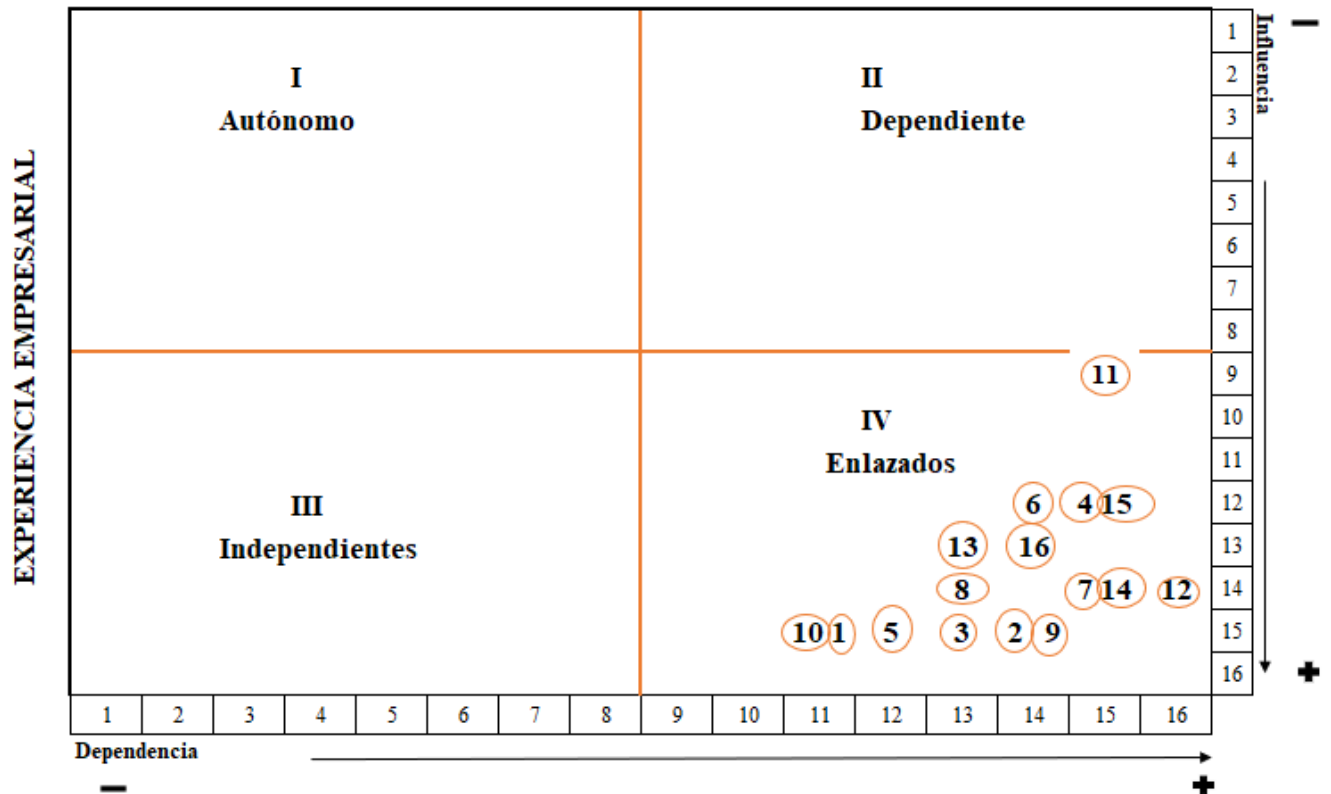


Figura 4: Diagrama de poder de influencia y dependencia de factores críticos de éxito – Experiencia empresarial.

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.

En la percepción personal existen las siguientes situaciones. Para el cuadrante I, no existe ningún factor, mientras que para el cuadrante II se observa la presencia de los factores Monitoreo/medición del desempeño (y21) y Pruebas del sistema ERP (y17), ubicados en la parte superior del modelo debido a que poseen una fuerte dependencia el uno del otro. El cuadrante III contiene al factor Apoyo y participación de la alta dirección (y8) siendo netamente único e independiente. Este factor se encuentra presente en la base de la estructura del

modelo final considerado como importante para una implementación exitosa puesto que se trata de uno de los factores con mayor influencia dentro del objeto de estudio. Finalmente, el cuadrante 4 ocupa el resto de factores situados en diferentes niveles y de igual manera influyendo fuertemente unos sobre otros, de manera especial los que se encuentran en la base del modelo que son factores clave al momento de realizar la implementación. El diagrama correspondiente a la percepción personal se encuentra en la Figura 5.

