

Revisión de Modelos de Madurez: Estrategia de Evaluación del Desempeño para Empresas de Manufactura

Review of Maturity Models: Performance Evaluation Strategy for Manufacturing Enterprises

MARIA DEL PILAR DÍAZ JAIMES

*Ingeniera Industrial, Universidad Industrial de Santander
Especialista en Gestión de proyectos informáticos, Universidad de Pamplona
Estudiante Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Industrial de Santander
Grupo de optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y logísticos - OPALO
mapilar11@hotmail.com*

NÉSTOR RAÚL ORTÍZ PIMIENTO

*Ingeniero Industrial, Universidad Industrial de Santander
Especialista en gestión tecnológica y Docencia Universitaria, UIS
Magister en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia
Profesor Asociado, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, UIS
Grupo de optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y logísticos - OPALO
nortiz@uis.edu.co*

Fecha recibido: 25/01/2012

Fecha de aprobación: 15/06/2012

RESUMEN

Este artículo busca identificar y caracterizar los modelos de madurez que pueden ser utilizados por empresas de manufactura. Se muestra una revisión histórica sobre la medición del desempeño en las organizaciones, conceptos básicos sobre modelos de madurez, una selección de criterios para caracterizarlos y por último una comparación de los modelos identificados para empresas de manufactura. Se identificó una tendencia a adaptar modelos grandes y complejos para empresas más pequeñas, que son pocos los modelos existentes para empresas de manufactura y que existe la posibilidad de construir nuevos modelos con el enfoque de la gestión de la cadena de suministros.

PALABRAS CLAVE: medición y evaluación del desempeño empresarial, modelos de madurez, empresas de manufactura.

ABSTRACT

This paper tries to identify and characterize the maturity models that can be used by manufacturing companies. Is a historical review of performance measurement in organizations, basics concepts about maturity models, a selection of criteria to characterize, and finally a comparison of models identified for manufacturing companies. A trend to adapt large and complex models for smaller companies was identified, the few existing models for manufacturing companies and the possibility of build new models with the supply chain management approach.

KEYWORDS: Company performance measurement and evaluation, Maturity Models, Manufacturing enterprises.

1. INTRODUCCION

Las organizaciones y sus procesos productivos han experimentado la necesidad de evolucionar con el fin de adaptarse a cambios en la demanda de bienes y servicios, tratados de libre comercio, el incremento de las expectativas de los clientes, el aumento de la competencia, avances tecnológicos del proceso o producto, entre otros [1][2][3]. Ante este panorama, las organizaciones deben realizar esfuerzos especiales constantes para mantener la competitividad y permanecer en el mercado; esfuerzos como la evaluación de su desempeño y el uso de esta medición como punto de inicio que oriente sus esfuerzos y cuantifique el impacto de los mismos.

Para ayudar a las empresas a evaluar su desempeño y estructurar sus mejoras, existen diversas herramientas como los modelos adjuntos a los premios a la excelencia, los sistemas de gestión, los modelos de madurez, entre otros, que generan impactos positivos en el desempeño de manera acelerada, eficiente y exitosa.

Dentro de estas posibilidades sobresale la oferta creciente de modelos de madurez, que evalúan múltiples aspectos, incluyendo la evaluación del desempeño en empresas de manufactura, pero no se encuentra en la literatura científica disponible una revisión detallada sobre cómo están estructurados estos modelos y sus tendencias más recientes para el sector manufacturero.

Ante esta situación, se desarrolló la presente revisión que busca identificar y caracterizar los modelos de madurez existentes que pueden ser utilizados por empresas manufactureras, dentro de la investigación: “Modelo de Madurez para la cadena de suministro en pequeñas empresas manufactureras, caso Bucaramanga y su área metropolitana”, del Grupo de optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y logísticos – OPALO, en la Universidad Industrial de Santander,

La estructura del documento es la siguiente: primero se presenta una reseña histórica sobre la medición del desempeño en las organizaciones enfocándose en el ideal establecido y la complejidad de la estructura utilizada, segundo se presentan conceptos básicos sobre modelos de madurez con una breve descripción de su evolución histórica y una categorización de los mismo, tercero se muestra una caracterización y comparación de modelos disponibles en la literatura científica que pueden ser utilizados en empresas de manufactura, y por último las conclusiones de la revisión realizada.

2. MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO EN LAS ORGANIZACIONES

Las organizaciones y sus procesos requieren cambiar para aumentar su eficiencia hasta lograr el mejoramiento que les permitirá consolidarse en el mercado. La mayoría de estos cambios están establecidos por la inercia del mercado o del sistema productivo al que pertenece y no obedecen a un proceso de análisis interno y externo, a la medición del desempeño organizacional o al diseño e implementación de actividades que aumenten esta medida[1].

La medición periódica y sistemática del desempeño le permite a las organizaciones evaluar si las acciones que están ejecutando están logrando los resultados esperados y si estos están mejorando en el tiempo[4][5][6].

Pero, ¿qué significa medir y mejorar el desempeño? El desempeño se puede definir como “la acción de cumplir o ejercer las obligaciones establecidas o idealizadas para algo o alguien”; y al trasladar esta definición al contexto de las actividades empresariales, se encuentra que existen dos elementos importantes para establecer [7]:

- ¿Cuál es el ideal establecido para el desempeño de los procesos empresariales?
- ¿Cuál es la herramienta más apropiada para realizar la medición del desempeño?

A continuación se presenta una breve reseña de la evolución histórica de la medición del desempeño empresarial, donde se identifican los ideales y las herramientas utilizadas.

2.1 Evaluación por criterio único

La industria estadounidense vivió un auge en la primera mitad del siglo XX gracias a la administración científica, el estudio del trabajo y el análisis de métodos y tiempos que estableció su ideal en la mejora de la productividad, la estandarización de las tareas y la reducción de tiempos y costos[8].

En la administración científica de Frederick E. Taylor y en la línea de ensamble en masa de Henry Ford se midió la productividad como una forma para conocer el desempeño de las operaciones, siendo una medida relativa de la eficiencia operativa que muestra la utilización de los recursos o factores de producción. La productividad se puede calcular como la relación entre los productos (salidas) y los recursos invertidos

(entradas) para esa producción, tal como se muestra en la ecuación (1) [8]:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \quad (1)$$

En la segunda mitad del siglo XX, el auge se trasladó a la industria japonesa donde acogieron las ideas de Joseph M. Juran y W. Edwards Deming. Después de la segunda guerra mundial surge el Total Quality Management - TQM o control de calidad total en los Estados Unidos, cuya filosofía involucraba el enfoque al cliente y el aporte de todos los empleados en la obtención de la calidad final deseada [2].

En el control de calidad total, el ideal establecido para el desempeño de las operaciones de planta era la reducción de la variación en el producto final con respecto a su diseño inicial ya que se diseñaba cuidadosamente el producto y el proceso debería tener la capacidad de cumplir con estas especificaciones. Esta variación se determinaba por medio de un control estadístico de procesos, donde el índice de capacidad del proceso - C_{pk} mide numéricamente la capacidad de un proceso de permanecer en control, es decir, cerca de las especificaciones diseñadas al realizar inspección sobre los productos terminados [2].

En la década de 1970 surge el sistema de producción Toyota, donde se aplican los principios de la filosofía Just in time - JIT ampliados a la cadena de suministro: reducción de desperdicios y respeto por la gente[3].

Para este sistema, el ideal del desempeño está en evitar los defectos de fabricación por medio de la revisión de la calidad de manera individual y el mejoramiento de la productividad en equipo, no como una actividad puntual [3].

Simultáneamente surgieron esquemas de evaluación del desempeño empresarial más estructurados que evalúan varios criterios organizados en diferentes esquemas, algunos sencillos como los premios, otros más estructurados como los sistemas de gestión y unos esquemas más complejos como los modelos de madurez.

2.2 Evaluación por estructura de premios

En la estructura de premios no se evalúa el desempeño con un solo indicador, sino con un listado de criterios que son valorados en un instante del tiempo, para obtener una evaluación final sobre la adopción de un modelo.

El pionero a nivel mundial fue el Premio Nacional a la Calidad en Japón “Deming Prize” establecido por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses - JUSE en 1951 en honor al trabajo realizado por W. Edwards Deming en la difusión de la filosofía de la calidad total. Este premio evalúa la extensión del TQM en todos los procesos de la organización por medio de 10 criterios [9][6]:

1. Políticas.
2. Organización.
3. Información.
4. Estandarización.
5. Desarrollo de los recursos humanos.
6. Actividades de aseguramiento de la calidad.
7. Actividades de mantenimiento y control.
8. Actividades de mejora.
9. Resultados.
10. Planes futuros.

