

Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico en Boyacá desde el diseño y manufactura asistida por computador (CAD/CAM)

Technological levels of metalmechanical sector companies in Boyacá from design and manufacturing computer assisted (CAD/CAM)

SANTIAGO PÉREZ GONZÁLEZ

*Ingeniero Industrial
Magíster Sistemas Integrados de Gestión QHSE-UNIR-ESPAÑA
Grupo de Investigación LOGyCA
Universidad de Boyacá, Colombia
sanperez@uniboyaca.edu.co*

DANIEL ENRIQUE ZAMBRANO ARROYO

*Ingeniero Químico
Master of business administration –UNAD-FLORIDA -US
Grupo de Investigación LOGyCA
Universidad de Boyacá, Colombia
danizambra@uniboyaca.ca*

Recibido: 09/07/2014

Aceptado: 20/11/2014



RESUMEN

Se presentan los resultados y aportes prácticos de la Investigación “Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico en el Departamento de Boyacá, aplicando tecnología en sistemas (CAD/CAM)”, apoyado por la Universidad de Boyacá y la Cámara de Comercio de Duitama, ejecutado por investigadores del Grupo – LOGyCA. Se adelantaron las etapas definidas en la metodología aplicada para la investigación, se trata de un estudio descriptivo enmarcado en la línea de Investigación de Producción y Operaciones, por las actividades realizadas en las empresas objeto de estudio. El avance del proyecto comprende una caracterización inicial de las empresas involucradas y del sector industrial, materiales, maquinaria, mercados, y proveedores, entre otros aspectos estudiados, de tal manera que permite identificar el nivel tecnológico de las empresas del sector, en relación a los sistemas automatizados, implementados para llevar a cabo sus procesos productivos. Con los resultados obtenidos frente al estado tecnológico de las empresas del sector metalmeccánico en la región, se formuló un plan de capacitación, para afrontar una esperada reactivación del sector con actualización pertinente.

Palabras clave: CAD, CAM, CAE, Metalmeccánico, Niveles tecnológicos, corredor industrial

ABSTRACT

This paper presents the results and practical contributions of the research “Technological levels of the Metalmechanical Sector Companies in the Department of Boyaca, applying technology in systems (CAD/CAM)”, supported by the University of Boyaca and the Chamber of Commerce of Duitama, carried out by researchers from the Group LOGyCA. The research corresponds to a descriptive study, framed in the research line named Production and Operations, due to the activities carried out in the companies under study. The progress of the research comprises an initial characterization of the companies involved, materials, machinery, markets and suppliers, among other aspects studied, in such a way that it allows to identify the technological level of the sector companies, in relation to automated systems implemented to carry out their productive processes. With the results obtained about the technological state of the Metalmechanical Sector Companies in the region, a training plan was formulated to to address an expected recovery in the sector with relevant update.

Keywords: CAD, CAM, CAE, mechanics, technological levels, industrial corridor.

Citar este artículo así:

Pérez, S. & Zambrano, D. (2015). Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico en Boyacá desde el diseño y manufactura asistida por computador (CAD/CAM). Revista I3+, 2(2), 114 – 132 p.

INTRODUCCIÓN

Para el sector metalmecánico del departamento de Boyacá, es evidente la necesidad de responder en forma rápida frente a retomar y ampliar los mercados regionales y nacionales mediante la calidad en los productos y servicios, que justifican inicialmente la realización del presente proyecto, como se muestra en las estrategias expuestas en el Plan Regional de Competitividad de Boyacá (2008 – 2032) formulado por el Consejo de Gobierno y la comisión Regional de competitividad de Boyacá. Estas son las razones por las que se precisa de inversión tecnológica y capacitación continuada que les permita mantener indicadores de eficiencia y efectividad en el desarrollo de la actividad industrial.

Según el Reporte Industrial (2009), el desarrollo tecnológico del sector de las empresas metalme-cánicas a nivel mundial, actualmente es abanderado por las industrias Chinas, de Brasil y Australia respectivamente, que muestran altos niveles de producción.

Estudios realizados por Velosa (2011), muestran el estado de la capacidad tecnológica de las Pymes a nivel de Latinoamérica y a nivel nacional, asociado al desarrollo industrial del sector metalmecánico, donde se destacan los factores que afectan directamente a la productividad de las empresas.