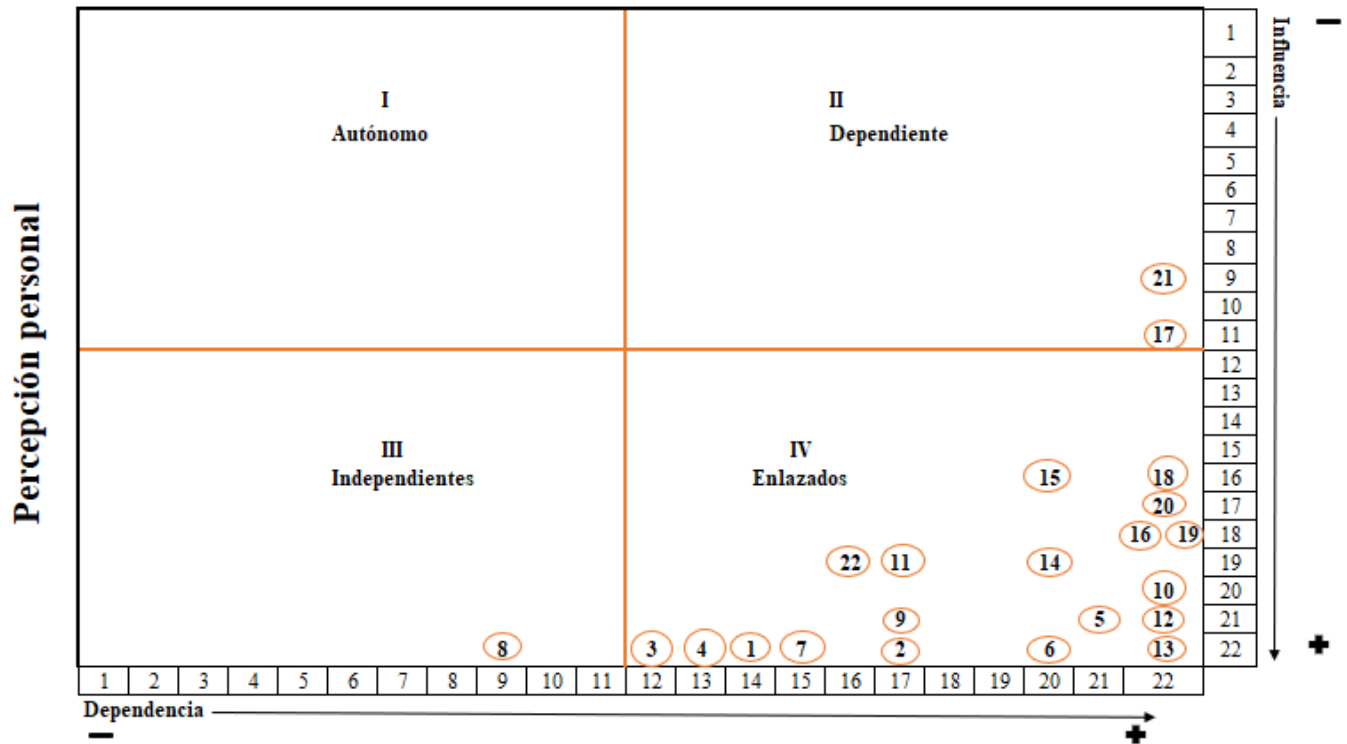


Figura 5: Diagrama de poder de influencia y dependencia de factores críticos de éxito – Percepción personal.

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.

3.5 Modelos propuestos para implementación de sistemas ERP

Parte de los resultados principales que se han obtenido de esta investigación sugieren que al momento de implementar un sistema ERP, es crucial la importancia de ciertos factores para garantizar el éxito en la empresa. En este sentido se expone la presencia de los factores críticos de éxito en el modelo de implementación obtenido y se puede visualizar el impacto que tendrán al momento de realizar la implementación, encajando con la hipótesis establecida para esta investigación.

Puesto que se realizó el estudio partiendo de dos enfoques, se ha obtenido dos modelos genéricos para implementación exitosa de sistemas ERP en pymes, es decir, que se adapten a cualquier tipo de actividad ya sea de producción, comercialización o servicios.

El modelo para la experiencia empresarial obtenido se conforma de tres niveles, en donde el tercer nivel denominado estratégico se colocó en la parte inferior como base del modelo. El nombre que se le asignó a este nivel es debido a que los factores ubicados en él están encargados de



realizar la toma de decisiones de todo el proyecto en general y tendrán un impacto significativo en el desempeño de los siguientes niveles. Los factores de este nivel comienzan a relacionarse de manera directa e indirecta con los factores ubicados en el segundo nivel llamado también nivel interno puesto que los factores situados aquí tienen funciones que involucran únicamente a la organización y el personal que labora en la misma. Por último, estos factores se relacionan de igual manera con los factores ubicados en el nivel uno o nivel operativo que contiene a los factores encargados de finalizar la implementación y supervisar el funcionamiento del sistema ERP en las pymes. El modelo final se observa en la Figura 6.

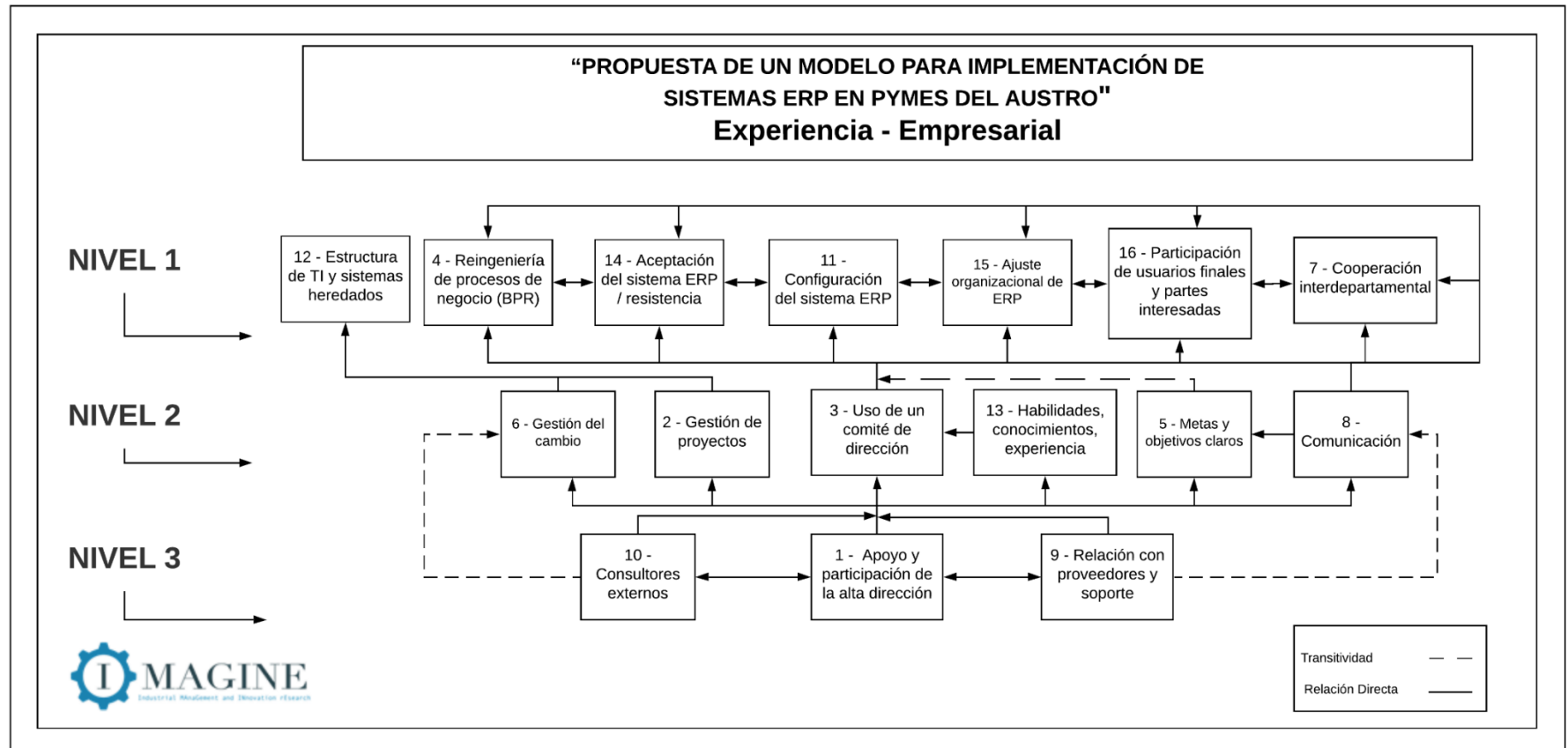


Figura 6: Modelo estructural de factores críticos de éxito para implementación en pymes del Austro – Experiencia empresarial.
Fuente: Routroy y Kumar (2014)
Elaboración propia.