Este premio se entrega en 5 diferentes categorías de participantes [9][6]:

1. Premio Deming para personas.
2. Premio de control de calidad para unidades de una empresa.
3. Premio Deming para empresas.
4. Premio Deming para aplicación en empresas extranjeras.
5. Medalla japonesa de la Calidad– Premio a la continuidad.

En la década de 1980, ante la marcada desventaja en la calidad de los productos estadounidenses frente a los productos japoneses, y siguiendo una estructura similar al Premio Deming de Japón, surgen iniciativas en el país norteamericano para mejorar la calidad de toda la industria, como el Premio Nacional a la Calidad de Estados Unidos “Malcolm Baldrige”, establecido por el departamento de comercio de este país en 1987.

Este premio evalúa 6 áreas con 7 criterios, en 6 categorías que incluyen manufactura, servicios, pequeñas empresas, entre otros [10][11][6]. Los criterios de este premio ofrecen una perspectiva completa del sistema de gestión de una empresa, donde se involucra el enfoque hacia el cliente, su satisfacción y el enfoque de los costos [2].

En Colombia existen iniciativas similares como el Premio Colombiano a la Calidad de la Gestión, creado por medio del Decreto 1653 de 1975 que es entregado anualmente por el Presidente de la República de

Colombia a la empresa o empresas destacadas por su gestión integral con la cual alcanzan una alta competitividad y confiabilidad en sus productos y servicios [12].

Para participar en este premio, las empresas se postulan sobre los criterios del modelo “la excelencia en la gestión”, el cual cuenta con tres elementos: la competitividad, la innovación y el aprendizaje, que soportan los 8 criterios del sistema de gestión integral y los subcriterios que son evaluados con un máximo de 1000 puntos [13]. Se otorga a organizaciones en el sector público, y en el sector privado a organizaciones industriales, comerciales y de servicios, tanto grandes, como pequeñas y medianas [12].

También existen otros premios diseñados específicamente para reconocer la gestión en las empresas manufactureras como el Premio Manufacturero del Año, que nació en México en el 2002, el cual “busca convertirse en un modelo para aplicar sistemas de mejora continua en procesos de producción” [14].

Este premio utiliza el “Modelo para el impulso del liderazgo enfocado en la eficiencia operativa” y tiene tres componentes fundamentales: talento, eficiencia operativa e impacto, que evalúan el liderazgo en la implementación de las mejores prácticas de manufactura en las empresas del país azteca y se entrega en las categorías Pymes y grandes empresas [15].

2.3 Evaluación por sistemas de gestión

En los sistemas de gestión no se utiliza únicamente un listado lineal de criterios, ya que aparecen otros elementos aumentando la complejidad de la evaluación del desempeño: mapas y grupos de procesos.

Surgen en 1987 en la Organización Internacional para la Estandarización- ISO con el sistema para la gestión de la calidad bajo un enfoque por procesos, y a manera de orientación, la ISO propone un modelo para organizar o agrupar los procesos por su función dentro de la organización dividiéndolo en cuatro grandes grupos [4] [5][6]:

- procesos para la gestión de una organización,
- procesos para la gestión de los recursos,
- procesos de realización del producto o servicio y por último
- procesos relacionados con la medición, análisis y mejora.

Con estos sistemas de gestión se empiezan a evidenciar los enfoques por procesos como una poderosa forma de organizar y gestionar las actividades, creando valor para el cliente y para otras partes interesadas, logrando que las organizaciones a menudo estructuradas en una jerarquía de unidades funcionales y gestionadas de manera vertical eliminen las barreras entre las distintas unidades funcionales y mejoren su gestión. Cuentan con requerimientos en cada uno de los grupos de procesos para asegurar, en el caso de la ISO 9001 la gestión de la calidad y la satisfacción de los requisitos del cliente, estableciendo estándares de desempeño sin establecer el detalle de cómo lograrlos [4][5][6].

En un esquema similar, la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (en inglés European Foundation for Quality Management - EFQM) junto con la Comisión Europea, crearon en el 1988 una herramienta para incrementar la competitividad de las organizaciones europeas sin importar su tamaño, sector o madurez; esta herramienta se denominó El Modelo EFQM de la Excelencia, el cual establece un marco de referencia por medio de tres componentes principales [16][6]:

- los conceptos fundamentales.
- los criterios que se representan en un mapa de criterios y abarcan todas las áreas funcionales de la organización y
- la lógica RADAR (Conjunto de reglas de evaluación para los criterios: Results, Approaches, Deploy, Assess and Refine).

El modelo EFQM es un esquema de gestión no prescriptivo, que busca comprender la relación causa-efecto entre la gestión de los criterios de la organización y los resultados deseados, basándose en una permanente autoevaluación [16][6].

3. DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS DE MADUREZ

En la evolución histórica de la medición del desempeño empresarial, es posible identificar la coexistencia de diferentes estrategias donde la complejidad ha aumentado en la cantidad y forma de combinación de criterios, generando evaluaciones más completas pero también más complejas.

Las estrategias de evaluación de desempeño han ampliado su alcance desde la evaluación exclusiva del desempeño operativo hasta involucrar otros aspectos organizacionales que interactúan e influyen en el desempeño de la organización.

El concepto de madurez surge como una medición estructurada del desempeño organizacional y puede definirse como “el estado en el cual una organización está en las condiciones perfectas para alcanzar sus objetivos” [17]. Comprende el desarrollo de un estado inicial a un estado más avanzado definido en términos de buenas prácticas, el cual se alcanza al atravesar un número de estados intermedios o de transición en la ruta de la madurez. “¡No hay atajos, todos los niveles deben recorrerse!” [18]. Cuando se llega a un estado maduro, se logra combinar la presencia de un proceso y la actitud de la organización ante él, es decir, las buenas prácticas están “engranadas” o son parte de la cultura de la organización y de su desempeño [18].

Un Modelo de Madurez puede definirse como una colección estructurada de elementos que describen las características de un producto o proceso, en un aspecto definido, suponiendo su evolución en el tiempo hasta llegar al estado ideal o “maduro”, donde la organización alcanza su máximo nivel de desempeño en ese aspecto [17].

Estos modelos suponen la evolución de la organización por etapas con patrones objetivos que las describen, lo que permite su comparación con una métrica objetiva y válida para un grupo de organizaciones con características comunes [19].

Los siguientes componentes o atributos típicos, deben estar presentes en los modelos de madurez [18]:

1. Tienen un número de niveles de madurez.
2. Tienen un nombre descriptivo para cada nivel.
3. Tienen una descripción genérica de cada nivel.
4. Tienen un número de dimensiones o áreas de procesos (Process Area PA).
5. Tienen un número de elementos o actividades que pertenecen a cada PA.
6. Tienen una descripción para cada actividad y el detalle de cómo puede llevarse a cabo.

El propósito es proveer un marco de referencia para el mejoramiento de los resultados de la organización, evaluando sus fortalezas y debilidades, estableciendo comparaciones con organizaciones similares y una medida de correlación entre la gestión del aspecto en evaluación y su desempeño actual [17].

Para la evaluación con un modelo de madurez, se puede contratar un auditor externo que conozca el detalle del modelo y desarrolle un diagnóstico de la organización con mayor objetividad y disminuyendo los costos de capacitación. En algunos casos, estas evaluaciones externas se realizan para otorgar certificaciones [20].

Cuando el modelo de madurez no es conocido por los auditores externos, se desea capacitar al personal de la empresa en un modelo específico como preparación a una visita o se realiza un proceso interno de mejora, es posible ejecutar una evaluación interna con el modelo escogido [20].

3.1 Evolución histórica de los modelos de madurez

Uno de los primeros autores en proponer modelos de madurez fue Kohlberg en 1969 con su modelo de desarrollo moral de los individuos de donde se describían niveles crecientes en el proceso de adquisición de conciencia moral. Los primeros se formularon para el comportamiento organizacional; sin embargo, a partir de la década de 1970 se amplió su uso a la comprensión de fenómenos empresariales. Peinado en 1969 fue uno de los primeros autores en mencionar que la empresa se desarrollaba en etapas organizadas con patrones uniformes, y desde entonces se han tipificado las organizaciones en diferentes números de etapas de desarrollo [19].