De igual manera, Katz (1996), ha investigado el sector metalmecánico desde los años 70 y ha expues-to, que luego de hacer comparaciones con las acciones de la apertura económica entre Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México, se pueden evidenciar problemas relacionados con la desindustria-lización, en el sentido que reducen el peso relativo de sus industrias metalmecánicas respecto a la participación en el producto interno bruto, por el cierre de algunas industrias de este sector econó-mico. Este tema se referencia como aspectos históricos a tener en cuenta frente a los efectos de un estancamiento de mercado para el sector metalmecánico.

En relación a estudios referidos a la implementación de los sistemas automatizados de producción CAD/CAM/CAE, Flórez & Rodríguez (2006), en una de sus investigaciones plantean conocer los niveles de implementación y el uso que se le da a los sistemas CAD/CAM/CAE en la industria metalmecánica y otros renglones económicos de Medellín, mediante una investigación exploratoria cuantitativa. El estudio muestra también una interesante comparación entre los diferentes software aplicados a las actividades de manufactura, desarrolladas en particular en las empresas de ese sector del país, aspectos importantes para abordar el tema en el sector metalmecánico de Boyacá frente a la implementa-ción de los sistemas CAD/CAM.

Por otra parte, un estudio interesante que ayuda a establecer el estado actual del conocimiento, es el trabajo desarrollado por Espinoza (2008), denominado, “OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE BANCADA PARA MÁQUINA HERRAMIENTA DE APLICACIÓN ESPECIAL”, donde se establece que es importante aplicar metodologías de optimización en los esquemas automáticos, y aplicar conocimientos mejorados. El proyecto en referencia presenta una descripción suficiente sobre herramientas de software, básica en el desarrollo de las tecnologías CAD/CAM, que se convierten en una fuente importante para la capacitación técnica.

Entre los resultados hallados para el sector metalmecánico del país, se destaca el estudio realizado por Romero “UN AVANCE DEL ESTUDIO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PAÍS”, donde establece que terminado el período de los años ochenta e inicio de los noventa, el sector metalmecánico colombiano comienza a interesarse sobre los temas de la tecnología incorporada al sector productivo de dichas empresas que hacen parte de ese gremio empresarial, se inicia entonces, el uso y aplicación de las tecnologías de diseño asistido por computador (CAD) y la manufactura asistida por computadora (CAM).

Las empresas del sector metalmecánico ubicadas en el departamento de Boyacá, viven en continua expectativa de desarrollo tecnológico para responder a los efectos de competitividad y crecimiento industrial. Estos aspectos empresariales son las razones por las que demandan de capacitación tecnológica continuada que les permita mantener indicadores de eficiencia y efectividad en el desarrollo de la actividad industrial.

Si estas empresas no propenden por un equilibrio tecnológico para responder a los efectos e impactos positivos y de oportunidades de competencia que generan los tratados de libre comercio, el departamento se mantendrá en un nivel de desarrollo no deseado para este sector económico. Al llegar a un estado similar en este sector económico se podrían tener eventos de desindustrialización, similares a los ocurridos en Latinoamérica durante los años 90 como lo expuso (Velosa, 2011).

Por otro lado, si los sectores económicos no están preparados para afrontar los cambios que se dinamizan dentro del contexto global, las industrias y en particular las del sector metalmecánico, corren el riesgo de desaparecer. Una de las causas de este evento podría ser la falta de implementación de planes de formación técnica enfocados a la capacitación y entrenamiento para el manejo de nuevas tecnologías.

Las instituciones de educación superior, están llamadas a soportar esta necesidad evidenciada, como partícipes del desarrollo industrial del departamento, razón por la cual nace como alternativa de solución, desde la Universidad de Boyacá, diseñar un plan de capacitación que permita responder a las necesidades de servicios en el Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD/CAM).

El presente estudio ofrece un componente importante como respuesta a la problemática manifestada y resumida como una gran oportunidad de desarrollo industrial del departamento de Boyacá. En tal sentido, la intencionalidad del estudio se encaminó a estimar los niveles de automatización y las necesidades de implementar tecnología, tendientes a formular un plan de capacitación en Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD/CAM), para las empresas del sector metalmeccánico, ubicadas en las ciudades de Tunja, Duitama y Sogamoso.