Con respecto al segundo enfoque de percepción personal, se obtuvo un modelo de cuatro niveles, que de igual manera en el nivel de base (nivel cuarto) se define estratégico porque también contiene factores clave en las decisiones del proyecto de implementación; el nivel cuatro empieza con la relación entre los factores ubicados en el nivel tres o nivel interno dado que contiene a los factores que se encargan de cumplir las decisiones dadas en el nivel anterior, al nivel dos lo denominamos nivel de conocimientos que se encarga de la gestión y el manejo de la organización. Finalmente, el nivel uno o nivel operativo se lo ubica en la parte superior y final del modelo con los factores encargados de finalizar la implementación y supervisar el desempeño por parte de los usuarios finales en el sistema ERP. El detalle del modelo se encuentra en la Figura 7.

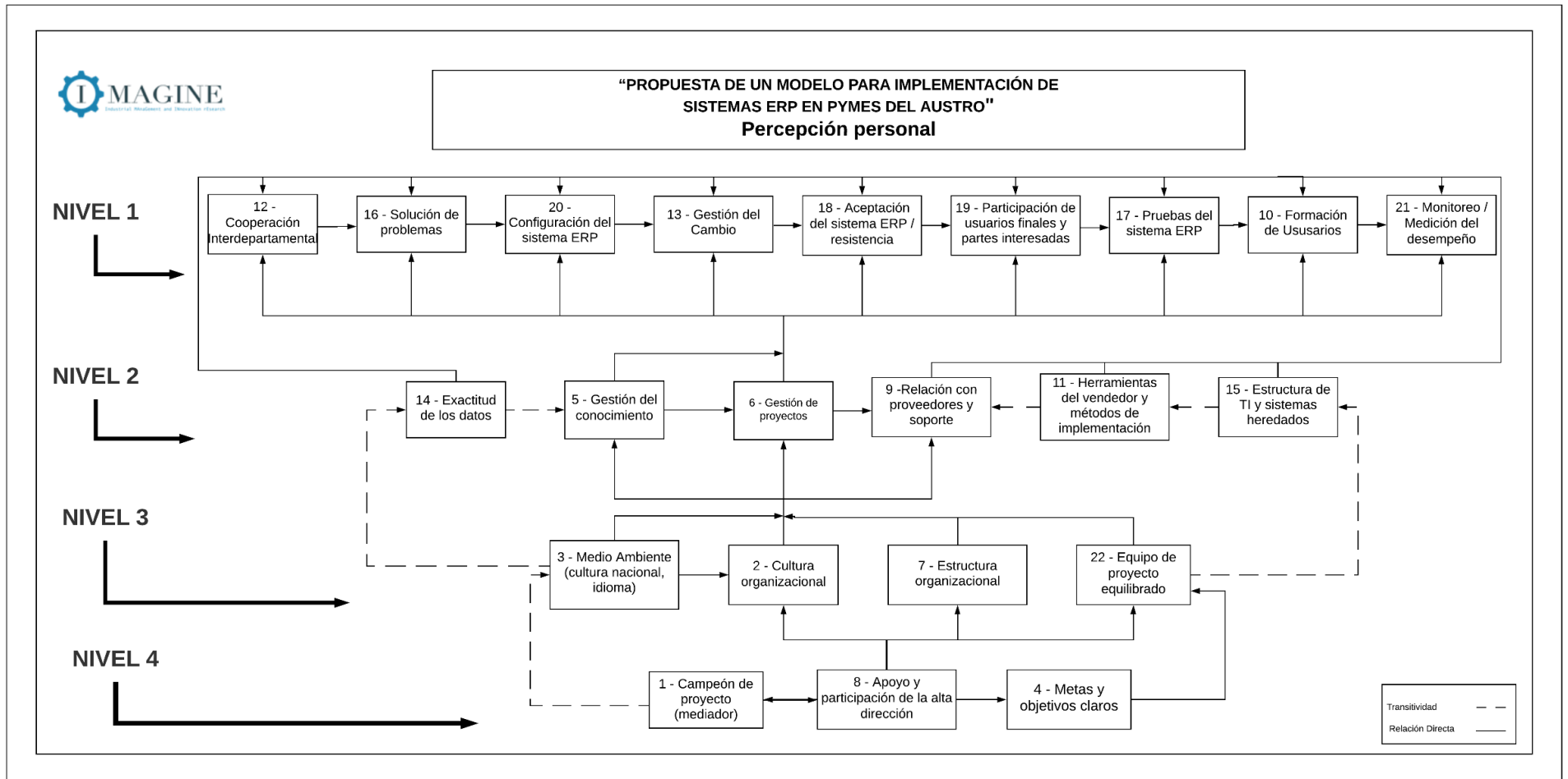


Figura 7: Modelo estructural de factores críticos de éxito para implementación de pymes en el Austro – Percepción personal.

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia



4 Discusión

Una vez formulados y validados los modelos se establece una relación más precisa entre los factores críticos dándole un mejor ajuste al contexto de las pymes.

Se discuten los resultados obtenidos en los modelos a partir de la aplicación de la metodología modelado estructural interpretativo (ISM) y su respectiva validación para cada enfoque.

4.1 Experiencia empresarial

De acuerdo al modelo generado en la experiencia empresarial, los resultados obtenidos se han dado en tres niveles, comenzando desde la parte inferior o base hacia la parte superior del modelo. El modelo validado se observa en la Figura 8.