Con la incursión de las tecnologías de la informática y las telecomunicaciones en el medio empresarial y principalmente en las organizaciones militares, surgieron exigencias de mayores niveles de confiabilidad, eficacia y menores costos en los proyectos de implementación de sistemas de información al servicio de las instituciones militares. Ante esta necesidad, los modelos de madurez se convirtieron en marcos teóricos importantes para que las organizaciones de desarrollo de software definieran pasos secuenciales y aumentaran el nivel de control y eficiencia de sus procesos. Dentro de estos modelos se destaca el Capability Maturity Model CMM. [21]

Este modelo fue desarrollado por investigadores del Instituto de Ingeniería del Software SEI de la Universidad de Carnegie-Mellon en 1986 a solicitud del departamento de defensa de los Estados Unidos. El primer modelo de madurez de capacidad, diseñado para organizaciones de desarrollo software fue publicado en el Software Engineering Institute: “The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving, 1995” [19][21].

El CMM toma el fundamento conceptual de las prácticas de calidad total, y sigue una estructura de cinco (5) niveles como se muestra en la figura 1, que permiten estratificar las empresas desarrolladoras de software teniendo en cuenta la madurez de sus procesos en la gerencia de proyectos [19]. Adicionalmente ofrece una guía para implementar estrategias de mejora continua, describiendo detalladamente el camino para evolucionar y mejorar.

Nivel de Madurez 5 Optimizado	• Prácticas basadas en la mejora continua.
Nivel de Madurez 4 Previsible	• Prácticas medibles.
Nivel de Madurez 3 Definido	• Prácticas basadas en las competencias.
Nivel de Madurez 2 Gestionado	• Prácticas repetidas.
Nivel de Madurez 1 Inicial	• Prácticas caóticas.

Figura 1. Niveles de madurez del modelo CMM. Fuente: [19].

Rápidamente aumentó la demanda de modelos similares en otras disciplinas y funciones tales como: People CMM (1995), Systems Engineering CMM (1995), Integrated Product Development (1996), Software Acquisition CMM, Federal Aviation Administration FAA-CMM, entre otros. Ante la proliferación de modelos y la manera como estos se solapaban, surge el proyecto de integración de CMM o Capability Maturity Model Integration CMMI con el propósito de desarrollar un marco de trabajo simple para la mejora de procesos [22][23].

Las principales fortalezas del CMMI son [22]:

- Asegura que los procesos sean repetibles por las prácticas de institucionalización y exige una transición del ‘aprendizaje individual’ al ‘aprendizaje de la organización’
- Es una guía detallada para la mejora a través de los niveles de madurez (etapas) y capacidad (continua).
- Prioriza los esfuerzos iniciales que darán soporte al resto del proceso de mejora.

Las principales debilidades del CMMI son [22]:

- Es un modelo excesivamente detallado para algunas organizaciones y en algunos casos es difícil de entender.
- Requiere una alta inversión para ser completamente implementado.

- Se puede considerar como un conjunto de órdenes o de prescripciones de lo que se debe hacer, y puede concentrarse más en alcanzar el siguiente nivel de madurez que en la materialización de los objetivos organizacionales.

Otra experiencia importante en el desarrollo de modelos de madurez es el modelo del Project Management Institute -PMI. A finales del año 2003 este instituto se dio a conocer con el Organizational Project Management Maturity Model OPM3 cuyo objetivo es reproducir un proyecto con éxito, de forma consistente en el tiempo, permitiendo a las empresas visualizar las capacidades necesarias para ser consistentes y preventivos [24].

El objetivo del PMI era construir una guía multidimensional en la gestión de proyectos, para lo cual consolidaron más de 600 prácticas, que correlacionan de manera lógica y coherente la planificación estratégica de la organización con sus proyectos [21].

El proceso de gestión de proyectos según el PMBOK - Guide to the Project Management Body of Knowledge del PMI es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para alcanzar los requerimientos, todo esto distribuido en varios procesos de gestión de proyectos relacionados con áreas de conocimiento y asociados a grupos de procesos [24].

3.2 Categorías de los modelos de madurez

En la literatura científica es posible identificar modelos de madurez diseñados no para empresas, sino para la valoración de comportamientos humanos y situaciones sociales, los cuales no serán abordados en esta revisión. Atendiendo a esta premisa, se construyó una clasificación de modelos de madurez para el desempeño empresarial como se muestra en la figura 2[25]. En su primera subdivisión se encuentran los modelos genéricos y los modelos específicos para un tipo de empresa particular.

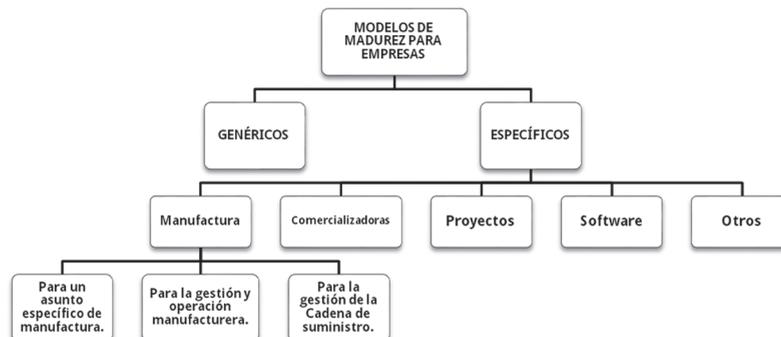


Figura 2. Categorías de Modelos de madurez.

Fuente: Elaboración propia

Se definen como genéricos o modelos de madurez aplicables de manera general aquellos modelos que pueden ser utilizados por cualquier tipo de empresa, sea de servicios o de manufactura, dado que su estructura y sus componentes no se ajustan a las características de operación ni a la terminología de algún tipo de empresa [26]. Por ejemplo, cuando se mencionan los aspectos operativos, estos modelos mencionan las actividades o procesos que añaden valor en el negocio, sin especificarlas porque “no se pueden mejorar únicamente los procesos “core” del negocio sin mejorar la forma en que ellos son gestionados y soportados, al mismo tiempo” [27]. El aspecto evaluado es generalmente el desempeño total de la organización o su nivel de adherencia a estrategias de gestión organizacional como Business Process Management BPM.

Se definen como específicos o modelos de madurez que sólo pueden ser empleados en una industria específica aquellos modelos que poseen algunas características aplicables únicamente a la operación y terminología de un sector productivo específico [26]. El aspecto evaluado en estos modelos se encuentra delimitado por los intereses del sector donde se ubica el modelo, por ejemplo, si el modelo se encuentra en empresas que operan por proyectos, el aspecto evaluado se relaciona con la forma en que se gestionan los proyectos y las buenas prácticas utilizadas en miras a obtener un resultado exitoso [24]. En una empresa que necesita evaluar la confiabilidad de las piezas electrónicas que produce, no son pertinentes las buenas prácticas de la gestión de proyectos.

En la subdivisión de los modelos específicos fue posible identificar grupos correspondientes a sectores productivos como software, proyectos, empresas comercializadoras, manufactura, entre otros.

En el grupo de las empresas comercializadoras se encuentran aquellas que conciben la cadena de suministro como una secuencia de actividades de adquisición y distribución, excluyendo el proceso de manufactura de la operación de su cadena, como sucede en el modelo presentado en [28]. Por esta exclusión de las actividades de manufactura, esta categoría de modelos no fue incluida en la presente revisión bibliográfica.

Los modelos para empresas que desarrollan proyectos y empresas de desarrollo de software, también se encuentran excluidos de esta parte de la revisión dado que estos modelos tienen características que no les permiten ser aplicables a empresas de manufactura.

Estas categorías contienen los modelos con mayor tiempo de desarrollo y con la mayor cantidad de adaptaciones a los aspectos propios de su sector, por lo cual fueron contemplados para extraer conceptos fundamentales y tendencias de los modelos de madurez.

Una tendencia identificada en los modelos de madurez recientemente generados para empresas de software, es el diseño de versiones para empresas pequeñas, como es el caso de Competisof en Argentina, MoProSoft en México, MPS-BR en Brasil, y el modelo Light MECPDS en Colombia [29][30]. Estos modelos surgen de estructuras complejas y buscan un objetivo común: construir una herramienta fácil de entender, utilizar y que no sea tan costosa para la realidad de las pequeñas empresas.

Continuando con el análisis de la categoría de los modelos específicos y considerando el propósito de esta revisión, se concluye que sólo interesa incluir en la caracterización de modelos del presente documento, los aplicables a empresas de manufactura y las sub-categorías identificables en este sector.

En la categoría de los modelos que pueden ser utilizados por empresas manufactureras, se identifica que la estructura y los componentes del modelo se ajustan a las características de la operación y la terminología de estas empresas.