El logro de los objetivos planteados para el estudio y en particular la formulación del Plan de Capacitación, se convierten en un importante paso para enfrentar la problemática que muestran las empresas de este sector industrial, descrita y formulada en el marco de las expectativas de desarrollo de la región y referidas a la falta de instituciones en el departamento, que puedan ofertar programas específicos de capacitación en sistemas automatizados de producción (CAD/CAM), teniendo que acudir directamente a los proveedores de estos equipos de diseño y manufactura asistida por computador y a las capacitaciones ofrecidas por el SENA e institutos técnicos de Tunja, Duitama y Sogamoso.

Para dar cumplimiento al objetivo de diseñar un plan de capacitación, como una respuesta a la problemática planteada de las empresas del sector metalmeccánico del departamento, se tomó la información suministrada por uno de los proveedores de estos sistemas tecnológicos a las empresas que ya usan CAD/CAM (IMOCOM) y el apoyo de un docente de la Universidad de Boyacá, experto en el tema. Se propone que el plan sea desarrollado desde el Centro de Mecanizado Fresa y Torno de la Universidad de Boyacá y ofrecido a las empresas del corredor industrial del departamento.

El plan consta de una capacitación enmarcada por cuatro grandes temáticas enfocadas a cursos para Centro de Mecanizado y para Torno CNC, y estructurado en once ciclos o capítulos con un contenido teórico y práctico de entrenamiento, ya sea en la Universidad de Boyacá o en las empresas participantes que cuenten con centro de mecanizado y torno CNC. Se recomienda que el plan sea afinado y actualizado al momento de tomar la decisión de ofertar la capacitación.

Como resultados destacados de la investigación, vale indicar que en relación al nivel tecnológico de las empresas del sector metalmeccánico, se encontró que: 20 de las 77 empresas participantes ya cuentan con sistemas automatizados CAD/CAM y 35 manifestaron su intención de invertir en estos sistemas, una vez se evidencie una reactivación del sector metalmeccánico a nivel nacional y el resto de ellas, manifestaron no estar interesados en invertir, bajo criterios de altos costos y baja demanda de productos.

En un sentido prospectivo, las empresas industriales del sector metalmeccánico de Boyacá están llamadas a visualizar mercados que permitan una reactivación duradera en todas sus líneas económicas, con el desarrollo de productos y servicios de impacto global. De no propender por un cambio tecnológico en las empresas del sector metalmeccánico ubicadas en el corredor industrial de Boyacá, este

sector se mantendría en un nivel de desarrollo no deseado para el departamento, situación que podría llegar a desencadenar eventos de desindustrialización, similares a los ocurridos en Latinoamérica durante los años 90. Vale resaltar que cualquier estudio o propuesta en este sentido de reactivar los sectores económicos del departamento, deberá estar alineada con las directrices y planes gubernamentales establecidos, apoyados en la investigación, el desarrollo y la innovación para responder a los retos globales.

Como aporte investigativo del proyecto, vale resaltar que se desprenden otras investigaciones desde los semilleros del grupo LOGyCA de la Universidad de Boyacá, asociados a la población involucrada en esta investigación. Entre otros: “Metodología para implementar las 5’S en empresas del sector metalmecánico del corredor industrial de Boyacá” (finalizado); “Modelo de Gestión de la Rutina Diaria para las Pymes del sector metalmecánico ubicada en las ciudades de Tunja, Duitama y Sogamoso” (en desarrollo).

De acuerdo al planteamiento de Amargos (1999) en el proyecto “Formación Técnica y Profesional en América Latina” con respecto a las empresas innovadoras y formación para el trabajo, dice que se discute en los años recientes sobre los diferentes tipos de tecnologías: Tradicionales y modernas, blandas y duras; obsoletas y de punta, etc. Rolf (1999) por su parte, ofrece un interesante esquema sobre el significado de la nueva tecnología, la organización laboral y su relación con la formación.

Arnold Rolf, distingue entre Tecnología Industrial Tradicional (TIT) y la Nueva Tecnología Industrial (NTI). La primera se caracteriza según él, por la fabricación en grandes series; en NTI predomina la fabricación flexible; en la TIT, predomina la cadena de montaje y los ciclos largos de paso de materias primas por la fábrica. En las fábricas que utilizan la NTI, lo típico son los procedimientos computarizados¹, uso de robots, trabajo en equipo, producción “justo a tiempo”, entre otros sistemas de manufactura.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el desarrollo de la investigación, corresponde al método de análisis, entendido como un proceso del conocimiento que inicia por identificar y caracterizar cada uno de los componentes de la población involucrada, para establecer la relación de las causas que definen el nivel tecnológico asignado a cada empresa del sector metalmecánico, objeto de estudio.