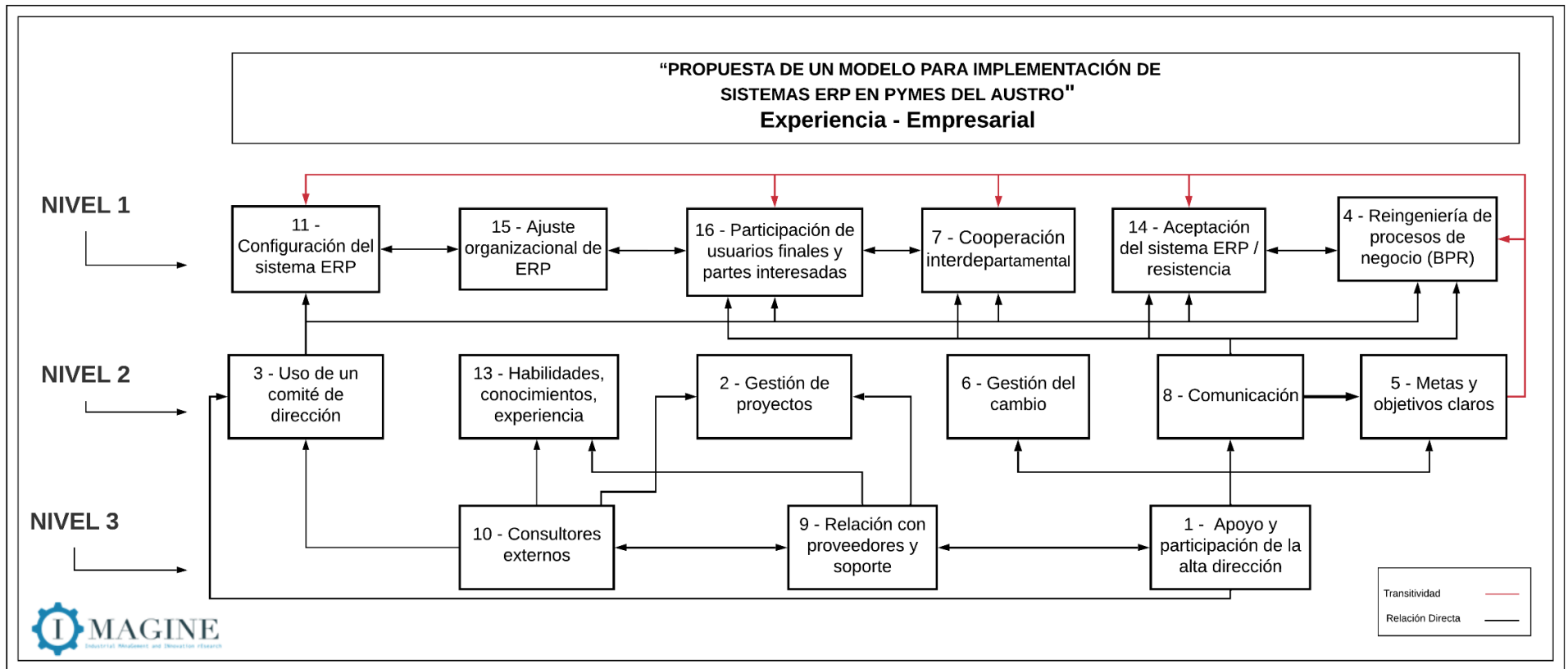


Figura 8: Validación de modelo estructural para implementación de sistemas ERP en pymes - Experiencia empresarial.

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.

4.1.1 Nivel estratégico (nivel 3)

Se determina que en este nivel existe tres factores clave: Apoyo de la Alta Dirección (x1), Relación con proveedores y soporte (x9) y Consultores externos (x10). En este nivel es donde la implementación de un ERP comienza, debido a que se tiene decisiones estratégicas sobre la implementación y el aseguramiento del éxito. Esto se corrobora con el resultado obtenido en el diagrama de poder de influencia y dependencia con respecto a los factores x1 y x10 de apoyo a la alta dirección, es decir, en base a la dependencia que existe entre ellos.

En este nivel a pesar de que existió una relación transitiva (línea entrecortada) entre Consultores Externos (x10) y Gestión del Cambio (x6), en la validación esta transitividad se ha eliminado dado que los expertos han manifestado que la gestión del cambio involucra decisiones netamente internas de la empresa sin tener ningún tipo de contacto con los consultores externos. Sucede de igual manera entre la Comunicación (x8) y la Relación con Proveedores y Soporte (x9) puesto que la comunicación es una estrategia que debe darse únicamente a nivel de la organización.

4.1.2 Nivel interno (nivel 2)

En este nivel se cuenta con seis factores internos de la organización: Gestión del Cambio (x6), Gestión de Proyectos (x2), Uso de un Comité de Dirección (x3), Habilidades, Conocimiento y Experiencia (x13), Metas y Objetivos Claros (x5) y Comunicación (x8). Dentro del diagrama de influencia y dependencia se observó que la participación de la gestión del cambio (x6) es un factor muy dependiente con los factores de su mismo nivel, siendo su presencia muy relevante dentro la toma de decisiones en la organización.

Así mismo, las Metas y Objetivos claros (x5) presentan una baja dependencia por lo que al momento de validar dicha relación los expertos han decidido mantener la transitividad hacia el nivel uno. Es decir, para llegar a estos factores se requiere de las decisiones tomadas en el nivel estratégico (nivel 3). Con respecto a las Habilidades, Conocimientos y Experiencias (x13), a pesar de ser un factor influyente y a la vez dependiente con el Uso de un comité de dirección (x3), los expertos en la validación sugieren eliminar dicha relación ya que presenta una mayor ponderación con los consultores externos y los proveedores que son factores que ayudan a garantizar el éxito en la implementación.

En este nivel interno se han establecido estrategias de comunicación e intercambio de información y conocimientos. Estos ayudarán a la gestión de proyectos y el cambio dentro de la organización, mediante la integración de todas las áreas que se vean afectadas durante la implementación.

4.1.3 Nivel operativo (nivel 1)

Este nivel cuenta con siete factores: Estructura de TI y Sistemas Heredados (x12), Reingeniería de Procesos de Negocio BPR (x4), Aceptación del Sistema ERP /Resistencia (x14), Configuración del Sistema ERP (x11), Ajuste Organizacional del Sistema ERP (x15), Participación de Usuarios Finales y Partes Interesadas (x16), Cooperación Interdepartamental (x7). Se ha nombrado a este nivel como operativo porque contienen a los factores encargados de la implementación del sistema ERP como tal. La configuración del sistema ERP (x11) dentro del diagrama de influencia y dependencia se lo ha estimado como un factor operativo muy dependiente. Debido a que la configuración del mismo debe ir a la par con las actividades de los factores situados a su mismo nivel. Sin embargo, este factor es clave para la implementación dentro del nivel operativo. Esta dependencia se la puede observar en el Diagrama de poder de

influencia y dependencia de factores críticos de éxito – Experiencia empresarial de la Figura 4.