Teniendo en cuenta el aumento en el alcance de los modelos identificados, fue posible identificar tres grandes variaciones de los modelos aplicables a empresas manufactureras:

- Modelos para un asunto específico de manufactura: Son modelos que sólo pueden utilizarse por un tipo de empresa para un asunto específico, propio de esta. Es usual que estos modelos adapten una norma de una industria a la estructura de modelo de madurez para facilitar su implementación y evaluación.
- Modelos para la gestión y operación manufacturera: Su estructura permite que sean utilizados por cualquier empresa manufacturera y evalúan toda la operación y gestión de la empresa manufacturera, lo cual representa sólo una parte de la cadena de suministro que no involucrar elementos externos a la organización (como proveedores y distribuidores).
- Modelos para la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management SCM) en empresas

manufactureras: En esta categoría se ubican modelos cuya estructura y componentes contemplan características propias de una cadena de suministro, por lo cual evalúan la SCM al incluir: elementos por fuera de la organización como proveedores y distribución, adicionalmente a los aspectos internos de la empresa de manufactura.

3.3 Utilidad de los modelos de madurez

Cuando una organización se evalúa con un modelo de madurez, los resultados pueden ser utilizados para los siguientes propósitos: autoevaluación, evaluación comparativa y para establecer una ruta de mejoramiento.

3.3.1 Para autoevaluación de la organización

Las empresas pueden autoevaluarse con un Benchmarking en una perspectiva muy específica de sus operaciones, ya que los modelos de madurez permiten comparar detalles de la ejecución en la organización con criterios reconocidos como las mejores prácticas de la industria.[31].

Al utilizar un modelo de madurez es posible establecer el nivel de desempeño actual de la organización frente al aspecto que evalúa el modelo utilizado y su aumento cuando se efectúan varias mediciones para una misma organización o sección de la organización en diferentes momentos del tiempo. Esta autoevaluación permite medir la adherencia a las buenas prácticas identificadas y se presenta con el nivel de detalle construido para el modelo[32].

La autoevaluación puede utilizarse como una herramienta de diagnóstico con propósito descriptivo y puede ser comunicada a las partes interesadas de la organización [33].

3.3.2 Para evaluación comparativa

Evalúa diferentes organizaciones o secciones de la organización en un mismo momento de tiempo, por lo cual es posible afirmar que ese modelo se convierte en una métrica común para comparar el desempeño en el aspecto evaluado, es decir, puede utilizarse con un propósito comparativo si permite hacer un benchmarking interno o externo [33].

Para lograr precisión y sencillez en esta comparación, se sugiere utilizar modelos que realicen evaluaciones por etapas donde el resultado se encuentre en función del nivel de desempeño y no en el detalle de los

aspectos alcanzados. Adicionalmente, para lograr validez en esta comparación, se sugiere una cuidadosa revisión de los criterios con los cuales se construyó el modelo de madurez a utilizar (si está diseñado para una organización de servicios, manufacturera o para cualquier tipo de organización, si aplica para algunos sectores productivos específicos, para organizaciones de cierto tamaño, entre otros) y los aspectos que identifican las organizaciones a comparar, de tal forma que exista coherencia en estos aspectos.

3.3.3 Para establecer una ruta de mejoramiento

La ruta de mejoramiento es un complemento a la evaluación del desempeño actual de la organización. Esta ruta describe el detalle de los procesos, áreas de procesos y en algunos casos las prácticas que deben implementarse para alcanzar un mayor desempeño en el aspecto evaluado, según la evolución establecida en ese modelo. La identificación de falencias que pueden ser superada con acciones de mejoramiento es uno de los propósitos de estos modelos y para algunas organizaciones es su principal utilidad [18].

Para esta ruta, el modelo de madurez se utiliza con un propósito prescriptivo ya que permite identificar el nivel de madurez deseado y provee lineamientos o detalles de acciones como sugerencias para mejorar [33].

4. METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE MODELOS DE MADUREZ PARA EMPRESAS DE MANUFACTURA

Con el propósito de realizar una revisión detallada de los modelos de madurez existentes, sus funcionalidades y algunos aspectos importantes que debe considerar una organización cuando se seleccionan los modelos de madurez como estrategia para evaluar el desempeño empresarial, se presenta la siguiente caracterización y comparación.

Los pasos utilizados fueron:

1. Establecer la pregunta a solucionar por medio de la revisión.
2. Búsqueda de la información.
3. Selección de los modelos a incluir en la comparación.
4. Selección de los criterios para la caracterización.
5. Construcción de la caracterización y comparación

de los modelos seleccionados.

6. Análisis y construcción de conclusiones sobre la caracterización y comparación realizada.

Como es mencionado en [34] fue necesario establecer una pregunta a resolver por medio de la revisión: ¿Cuáles modelos de madurez existentes pueden ser utilizados por empresas manufactureras?. Para la construcción de esta pregunta se consideró que la revisión a realizar se enmarcaba en un proyecto de investigación donde se busca desarrollar un Modelo de Madurez para empresas manufactureras, por lo cual, se consideró como criterio de inclusión en la selección realizada, que el modelo evaluara un aspecto involucrado en la operación de empresas manufactureras o que dentro del alcance de las empresas objetivo de cada modelo fuera pertinente la inclusión de este tipo de empresas.

Para realizar la búsqueda de la información, se consultaron las siguientes bases de datos: ISI – Web of knowledge, SCOPUS, Springerlink, Proquest, Elsevier, EBSCO, Redalyc y otras bases de datos donde se pudieran obtener los textos completos de documentos que se encontraban sólo referenciales en la primeras bases consultadas.

Las palabras claves utilizadas para la construcción de las ecuaciones de búsqueda fueron Maturity Models, Manufact*, measurement, assesment, evaluation, performance, process improvement, not software, not proyect. Estas ecuaciones utilizaron combinaciones de estas palabras, en inglés y en español, dependiendo de la base de datos o motor de búsqueda que se estuviera utilizando.

Adicionalmente se hizo una revisión de los documentos citados en cada modelo, lo cual permitió identificar autores reconocidos en el desarrollo histórico y conceptual de estos modelos, así como algunos modelos establecidos en literatura gris que juegan un papel importante en esta revisión ya que poseen un fuerte enfoque a empresas manufactureras por medio de servicios de consultoría [23][24][35][36].

Para la selección de los modelos a incluir en la caracterización y comparación, se identificó que en la literatura relacionada con el desempeño empresarial y los modelos de madurez, son comunes las investigaciones donde el objeto principal de estudio es el “aspecto evaluado” [37][38], la herramientas desarrollada [29], una metodología [39] o el análisis de una evaluación realizada [1] y no se da prioridad al modelo de madurez construido o utilizado en dicha investigación, por lo

cual la selección de los modelos a incluir en la revisión necesitó la lectura de los resúmenes y una revisión general de los documentos encontrados en la búsqueda de información.

Para seleccionar, definir y agrupar los criterios de caracterización de los modelos, se consideró información relevante para la construcción de un futuro modelo, y se tomó como ejemplo la caracterización hecha en [40]. Posteriormente se establecieron los valores o descripciones de los criterios seleccionados para cada uno de los modelos y se construyó la tabla comparativa que se muestra más adelante.

Los criterios utilizados para la caracterización serán expuestos a continuación.

5. CRITERIOS UTILIZADOS EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS MODELOS DE MADUREZ

Para la revisión realizada, se seleccionaron y definieron los siguientes criterios de tal forma que permitieran caracterizar de manera detallada los modelos de madurez que pueden ser utilizados por empresas de manufactura:

- **Características de las empresas:** Se refiere a detalles de la operación de las empresas objetivo del modelo. Se debe responder la pregunta: ¿en qué tipo de empresas se puede utilizar el modelo de madurez?
- **Aspecto evaluado:** Se refiere al aspecto principal que es evaluado por el modelo. Puede ser la madurez con respecto a la confiabilidad, la flexibilidad o el desempeño organizacional en general.
- **Cantidad de dimensiones:** Se refiere a la complejidad del modelo en su cantidad de ejes, estableciendo la cuadrícula o el esquema general donde se enmarcarán los detalles del modelo.

Estas dimensiones fueron asignadas según la siguiente numeración:

1. Una dimensión: donde los detalles del modelo se pueden graficar en una pirámide con una descripción única de cada nivel, como sucede en [41].
2. Dos dimensiones: donde los detalles del modelo se desarrollan en una cuadrícula y

se encuentran descripciones de cada nivel para cada uno de las divisiones de la segunda dimensión, como sucede en [35]. Ver figura 3.