La Estructura de TI y Sistemas Heredados (x12), aun cuando se ha observado que es un factor muy dependiente de acuerdo al diagrama mencionado, fue descartado por los expertos en base a su conocimiento y experticia. La presencia de este factor no posee una influencia mayor en la etapa final de implementación de este sistema ERP en una pyme, pues este tipo de organizaciones no necesariamente cuentan con una base de datos.

En el mismo orden de ideas, se ha observado inicialmente que la Configuración del Sistema ERP (x11) junto con la Aceptación del Sistema ERP (x14) son factores muy dependientes dentro de la implementación manteniendo una relación bidireccional entre ellos. Sin embargo, al momento que se ha realizado la validación, la relación entre estos factores fue nula, debido a que la dependencia entre los mismos no agrega un valor ponderado al realizar la implementación.

Una parte clave dentro de la validación del modelo de experiencia empresarial, según los expertos, es el hecho de que las pymes tengan



planteadas buenas estrategias de implementación. Acorde a ello, la cooperación interdepartamental, reingeniería de procesos y aceptación del sistema ERP resultan fundamentales dado que al final de realizar el proceso de implementación se debe corroborar el funcionamiento del sistema.

4.2 Percepción personal

En síntesis, el modelo obtenido en la percepción personal muestra sus resultados en cuatro niveles, empezando desde la base del modelo (nivel cuatro), como se puede apreciar en la Figura 9.

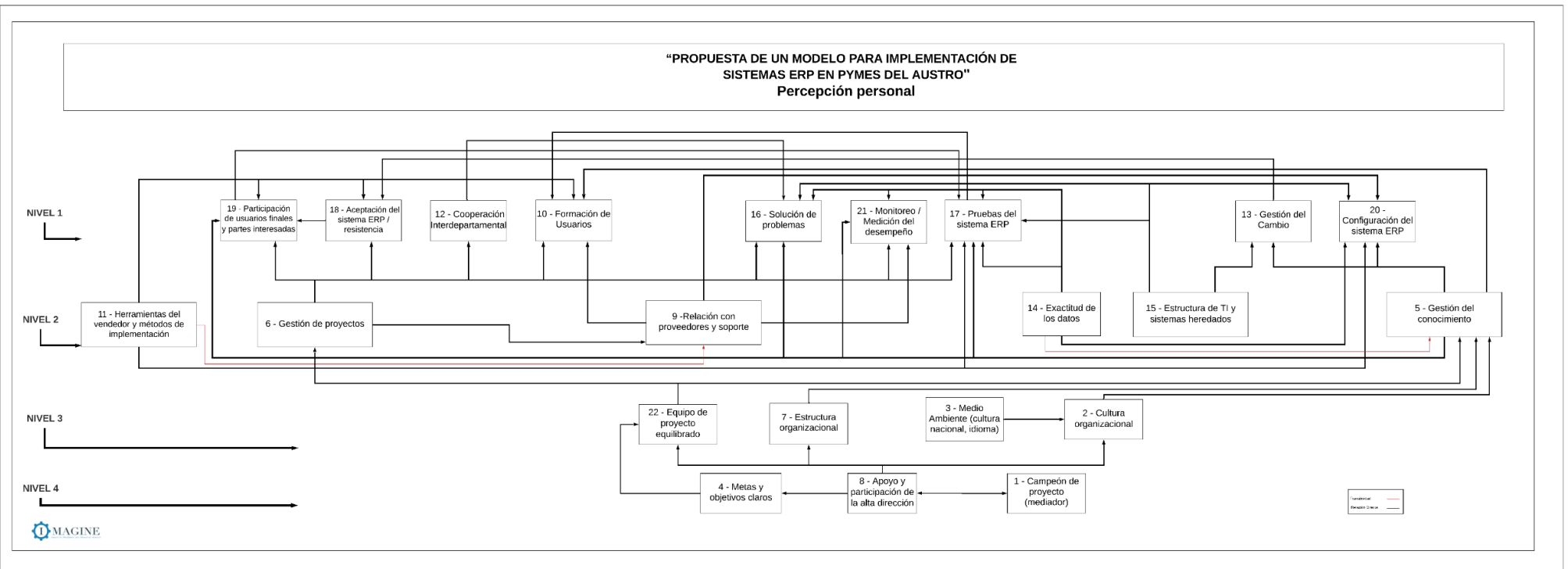


Figura 9: Validación de modelo estructural para implementación de sistemas ERP en pymes - Percepción personal.
Fuente: Routroy y Kumar (2014)
Elaboración propia.

4.2.1 Nivel estratégico (nivel 4)

Está conformado por tres factores: Campeón de Proyecto Mediador (y1), Apoyo y Participación de la Alta Dirección (y8) y Metas y Objetivos Claros (y4). Este nivel comienza con un enfoque distinto orientándose a gestionar la resistencia al cambio por parte de las personas.

De acuerdo con el Diagrama de poder de influencia y dependencia, dado en la Figura 5, el Apoyo y Participación de la Alta Dirección (y8) es un factor completamente independiente a la hora de realizar la toma de decisiones. Además de que es evidente la influencia que ha tenido sobre los factores Metas y Objetivos Claros (y4) y el Campeón de Proyecto (y1), los factores involucrados en este nivel han sido primordiales para lograr un buen liderazgo dentro del proyecto y planificar una exitosa implementación.

Por consiguiente, el momento en que se observó la relación transitiva (línea entrecortada) entre el Campeón de Proyecto (y8) y el Medio Ambiente (y3), los expertos manifestaron que no existe ningún tipo de relación entre ellos por lo cual ha sido eliminada del modelo validado.

Dentro de este nivel una parte importante es la relación que se ha dado entre

las Metas y Objetivos Claros (y8) con el Equipo de Proyecto Equilibrado (y22), dado que la participación de este equipo en la implementación será elemental para el cumplimiento de los objetivos planteados.

4.2.2 Nivel Interno (nivel 3)

El nivel interno cuenta con cuatro factores: Medio Ambiente (y3), Cultura Organizacional (y2), Estructura Organizacional (y7) y Equipo de Proyecto Equilibrado (y22). Como resultado en este nivel se ha observado en el Diagrama de influencia y dependencia Figura 5 como los factores y2, y7, y3, han tenido una influencia bastante fuerte en el Equipo de Proyecto Equilibrado (y22). Esto se da por el motivo de que y22 es el encargado de planificar las actividades de implementación gestionando la cultura y estructura organizacional de los colaboradores para que mutuamente acepten la implementación a través de la integración de sus procesos de negocio hacia el nuevo sistema ERP.

Dentro de la relación transitiva dada entre el Medio Ambiente (y3) y la Exactitud de Datos (y14), con ayuda de los expertos se ha podido inferir la eliminación de esta transitividad dado que la dependencia e influencia entre estos factores no es relevante y su contenido como tal es de gran diferencia.

Sin embargo, la transitividad que se ha dado entre el Equipo de Proyecto Equilibrado (y22) y la Estructura de TI y Sistemas Heredados (y15), se ha convertido en una relación directa considerando la opinión dada por los expertos ya que nuevamente el equipo de proyecto equilibrado es el encargado principal de todas las actividades, pruebas y modificaciones necesarias relacionadas a la implementación.

Finalizando con este nivel, las relaciones directas que se dieron desde el nivel tres (interno) hacia el nivel 2 (conocimientos), comparándolas con las relaciones establecidas originalmente en modelo de Percepción Personal (Figura 7) han sido validadas exitosamente en su mayoría por los expertos. Esto para facilitar las decisiones o actividades en ese nivel, además de mantener el mismo enfoque de percepción personal en el contexto de las pymes.

4.2.3 Nivel de Conocimientos (nivel 2)

Este nivel está dado por seis factores: Exactitud de los Datos (y14), Gestión del Conocimiento (y5), Gestión de Proyectos (y6), Relación con Proveedores y Soporte (y9), Herramientas del Vendedor y Métodos de Implementación (y11) y Estructura de TI y Sistemas Heredados (y15).

De acuerdo a los resultados obtenidos, la Relación con Proveedores y Soporte (y9), así como las Herramientas del Vendedor y Métodos de Implementación (y11) son factores que han obtenido una dependencia de gran valor, lo que les ha permitido poder influir notablemente en los factores del nivel 1 (nivel operativo) que son los encargados de la implementación del sistema ERP en las pymes.

Ahora bien, se ha obtenido una transitividad entre la Exactitud de los Datos (y14) y la Gestión del Conocimiento (y5), la misma que los expertos la han calificado como válido. Estos dos factores requieren de las decisiones y los cambios que se han dado en el nivel 3 para poder actuar en el nivel uno que es el encargado de realizar la implementación. De modo idéntico ha sucedido con los factores: Herramientas del Vendedor y Métodos de Implementación (y11) y Relación con Proveedores y Soporte (y9), que, de acuerdo a la validación dada por los expertos, su transitividad se ha mantenido cumpliendo la misma función que en el caso previamente mencionado.

Dentro de este nivel, se ha intercambiado la información y el conocimiento, de manera que, a través de la gestión de proyectos, la toma de decisiones

basado en el método de implementación que sea más eficiente, así como las estrategias planteadas en el proyecto han ayudado a mitigar la resistencia al cambio.

4.2.4 Nivel Operativo (nivel 1)

Está conformado por nueve factores: Participación de Usuarios Finales y Partes Interesadas (y19), Aceptación del Sistema ERP/Resistencia (y18), Cooperación Interdepartamental (y12), Formación de Usuarios (y10), Solución de Problemas (y16), Monitoreo/Medición de Desempeño (y21), Pruebas del Sistema ERP (y17), Gestión del Cambio (y13), Configuración del Sistema ERP (y20).

En este nivel, las pruebas del sistema ERP y el monitoreo/medición del desempeño son factores que dependen el uno del otro y poseen una gran influencia para implementar el sistema ERP, además ha permitido monitorear todos los procesos del negocio, logrando que el ajuste del sistema ERP sea muy preciso.

Es importante mencionar que en este nivel un gran porcentaje de las relaciones establecidas fueron validadas por los expertos de modo que la gestión del cambio comunica a todas las personas involucradas los diferentes sucesos y transformaciones que tendrá la organización durante la

implementación de este sistema ERP. Además, que se ha encargado de la elaboración de capacitaciones a los usuarios finales y pruebas en el sistema ERP para monitorear su desempeño y los cambios en sus actividades.

Haciendo énfasis en los resultados que se obtuvieron de los dos modelos, se presta atención a la amplitud que tienen los mismos para implementarse en distintas organizaciones sin importar la actividad a la que se dediquen.

Un aporte valioso para estos resultados fue la integración de los factores críticos y la versatilidad de su funcionamiento. Expresado de otro modo, su presencia permitió a los modelos desenvolverse en distintos aspectos como es el Proyecto en general para la implementación un ejemplo de ello es el factor Equipo de Proyecto Equilibrado (y22). Al mismo tiempo los modelos propuestos brindan atención a la organización en la cual se implementará el sistema ERP, enfocándose en su estructura, la cultura de la organización, así como la comunicación con los usuarios del sistema reduciendo la resistencia al cambio mediante planes de capacitación.

Todos estos resultados dada su amplitud en el tema de implementaciones y factores críticos permiten ser analizadas con otros casos similares, uno de ellos es el estudio realizado por Pinto, Ramírez, y Grandón (2017), quienes investigan los antecedentes de éxito en implementaciones de sistemas ERP reduciéndolas a tres dimensiones como son la organización, el proyecto y las personas. Dentro de estas dimensiones se incluyen los factores críticos más valorados por las empresas los cuales se complementan muy favorablemente con los factores involucrados dentro de los dos modelos propuestos para pymes del Austro en este estudio, así como sus enfoques en el proyecto, el desenvolvimiento de la organización ante la implementación de un ERP y su personal.

Esto indica que al tener en cuenta estos tres aspectos a la hora de realizar un modelo de implementación para sistemas ERP, la estimación del tiempo en instalación será menor y podrá adaptarse de una mejor manera a los procesos de negocio a los que se dedique cualquier organización.

5 Conclusiones

A través de esta investigación se concluye que es posible elaborar un modelo para

implementación exitosa de un sistema ERP en pymes del Austro, considerando una serie de factores críticos que se utilizaron para la formulación de cada uno de los modelos.

La recopilación de las variables clave para la construcción de los modelos fue de estudios previos estableciendo 31 factores críticos divididos en 16 factores para el modelo experiencia empresarial y 22 factores para el modelo de percepción personal.