3. Tres dimensiones: donde los detalles del modelo se desarrollan en un cubo, como sucede en [42]. Ver figura 4.
4. Cuatro dimensiones: donde, adicional al cubo, se encuentra alguna dimensión subdividida, es el caso de [32], donde la madurez se mide en términos de cobertura sobre la organización y competencia de cada una de las dimensiones establecidas. Ver figura 5.

Descripciones por niveles	Aislado	Tácticamente integrado	Procesos dirigidos	Empresa optimizada	Red de operación inteligente
Estrategia	**	**	**	**	**
Controles	**	**	**	**	**
Procesos	**	**	**	**	**
Personas	**	**	**	**	**
Tecnologías Información	**	**	**	**	**

Figura 3. Modelo de Madurez con dos dimensiones. Adaptación de [35].

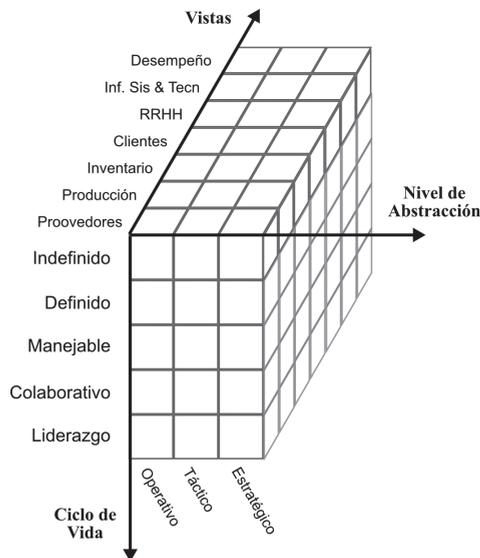


Figura 4. Modelo de Madurez con tres dimensiones, Fuente [42].

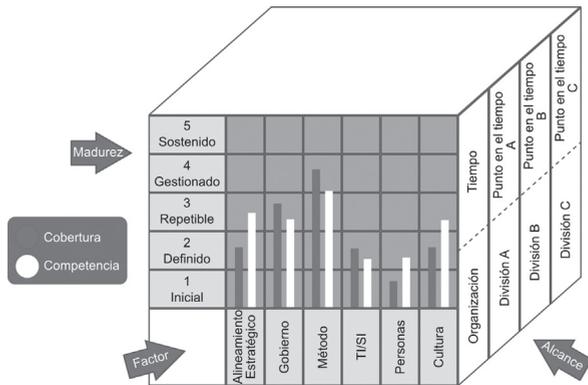


Figura 5. Modelo de Madurez con cuatro dimensiones, Fuente [32].

Es importante aclarar que las áreas de proceso – PA se establecen como elementos (transversales o genéricos y elementos específicos) para un nivel de desempeño en el modelo que las contempla, por lo cual, los modelos que poseen PA no necesariamente se considera que poseen una dimensión adicional [43].

En el caso de los modelos de madurez con procesos en su estructura y con descripciones de desempeño en cada uno de los niveles establecidos para cada proceso, estos no se han considerado como una dimensión adicional, tal como sucede en [44].

- **Categoría del modelo:** Este criterio se refiere a las categorías descritas en el numeral 3.2 del presente artículo, recordando que se incluyeron en la caracterización únicamente modelos para empresas manufactureras.

La codificación asignada a la categoría de los modelos incluidos en la caracterización y comparación, responde a esta numeración:

1. Genéricos
 2. Asunto específico de manufactura.
 3. Gestión y operación manufacturera.
 4. SCM en empresas de manufactura.
- **Estructura de procesos del modelo:** Este criterio describe si se construyó la estructura de procesos o los PA que contiene el detalle del modelo, o si utilizaron marcos de trabajo o esquemas de procesos ya existentes como el Capability Maturity Model CMM, Capability Maturity Model Intregation CMMI, Input mechanism control output IMCO, Supply Chain Operations Reference SCOR, entre otros.

Sobre la estructura del modelo, es importante resaltar que algunos modelos de madurez, por el nivel de detalle con el que fueron construidos, pueden ajustarse y utilizarse parcialmente. El CMMI fue pionero en establecer dos representaciones del modelo que han sido utilizadas por otros modelos posteriores [22]:

- a. Continua: capacidad de cada área de proceso.
- b. Por etapas: madurez organizacional.

En la representación continua del modelo se establece una línea sobre las áreas de proceso y las prácticas se organizan para que soporten el crecimiento y la mejora de un área de proceso individual, es decir, la madurez objetivo está en términos de los procesos, las áreas de procesos o un sector de la estructura del modelo que se desea ejecutar [18][22].

En la representación por etapas del modelo, existe un mapa con los niveles de madurez o etapas. Cada etapa tiene sus áreas de proceso específicas y sus respectivas prácticas. En esta representación, la madurez objetivo se alcanza cuando se satisface la descripción completa del nivel de madurez, incluyendo la totalidad de las actividades acumuladas de niveles anteriores [18][22].

La posibilidad de utilizar un modelo de madurez de forma continua o por etapas, depende de la estructura de procesos y las PA establecida en cada modelo. Este detalle de la estructura no se incluyó en la caracterización realizada ya que las descripciones de los modelos analizados en muchos casos no incluyen este nivel de detalle.

- **Estructura del diagnóstico final o de la Ruta de mejoramiento:** Describe si el modelo especifica el nivel de desempeño actual por medio de un diagnóstico gráfico o si da instrucciones para interpretar cuál debería ser la ruta de mejoramiento para la organización.

Para facilitar el proceso de organización, recolección de información, evaluación y consolidación de resultados finales del modelo, algunos autores han desarrollado de manera conjunta, herramientas complementarias como hojas de cálculo y software de captura de información que establecen escalas de valoración para el cumplimiento de las prácticas, y permiten el registro de la calificación junto con la evidencia obtenida.

Estas herramientas consolidan rápidamente la evaluación realizada, permitiendo totalizar y visualizar gráficamente el diagnóstico de la madurez de la organización en dicho modelo, en forma de tableros de colores [45], según se muestra en la figura 6 o perfiles de radar [42] como se muestra en la figura 7.

Adicionalmente, estas herramientas describen el detalle de la ruta de mejoramiento que el modelo sugiere para alcanzar un mayor nivel de desempeño: en colores, deben atenderse los colores más críticos para que cambien primero, en un perfil lineal se deben atender los sectores del perfil que se encuentran más alejados de la línea recta en el nivel de desempeño deseado y en un perfil de radar, se deben atender las prácticas relacionadas con el eje del “perfil radar diagnosticado” que se encuentre más alejado del “perfil radar” que describe la meta de desempeño trazada.

PROCESO	NIVEL DE MADUREZ			
	0-1	>1-2	>2-3	>3-4
Gestión			●	
Política y Estrategia			●	
Organización		▲		
Planificación y Desarrollo			●	
Recursos Humanos			●	
Mejora Continua			●	
Comunicación			●	
Análisis de Datos			●	
Formación			●	
Gestión del Conocimiento			●	
Mantenimiento			●	
Control Económico-Financiero			●	◆
Producción				◆
Vigilancia Tecnológica			●	

Figura 6. Perfil de desempeño lineal, Fuente [44].

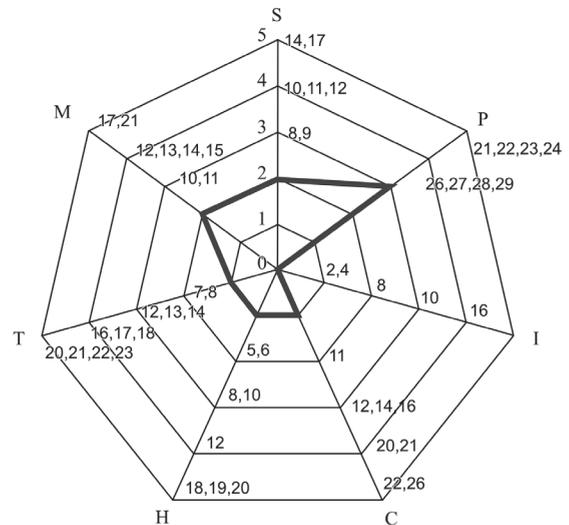


Figura 7. Perfil de radar, Fuente [42].

Es importante resaltar que al establecer la meta de desempeño como un perfil de radar se están reconociendo prioridades asignadas por la estrategia organizacional o por solicitud del mercado y se está aceptando que la empresa no puede ser la mejor en todas las dimensiones lo cual delimita el trabajo a realizar en la mejora del desempeño [29].

6. ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE MADUREZ PARA EMPRESAS DE MANUFACTURA

El resultado de la caracterización y comparación de modelos de madurez que pueden ser utilizados en empresas de manufactura se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización y comparación de los modelos de madurez.