Los resultados más relevantes de la validación muestran que las empresas del sector pymes para implementar este tipo de sistemas siempre van a necesitar de la participación y compromiso de la alta dirección, pues ellos son los encargados de tomar las decisiones elementales dentro del proyecto, al mismo tiempo que su presencia dentro de los modelos se encuentra en los niveles principales para los dos enfoques. El apoyo de la alta dirección resulta uno de los principales factores para augurar el éxito en la implementación de un ERP, sobre todo porque asegura la disposición de recursos tanto materiales como humanos destinados completamente a la implementación del sistema.

Comparando los modelos obtenidos, se concluye que dentro del modelo de

experiencia empresarial se ha observado una dirección hacia la parte ejecutiva, así como el control de las operaciones de negocio en cada una de sus áreas. Los niveles que se lograron en el modelo permitieron tener una mayor organización en los factores y facilitar las etapas de implementación del sistema. Se puede inferir que la construcción de este modelo permite que la alta dirección preste mayor atención en la preparación de las pymes al momento de implementar un sistema ERP y de esta manera alcanzar el éxito en la organización.

Por su parte, el modelo de percepción personal toma como prioridad al usuario, generando programas de capacitación. De tal manera que, la resistencia al cambio sea la mínima posible. También cuenta con la presencia de factores claves que involucran la participación los usuarios dentro del proyecto de implementación con el fin de garantizar la comodidad de las personas que utilizarán este sistema, así como el éxito en la implementación generando mayor utilidad en su funcionamiento. El modelo de percepción personal compromete a los integrantes de las pymes a un uso continuo del sistema ERP. Esto a su vez ayudará en la optimización de sus actividades laborales.

Una parte evidente dentro del modelo de percepción personal fue la complejidad con la que se volvió a diagramar una vez que se validó. Debido a la cantidad de factores que posee este enfoque, así como las relaciones dadas entre ellos. Esto sucede dado el enfoque que se tiene en las personas logrando una respuesta válida por parte de los expertos en las relaciones del modelo percepción personal. Una causa de esto es la presencia de factores intrínsecos, así como un elevado comportamiento subjetivo en los expertos del grupo.

Finalmente, el aporte principal de esta investigación fue desarrollar dos modelos genéricos que asegure la implementación exitosa en pymes del Austro, ya sean estas dedicadas a actividades de comercialización, producción o servicios. La validación final de los modelos determinó satisfactoriamente los casos planteados durante la investigación.

6 Futuros trabajos de investigación

Este trabajo sirve como guía para futuras investigaciones en donde se trate la situación real de las pymes y su adaptabilidad a la implementación de un sistema ERP. Por lo que es conveniente enlazar los modelos de esta investigación más adelante a un software que permita analizar todos los parámetros a



los que se enfrenta este tipo de organizaciones y permita optimizar sus actividades y generar mayor productividad a través de diferentes métodos de investigación.

7 Referencias Bibliográficas

Artola, C, y Artieda, C. (2014). *Estudio de factibilidad para la implementación de un ERP como software como servicio para la fuerza de ventas de una pyme*. (Tesis de Maestría).

Escuela Politécnica Nacional,

Ecuador. Recuperado de:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7678/1/CD-5633.pdf>

Attri, Rajesh, Sharma, V., y Nikhil Dev. (2013). Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview. *Research Journal of Management Sciences*, 2(2), 3-8. ISSN: 2319-1171.

Bernal, R. (2019). *Identificación y Análisis de factores Críticos de Éxito para Implementación de Sistemas ERP en Pymes: Caso Provincia del Azuay*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca.

Deshmukh, P., Thampi, G., y Kalamkar, V. (2015). Investigation of Quality Benefits of ERP Implementation in Indian SMES. *Procedia Computer Science* (49), 220-28. doi: 10.1016/j.procs.2015.04.247

Gamarra, L, y Cornejo, G. (2018). *Modelo de implementación de ERP open source para pyme del sector automotriz*. (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. doi: 10.19083/tesis/625006

Grandón, E., Ramírez, P., y Rojas, K. (2018). Uso de la teoría Business Process Change (BPC) para examinar la adopción de Enterprise Resource Planning (ERP) en Chile. *Interciencia*. 43(10), 716-22.

Guerrero, A., Marín, M., y Bonilla, D. (2018). ERP como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. *Revista Lasallista de Investigación* 15(2),182-93. doi: 10.22507/rli. v15n2a14.

Kauffman, S. (2001). El Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas: Un reto para la Economía Mexicana. *Universidad*



- Veracruzana. 40-48. Recuperado de <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/empresas2001-1.pdf>
- Laudon, K y Laudon, J., (2012). *Sistemas de información gerencial*. México D.F, (México): 12.a ed: Pearson.
Recuperado de:
<https://guillermoprblog.files.wordpress.com/2016/03/sistemas-informacion-12ed-laudon-y-laudon.pdf>
- López Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa* (1a ed.).
Recuperado de
<http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Mella, O. (2000). Grupos Focales (Focus Groups): Técnica de Investigación Cualitativa. Recuperado de:
<https://repositorio.uahurtado.cl/handle/11242/8439>
- Mendoza, M., González, C., y Pino, F. (2013). Focus group como proceso en ingeniería de software: Una experiencia desde la práctica. *Dyna* 80(181), 51-60. ISSN: 2346-2183
- Naveed, Q., Qureshi, M., Alsayed, A., Ahmad, N., Sanobar, S. y Shah, A. (2017). Assimilating E-Learning barriers using an interpretive structural modeling (ISM). *IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*. 1-7. doi: 10.1109/ICETAS.2017.8277852
- Palomo, M. (2005). Los procesos de gestión y la problemática de las Pymes. *ResearchGate*. 8, 2. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/228623217_Los_procesos_de_gestion_y_la_problematika_de_las_PYMES
- Pinto, S., Ramírez, P., y Grandón, E. (2017). Antecedentes Del Éxito de Los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales En Las Grandes Empresas Chilenas: Un Modelo Factorial Exploratorio. *Información Tecnológica* 28(3).139-46. doi: 10.4067/S0718-07642017000300015.
- Rajesh, T., Shankar, R. y Suhaib, M. (2008). An ISM approach for modelling the enablers of flexible manufacturing system: the case for India. *International Journal of Production Research* 46(24), 6883-6912. doi: 10.1080/00207540701429926



Rivera, A., Reyes, R., y Arévalo, L. (2018).
Implementation of Enterprise
Resource Planning (ERP) Systems in
Organizations Since Coevolution.
Ingeniería Solidaria. 14(15),1-15.
doi: 10.16925/in. v14i24.2161

Rivera, I., y Pérez, M. (2013). Guía de
selección de ERP en las pequeñas y
medianas empresas mexicana. *Arbor*.
189(760), a025. doi:
10.3989/arbor.2013.760n2011

Routroy, S, y Kumar, P. (2014).
Benchmarking model of supplier
development for an Indian gear
manufacturing company.
*Benchmarking: An International
Journal* 21(2), 253-75. doi:
<https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2012-0007>

Sánchez, P., García, J y Ortiz, L. (2017).
Metodología para la comparación de
sistemas de planificación de recursos
empresariales para servicios
logísticos portuario. *Revista Chilena
de Ingeniería* 25(3), 547-60. doi:
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000300547>.