Nombre	Autor	Características de las empresas	Aspecto evaluado	Cantidad de dimensiones	Estructura del modelo	Categoría del modelo	Estructura del diagnóstico/ Ruta mejoramiento
Bussines Process Maturity Model - BPMM	Fisher, 2004 [35]	Cualquier organización	Desempeño organizacional	2	Se construyeron 5 niveles de cambio	1	Tabla de dos dimensiones, con perfil lineal
Value process Maturity Model - VPMM	Lee et al, 2009 [41]	Cualquier organización	Desempeño organizacional y la capacidad de involucrar la creación de valor de la organización en sus procesos.	1	IMCO para sus actividades. PA similar al CMMI, pero incluye algunas adicionales donde se asegura la creación de valor	1	No especificada
Adaptación del CMM para diagnosticar la madurez de empresas medianas de Colombia.	Mayorga y Córdoba, 2008 [1]	Cualquier organización	El grado de madurez, la estandarización y aplicación de mejoramiento y el rediseño de procesos.	1	Adaptación de los niveles del CMM	1	El estudio sólo contemplaba el diagnóstico, no la construcción de ruta de mejoramiento
Process and enterprise Maturity Model PEMM	Hammer, 2007 [45]	Cualquier organización	Desempeño organizacional	3	Se construyeron unas habilidades organizacionales y facilitadores de procesos	1	Dos tablas de dos dimensiones, con colores.
the Business Process Maturity Model (BPMM)	Lee et al, 2007 [43]	Cualquier organización	Desempeño organizacional	1	PA de CMM/ CMMI y se analizaron con el enfoque IMCO	1	No especificada
Bussines Process Mangement Maturity Model	Rosemann y De Bruin, 2005 [32][46]	Cualquier organización	Madurez de BPM en la organización	4	Se construyeron Factores, perspectivas, alcance organizacional y niveles de madurez en función de la cobertura y competencia.	1	Gráfico de radar.
Process Management Maturity Assessment (PMMA)	Rohloff, 2011 [20]	Cualquier organización	Madurez de BPM en la organización	2	Niveles de madurez del CMMI y criterios de "Process Management implementation Guide" – documentos internos de Siemens	1	Gráfico de radar.

Nombre	Autor	Características de las empresas	Aspecto evaluado	Cantidad de dimensiones	Estructura del modelo	Categoría del modelo	Estructura del diagnóstico/ Ruta mejoramiento
Reliability capability maturity model	Tiku et al, 2007 [37]	Empresas manufactureras de piezas electrónicas	madurez con base en la confiabilidad del producto	2	Las prácticas claves y los objetivos están establecidas en el estándar 1332 de la IEEE	2	Gráfico de radar.
Continual Improvement Framework for Auto Industry	Lin et al, 2009 [39]	Industria automotriz	El modelo de madurez es parte de una metodología de mejoramiento específica para esta industria	1	Se adaptó Planificación avanzada de la calidad del producto – APQP, ISO/TS 16949 y Algunos PA del CMMI	2	No especificada
Manufacturing Capability Maturity Model MCMM for SMEs	Sharma y Ali, 2010 [38]	Pequeñas y mediana empresas manufactureras en India	Flexibilidad y automatización	2	Se construyeron 6 capacidades con 4 niveles.	2	No especificada
Industrial Process Maturity Model- IPMM	Doss, 2006 [47]	Empresas con procesos industriales	Desempeño de procesos industriales	1	PA del CMM y del People Capability Maturity Model P-CMM	3	No especificada
modelo que identifica la madurez de los procesos, caso: pequeña empresa manufacturera	Montaño, 2010 [44]	Pequeña empresa manufacturera Mexicana	Desempeño organizacional	2	Se construyó con procesos que inciden en el funcionamiento de la empresa de manufactura en México	3	Tabla de dos dimensiones, con perfil lineal
Supply Chain Management (SCM) Process Maturity Model	Lockamy y McCormack, 2004 [48]	Cualquier organización	El nivel de implementación de Bussines Process Orientation BPO y el desempeño de la cadena de suministro.	1	Niveles de madurez del BPO y marco de referencia SCOR	4	No especificada
Modelo base para The Supply Chain Maturity Assessment Test (SCMAT).	Netland, 2007 [31]	Cualquier organización	Uso de Buenas práctica en la cadena de suministro.	2	Clasificación de objetos de Alfnes, 2005 (6 categorías) añadiendo “Estrategia de la cadena de suministros”	4	Gráfico de radar.
Supply Chain capability Maturity Model - S(CM)2	García y Giachetti, 2010 [42]	Cualquier organización	Desempeño de la cadena de suministro.	3	modelo de CIMOSA and GERAM, algunos aspectos del SCOR y los niveles de CMMI	4	Gráfico de radar.

Fuente: Elaboración propia.

La búsqueda realizada se enfocó en modelos de madurez que pudieran ser utilizados en empresas de manufactura, y aún así el 47% de los 15 modelos incluidos en la comparación corresponden a modelos genéricos. Por otra parte, fue posible identificar que estos modelos no cuentan con suficientes detalle para su uso por pequeñas empresas, lo que disminuye su carácter genérico real.

En el caso de los modelos para asuntos específicos de manufactura, que representan el 20% de los 15 modelos incluidos en la comparación, se encuentra que sólo pueden resolver los problemas de un tipo de organización y no son útiles en empresas de otro sector productivo [26].

Ante esta situación, se sugiere que los modelos de madurez a construir, se configuren según las características internas y externas de la organización en la que van a ser utilizados, y que consideren además de sus componentes, algunas cualidades como la validez, la confiabilidad y la eficiencia en cuanto a costos. [33].

El 33% de los modelos incluidos en la comparación, construyeron su estructura y el 66% restante tomó esquemas ya existentes. Estas cifras pueden explicarse por la posibilidad de configurar o personalizar el modelo según la organización objetivo, cuando se adoptan estructuras ya existentes. En las categorías de modelos 3 y 4, se puede identificar que el aporte de los modelos CMM/CMMI y del SCOR son muy significativos, el primero por el componente genérico que se extrae y el segundo por su enfoque específico en la gestión de la Cadena de Suministro[49][50], como lo menciona [51] “SCOR se está convirtiendo en el lenguaje común para el benchmarking y la gestión de las SC”.

En relación con lo anteriormente descrito, se sugiere que los modelos de madurez a construir realicen una evaluación detallada de los modelos existentes, que podrían aportar tanto el componente genérico como el componente específico del aspecto que se desea evaluar en el modelo de tal forma que las prácticas a adoptar cuenten con una validez más rigurosa y una eficiencia previa asociada a publicaciones de resultados exitosos, que se transmita y fortalezca el modelo a proponer [18].

El 40% de los modelos incluidos en la comparación, utilizan dos dimensiones: una estructura de objetos, procesos, perspectivas o subdivisiones organizacionales, que son evaluadas en cada uno de los niveles de madurez establecidos; y en este subgrupo de modelos, el 50% de las estructuras fueron adaptadas de marcos de trabajo o esquemas de procesos ya existentes.

El 20% de los modelos incluidos en la revisión cuentan con 3 o 4 dimensiones, mientras que el 40% tiene 2 dimensiones y el 40% restante tiene una dimensión. Al analizar los modelos que cuentan con 3 o 4 dimensiones se identifica una alta complejidad y dificultad en la comprensión del modelo, pero también se identifican modelos de una dimensión que no ofrecen detalles fieles a las perspectivas del desempeño real en las organizaciones. Es importante encontrar un balance en este aspecto, considerando el tipo de empresa objetivo del modelo.

Para empresas grandes y complejas, son apropiados los modelos de 3 o 4 dimensiones; pero para empresas pequeñas que funcionan y evolucionan de distinta

manera a las organizaciones grandes, estos modelos exigen altas inversiones de tiempo, personal y recursos, en muchas ocasiones inalcanzables para este tipo de organizaciones. Ante esta situación se sugiere la construcción o selección del modelo de acuerdo con el tamaño y la estructura con la que funcionan las organizaciones objetivo, o también, pueden considerarse las representaciones continuas como opciones de modelos complejos para empresas pequeñas, donde únicamente se implementan las áreas de proceso de interés [22].

Los modelos para un asunto específico de manufactura no son apropiados para empresas pequeñas, ya que exigen una minuciosa evaluación de un solo aspecto, haciéndose compleja su implementación; sin embargo, los modelos de categoría 1, 3 y 4 son mejores opciones para las pequeñas empresas. La Gestión de la cadena de Suministros SCM proporciona una perspectiva que puede mejorar al desempeño de las organizaciones desde la integración y la cooperación, en complemento al alcance aislado de los modelos para la gestión y operación manufacturera..