Villacreses, J., y Cedeño, B. (2017).
Desarrollo e implementación de un

*sistema ERP utilizando la
plataforma Odoo con integración de
social media y legislación
ecuatoriana para la automatización,
control de los procesos de negocios
en la empresa “todo criollo” del
cantón Manta. (Tesis de Pregrado).*
Universidad Laica Eloy Alfaro de
Manabí, Ecuador.



8 Anexos

Anexo 1: Matriz cónica – Experiencia empresarial

Tabla 11: Iteración de nivel I- Experiencia empresarial.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-7-8-9-10-12-13-14	1-2-3-4-5-7-8-9-10-12-13-14	I
2	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16	
3	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16	1-2-3-5-6-7-8-9-10-12-13-14-15-16	
4	1-2-4-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-4-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16	
5	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16	1-2-3-5-6-7-8-9-10-13-14-15-16	
6	2-3-4-5-6-7-8-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-16	2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-16	I
7	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-14-15-16	
8	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-14-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14	
9	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	
10	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-5-7-8-9-10-12-13-14-15	1-2-3-5-7-8-9-10-12-13-14-15	
11	4-6-7-9-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	4-6-7-9-11-12-13-14-15-16	I
12	1-2-3-4-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	I
13	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-8-9-10-11-12-13-15-16	1-2-3-4-5-6-8-9-10-11-12-13-15-16	I
14	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-14-15-16	
15	2-3-4-5-7-9-10-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	2-3-4-5-7-9-10-11-12-13-14-15-16	
16	2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16	2-3-4-5-6-7-8-9-11-12-13-14-15-16	I

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.



Tabla 12: Iteración nivel II - Experiencia empresarial.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-2-3-5-6-8-10-13	1-2-3-5-8-10-13	1-2-3-5-8-9-10-13	II
2	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	
3	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	
5	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	
6	2-3-5-6-8-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	2-3-5-6-8-13	
8	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	
9	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-6-8-9-10-13	1-2-3-6-8-9-10-13	
10	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-6-8-9-10-13	1-2-3-6-8-9-10-13	
13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	1-2-3-5-6-8-9-10-13	

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.

Tabla 13: Iteración nivel III - Experiencia empresarial.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-9-10	1-9-10	1-9-10	III
9	1-9-10	1-9-10	1-9-10	III
10	1-9-10	1-9-10	1-9-10	III

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.

**Anexo 2: Matriz cónica – percepción personal***Tabla 14: Iteración nivel I - Percepción personal.*

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-20	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-20	I
2	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-14-16-18-19-20-22	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-14-16-18-19-20-22	
3	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-22	1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-22	
4	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-15	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-15	
5	1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22	1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22	
6	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-21-22	
7	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-14-16-19-22	1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13-14-16-19-22	
8	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-6-7-8-9-13	1-2-3-4-6-7-8-9-13	
9	1-5-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22	1-5-6-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-22	
10	1-2-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	



11	1-4-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-19-20-22	1-4-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-19-20	
12	1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	I
13	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	I
14	2-3-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-20-22	2-3-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-20-22	
15	4-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-20-22	4-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-18-19-20	
16	2-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	2-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	I
17	5-9-10-12-13-16-17-18-19-20-21	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	5-9-10-12-13-16-17-18-19-20-21	I
18	2-5-6-9-10-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	2-5-6-9-10-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	I
19	2-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	2-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	I
20	1-2-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-5-6-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21	I
21	10-12-13-16-17-18-19-20-21	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	10-12-13-16-17-18-19-20-21	I
22	2-3-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-12-13-14-16-18-19-20-22	2-3-5-6-7-9-10-12-13-14-16-18-19-20-22	

Fuente: Routroy y Kumar (2014)

Elaboración propia.



Tabla 15: Iteración nivel II - Percepción personal.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11	
2	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	
3	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	
4	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-11-14-15	1-2-3-4-5-6-7-8-11-14-15	
5	1-2-3-4-5-6-7-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-9-11-14-15-22	II
6	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	II
7	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	
8	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-2-3-4-6-7-8-9	1-2-3-4-6-7-8-9	
9	1-5-6-8-9-11-14-15	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-5-6-8-9-11-14-15	II
11	1-4-5-6-9-11-14-15	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	1-4-5-6-9-11-14-15	II
14	2-3-5-6-7-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	2-3-5-6-7-9-11-14-15-22	II
15	4-5-6-9-11-14-15-	1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-14-15-22	4-5-6-9-11-14-15-	II
22	2-3-5-6-7-9-11-14-15-22	1-2-3-4-5-6-7-8-14-22	2-3-5-6-7-14-22	

*Fuente: Routroy y Kumar (2014)
Elaboración propia.*



Tabla 16: Iteración nivel III - Percepción personal.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8	1-2-3-4-7-8	III
2	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	
3	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	
4	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8	1-2-3-4-7-8	
7	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	
8	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8-22	1-2-3-4-7-8	
22	2-3-7-22	1-2-3-4-7-8-22	2-3-7-22	

Fuente: Routroy y Kumar (2014)
Elaboración propia.

Tabla 17: Iteración nivel IV - Percepción personal.

Factor	Conjunto de alcanzabilidad	Conjunto de antecedentes	Conjunto de Intersección	Nivel
1	1-4-8	1-4-8	1-4-8	IV
4	1-4-8	1-4-8	1-4-8	IV
8	1-4-8	1-4-8	1-4-8	IV

Fuente: Routroy y Kumar (2014)
Elaboración propia.