Con respecto a la estructura del diagnóstico o ruta de mejoramiento no se encuentra algún patrón entre el tamaño de las empresas y estas herramientas.

Se evidencia de manera incipiente la tendencia al diseño de modelos para empresas pequeñas en la categoría para la gestión y operación manufacturera, pero todavía no se evidencia en los modelos para la gestión de la cadena de suministros en empresas de manufactura, según la revisión realizada.

En esta tendencia se incluyen las herramientas de diagnóstico o de ruta de mejoramiento de cada modelo ya que generalmente carecen de sencillez [31]. Este aspecto es importante si se desea construir un modelo útil para pequeñas y medianas empresas, que efectivamente le permita a la organización mejorar. El 47% de los modelos incluidos en la revisión establecen un diagnóstico final del desempeño en el aspecto evaluado o una ruta de mejoramiento; y de este subgrupo de modelos, el 63% de construyeron un “Gráfico de radar”.

Con respecto a la utilidad del gráfico de radar en el diagnóstico final o en la ruta de mejoramiento, se encuentra como ventaja la posibilidad de construir un perfil objetivo con niveles de desempeño diferentes en cada uno de sus ejes, lo que permite delimitar los esfuerzos de mejoramiento según la estrategia establecida por la organización.

7. CONCLUSIONES

Se identificó la tendencia a complementar la evaluación del desempeño con varios criterios que apuntan a un aspecto, hasta llegar a los modelos de madurez como estrategia de mayor complejidad para esta evaluación

Se identificó, desde la evaluación por la estructura de premios, la importancia de la separación de estrategias para PYMES y para grandes empresas, como sucede en el Premio Manufacturero del Año y en ejemplos más recientes en modelos de madurez para empresas pequeñas de software. El CMMI es representativo de las ventajas y desventajas de los modelos complejos diseñados para empresas grandes.

Como principales utilidades de los modelos de madurez se encuentran la autoevaluación, la evaluación comparativa y para establecer una ruta de mejoramiento.

En la caracterización y comparación de los modelos, se encontró que son pocos los existentes para ser utilizados por empresas de manufactura, ya que la tendencia inicial y aún mantenida en estas investigaciones, apunta a modelos genéricos, lo que dificultó la búsqueda realizada.

También se encontró el uso de esquemas ya existentes para establecer la estructura de los modelos de madurez. El aporte del CMM/CMMI en el componente genérico y del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro, es fundamental si se desea construir un modelo de este tipo[49][50].

Se identificó que los modelos de dos dimensiones y los modelos para la gestión y operación manufacturera o para la gestión de la cadena de suministro son los más apropiados para pequeñas empresas.

Con respecto a la estructura del diagnóstico, se identificó que el gráfico de radar es una herramienta para mostrar el estado actual y para establecer la ruta de mejoramiento cuya principal ventaja es su capacidad de adaptación a la estrategia planteada.

Con estas conclusiones, es posible identificar las características principales de un modelo de madurez para diseñarlo y utilizarlo en pequeñas empresas manufactureras en la región donde se está realizando esta investigación, de tal forma que ayude a estructurar de manera organizada y eficiente los esfuerzos de mejoramiento de estas empresas.

Por último, se resalta la importancia de mantener el “mejoramiento del desempeño” como objetivo de la implementación de estos modelos, ya que muchas empresas se desvían de esto, dándole prioridad a la mejora en la medición del modelo: el indicador de la madurez [27][52].

8. REFERENCIAS

- [1] S. A. Mayorga and N. B. Córdoba Pinzón, “Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas * Assessing Business Process Maturity in Medium-Sized Colombian,” *Ing. Univ. Bogotá (Colombia)*, vol. 12, no. 2, pp. 245-267, 2008.
- [2] R. J. Schonberger, *Manufactura de clase mundial para el próximo siglo*, Primera ed. México: Editorial Prentice Hall Hispanoamérica, 1996, p. 274.
- [3] J. L. Riggs, *Sistemas de producción. Planeación, análisis y control.*, Tercera ed. México: Editorial Limusa Wiley, 2008, p. 712.
- [4] International Organization for Standardization ISO, “Guidance on the concept and use of the process approach for management systems ISO/TC 176/SC 2/N544R3. October 2008.” [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_standards/quality_management/iso_9001_2008/concept_and_use_of_the_process_approach_for_management_systems.htm. [Accessed: 14-Jan-2012].
- [5] International Organization for Standardization ISO, *Norma ISO 9000:2005. Sistema de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*. 2005, p. 30.
- [6] S. Climent Serrano, “Ciencia y Técnica administrativa ejournal de argentina,” *Los costes de la calidad como estrategia empresarial, Capítulo 2, primera edición, Editorial Técnica Administrativa, Argentina*, 2003. [Online]. Available: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/tqm/2_modelos_oficiales/2_modelos_oficiales.htm. [Accessed: 14-Mar-2011].
- [7] Real Academia Española, “Diccionario de la lengua española - vigésimo segunda edición,” 2001. [Online]. Available: www.rae.es. [Accessed: 17-Nov-2011].
- [8] R. B. Chase, F. R. Jacobs, and N. J. Aquilano, *Administración de operaciones, Producción y cadena de suministro.*, 12 edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 2009, p. 776.

- [9] “The W. Edwards Deming Institute. Deming Prize information.” [Online]. Available: <http://deming.org/index.cfm?content=51>. [Accessed: 14-Mar-2011].
- [10] NIST, “Baldrige performance excellence program, Criteria for Performance Excellence,” 2010. [Online]. Available: <http://www.nist.gov/baldrige/publications/criteria.cfm>. [Accessed: 14-Jan-2012].
- [11] NIST, “Baldrige performance excellence program, Applying for the Malcolm Baldrige National Quality Award,” 2010. [Online]. Available: <http://www.nist.gov/baldrige/enter/apply.cfm>. [Accessed: 14-Jan-2012].
- [12] “Ministerio de Comercio Industria y Turismo, República de Colombia, Premio Colombiano a la calidad de la gestión,” 2011. [Online]. Available: <https://www.mincomercio.gov.co/publicaciones.php?id=674>. [Accessed: 25-May-2011].
- [13] “Ministerio de Comercio, Industria y Turismo,” *Guía para las organizaciones, Premio colombiano a la calidad de la gestión, 2008. Modelo de excelencia en la gestión para organizaciones de clase mundial.* [Online]. Available: <http://www.mincomercio.gov.co/econtent/Documentos/Regulacion/Calidad/2008/GuiaOrganizaciones2008.pdf>. [Accessed: 25-May-2011].
- [14] “Premio manufacturero del año 2012, Convocatoria, Grupo editorial Expansión y Revista Manufactura, México.” [Online]. Available: <http://www.cnnexpansion.com/media/2011/11/01/convocatoria-manufacturero-del-ano-2012.pdf>. [Accessed: 14-Jan-2012].
- [15] “Premio manufacturero del año 2012, Guía de participación, Grupo editorial Expansión y Revista Manufactura, México.” [Online]. Available: <http://www.cnnexpansion.com/media/2010/09/30/guia-pmda-2011.pdf>. [Accessed: 28-May-2011].
- [16] “The EFQM excellence model.” [Online]. Available: <http://www.efqm.org/en/tabid/132/default.aspx>. [Accessed: 14-Jun-2011].
- [17] M. Khoshgoftar and O. Osman, “Comparison of maturity models,” *Computer Science and Information Technology, 2009. ICCSIT 2009. 2nd IEEE International Conference*, pp. 297-301, 2009.
- [18] P. Fraser and J. Moultrie, “The use of maturity models /grids as a tool in assessing product development capability,” *Engineering Management Conference, 2002. IEMC'02. 2002 IEEE International*, vol. 1, pp. 244-249, 2002.
- [19] V. N. Schwetter Silveira, “Os Modelos Multiestágios de Maturidade : um Breve Relato de sua História , sua Difusão e sua Aplicação na Gestão de Pessoas por meio do People Capability Maturity Model (P - CMM),” *RAC, Curitiba*, vol. 13, no. No. 2 art.4, pp. 228-246, 2009.
- [20] M. Rohloff, “Advances in business process management implementation based on a maturity assessment and best practice exchange,” *Information Systems and E-business Management*, vol. 9, no. 3, pp. 383-403, Aug. 2011.
- [21] L. A. dos Santos Franz, “Proposta de um modelo para a avaliação e segurança e saúde no trabalho [Tese de doutorado],” Escola de engenharia, programa de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade federal do rio grande do sul, Porto Alegre, 2009.
- [22] M. De la Villa, M. Ruiz, and I. Ramos, “Modelos de evaluación y mejora de procesos: Análisis comparativo,” in *CEUR-Workshop Proceedings; Vol. 120 paper 4,*, 2004, pp. 1-18.
- [23] Development Team CMMI Product. and Software Engineering Institute., *CMMI® for Development*, V 1.3., no. November. University Carnegie Mellon, 2010, p. 482.
- [24] Project Management Institute, *Global Standard PMI Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)*, Cuarta Edi. 2009, p. 393.
- [25] S. T. MUTIS MEDINA and D. P. ORTIZ ARANGO, “Identificación y análisis de estrategias para el mejoramiento de los procesos de manufactura en las pymes del sector metalmecánico de Bucaramanga y su Area metropolitana,” Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2010.
- [26] G. Jia, Y. Chen, X. Xue, J. Chen, J. Cao, and K. Tang, “Program management organization maturity integrated model for mega construction programs in China,” *International Journal of Project Management*, vol. 29, no. 7, pp. 834 - 845, Apr. 2011.
- [27] B. Curtis and J. Alden, “A Popular Misconception about Maturity Models,” *Bussines Process Trends*, vol. Abril, pp. 1-3, 2007.
- [28] R. B. Handfield and S. L. Straight, “How Mature Is your Supply Chain? The SCR D Capability Maturity Model©,” in *89th Annual International Supply Management Conference*, 2004, pp. 1-6.
- [29] A. Universidad Nacional de la Matanza, A. Mon, M. Estayno, and A. Arancio, “Ciencia y Técnica administrativa ejournal de argentina Volumen 08, Número 01.,” *Método de Diagnóstico para aplicar un Modelo de Madurez en PyMES de la*

- industria del software., 2009. [Online]. Available: <http://www.cyta.com.ar>. [Accessed: 14-Mar-2011].
- [30] F. J. Pino, F. García, F. Ruiz, and M. Piattini, "Adaptación de las normas ISO / IEC 12207 : 2002 e ISO / IEC 15504 : 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo," *IEEE Latin America Transactions*, pp. 17-24, 2006.
- [31] SINTEF and Norwegian University of Technology and Science - NTNU., T. H. Netland, E. Alfnes, and H. Fauske, "How mature is your supply chain?-A supply chain maturity assessment test," 2007. [Online]. Available: [http://www.sintef.no/project/SMARTLOG/Publikasjoner/2007/Netland et al _2007_ How mature is your supply chain.pdf](http://www.sintef.no/project/SMARTLOG/Publikasjoner/2007/Netland%20et%20al%20_2007%20How%20mature%20is%20your%20supply%20chain.pdf).
- [32] M. Rosemann and T. de Bruin, "Towards a business process management maturity model," in *the 13th European Conference on Information Systems ECIS 2005; 26-28 May, 2005*, pp. 1-12.
- [33] J. Pöppelbuß and M. Röglinger, "What makes a useful maturity model? A framework for general design principles for maturity models and its demonstration in business process management," in *Proceedings of the Nineteenth European Conference on Information Systems (ECIS 2011), Association for Information Systems (AIS)*, 2011, vol. 4801, pp. 1-13 paper 28.
- [34] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas," *REICIS Revista Española de Innovación, Calidad e ingeniería del Software*, vol. 2, no. 1, pp. 6-23, 2006.
- [35] D. M. Fisher, "Business Process Trends," *The Business Process Maturity Model, A Practical Approach for Identifying Opportunities for Optimization*. [Online]. Available: [http://www.bptrends.com/publicationfiles/10-04 ART BP Maturity Model - Fisher.pdf](http://www.bptrends.com/publicationfiles/10-04_ART_BP_Maturity_Model_-_Fisher.pdf). [Accessed: 01-Apr-2011].
- [36] "Business Process Trends." [Online]. Available: Business Process Trends. [Accessed: 01-Nov-2011].
- [37] S. Tiku, M. Azarian, and M. Pecht, "Using a reliability capability maturity model to benchmark electronics companies," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 24, no. 5, pp. 547-563, 2007.
- [38] D. Sharma and M. Ali, "Framework for Implementing Flexible Automation in Indian Industries," *Global Business and Management Research: An International Journal*, vol. 2, no. 2&3, pp. 208-223, 2010.
- [39] L.-chien Lin, T.-su Li, and J. P. Kiang, "A Continual Improvement Framework with Integration of CMMI and Six-sigma Model for Auto Industry," *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 25, pp. 551-569, 2009.
- [40] M. Lage Junior and M. Godinho Filho, "Variations of the kanban system: Literature review and classification," *International Journal of Production Economics*, vol. 125, no. 1, pp. 13-21, May 2010.
- [41] J. Lee, D. Lee, and S. Kang, "vPMM : A Value Based Process Maturity Model," *Computer and Information Science*, vol. SCI 208, pp. 193-202, 2009.
- [42] H. García Reyes and R. Giachetti, "Using experts to develop a supply chain maturity model in Mexico," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 15, no. 6, pp. 415-424, 2010.
- [43] J. Lee, D. Lee, and S. Kang, "An Overview of the Business Process Maturity Model (BPMM)," *Advances in Web and Network Technologies, and Information Management Lecture Notes in Computer Science*, vol. 4537/2007, pp. 384-395, 2007.
- [44] O. Montaña Arango, J. R. Corona Armenta, A. Pérez Rojas, and J. Marin Medina, "Modelo que identifica la madurez de los procesos. Caso: Pequeña empresa manufacturera," *DYNA Revista de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.*, vol. 85, no. 5, pp. 392-401, 2010.
- [45] M. Hammer, "The Process Audit," *Harvard Business Review*, vol. April, pp. 111-123, 2007.
- [46] M. Rosemann and T. D. Bruin, "Application of a Holistic Model for Determining BPM Maturity," *BP Trends*, no. February, pp. 1-21, 2005.
- [47] D. A. Doss and R. H. Kamery, "A REVIEW OF EXISTING CAPABILITY MATURITY MODEL (CMM) DERIVATIVE FRAMEWORKS," *Proceedings of the Academy of Educational Leadership, Allied Academies International Conference*, vol. 11, no. 1, pp. 125-131, 2006.
- [48] A. Lockamy and K. McCormack, "The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation," *Supply Chain Management, an International Journal*, vol. 9, no. 4, pp. 272-278, 2004.
- [49] "Supply Chain Council," *Overview Supply Chain Operations Reference (SCOR®) model*,

Version 10.0, 2010. [Online]. Available: <http://supply-chain.org/bookstore/scor-10-overview>. [Accessed: 14-Jan-2012].

- [50] H. Smith and P. Fingar, "Business Process Trends, The Third Wave, a BPT column," *Process management Maturity models*, 2004. [Online]. Available: [http://www.bptrends.com/publicationfiles/07-04 COL Maturity Models-Smith-Fingar.pdf](http://www.bptrends.com/publicationfiles/07-04_COL_Maturity_Models-Smith-Fingar.pdf). [Accessed: 01-Apr-2011].
- [51] K. McCormack, M. B. Ladeira, and M. P. V. D. Oliveira, "Supply chain maturity and performance in Brazil," *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 13, no. 4, pp. 272-282, 2008.
- [52] A. J. Walker, "Enterprise Maturity Models : Have We Lost the Plot?," *Computer*, vol. November, pp. 96-98, 2008.

9. CURRICULUM

María del Pilar Díaz Jaimes. Nació en Cartagena de Indias, Colombia. Recibió su título de Ingeniera Industrial de la Universidad Industrial de Santander UIS en el año 2005, y su especialización en Gestión de proyectos informáticos de la Universidad de Pamplona en el año 2009. Actualmente es estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS. Desde el año 2010 ha sido miembro del grupo de optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y logísticos – OPALO.

Néstor Raúl Ortiz Pimiento. Nació en Bogotá, Colombia. Recibió su título de Ingeniero Industrial de la Universidad Industrial de Santander UIS en el año 1992. Es Especialista en gestión tecnológica del año 1997 y Especialista en Docencia Universitaria del año 2001, ambos títulos de la UIS. En el año 2007 recibe su título de Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Actualmente es Profesor Asociado de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, fue director del grupo de optimización y organización de sistemas productivos, administrativos y logísticos – OPALO desde el año 2008 hasta el 2012 y fue Coordinador de la Maestría en ingeniería Industrial desde el año 2009 hasta el 2012.