¹ Por ejemplo, el CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, Diseño asistido por Computadora/Manufactura Asistida por Computadora). El CAD y la CAM están basados en la simplificación y racionalización de los puestos de trabajo y constituyen fases previas al CIM.

Por las características y componentes de la investigación propuesta, esta investigación se enmarca en línea de Investigación de Producción y Operaciones, establecida en el grupo LOGyCA, dado que los niveles de competitividad de las empresas involucradas, radican en la excelencia de sus servicios y en la calidad de sus procesos productivos.

El tipo de investigación con el cual se aborda el nivel del conocimiento, está definido como un estudio descriptivo. El estudio comprende la formulación del problema planteado en términos de las necesidades de capacitación tecnológica en las empresas que demandan servicios de Diseño y Manufactura asistida por computador, razón por la cual, se dio pie a una investigación que permitiera desarrollar programas continuados de capacitación tecnológica desde el Centro de Mecanizado Piloto, Fresa y Torno de la Universidad de Boyacá.

Para abordar la metodología planteada, se establecieron los criterios para operacionalizar las variables objeto de estudio dentro de la investigación, entendiendo este concepto como traducir la variable involucradas a indicadores, es decir, traducir los conceptos hipotéticos a unidades de medición.

Los objetivos específicos planteados para el estudio fueron: **Primer objetivo** “Identificar y clasificar según el tipo de industria, las empresas del sector metalmecánico que operan en el corredor industrial del departamento de Boyacá.” **Segundo objetivo** “Conocer el estado actual de implementación tecnológica en sistemas CAD/CAM y el nivel de capacitación en estas tecnologías para las empresas del sector metalmecánico de Boyacá.” **Tercer objetivo** “Caracterizar las empresas que demandan servicios de capacitación tecnológica en Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD/CAM),” y el **Cuarto objetivo** “Formular un plan de capacitación que permita suplir las necesidades identificadas en este sector industrial del Departamento”

Para el logro de los dos primeros objetivos específicos, se efectuó un análisis estadístico univariado, que consiste en analizar por separado cada una de las variables de acuerdo a la metodología planteada por Therese L. Baker, 1997.

Para el tercer objetivo, se aplicó el análisis bivariado entre las necesidades de capacitación y el tipo de industria, necesidades de capacitación y criterios de compra o renovación. Finalmente las necesidades de capacitación y expectativa e intenciones de invertir en CAD/CAM.

Para dar cumplimiento al cuarto objetivo, se organizó la información lograda en las tres etapas anteriores y dependiendo del análisis de los resultados, fue posible formular el Plan de Capacitación y Entrenamiento, desde el Centro de Mecanizado Fresa y Torno de la Universidad de Boyacá, para ser ofrecido a las empresas del corredor industrial del departamento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado, se presentan los resultados de cada uno de los análisis realizados para lograr los propósitos específicos del proyecto de investigación, definidos como: identificación y clasificación de las empresas del sector metalmeccánico, estado actual de implementación tecnológica en sistemas CAD/CAM, caracterización de las empresas que demandan servicios de capacitación y entrenamiento en sistemas CAD/CAM y como producto final la formulación de un plan de capacitación tecnológica en diseño y manufactura asistida por computador (CAD/CAM).

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR METALMECÁNICO

La identificación y clasificación de las empresas del sector metalmeccánico ubicadas en las ciudades de Tunja, Duitama y Sogamoso, se logró mediante la aplicación de una encuesta acompañada de entrevistas a la totalidad de las empresas anunciadas por la Cámara de Comercio de Duitama y consideradas como constituidas y registradas formalmente, en total 77 empresas.

Los resultados puntuales de la ubicación por ciudades de las empresas del sector metalmeccánico, se muestra en la figura 1, donde se destaca que este sector económico del departamento se desarrolla con mayor intensidad en la ciudad de Duitama y se convierte en la región de mayor expectativa para enfocar o dirigir las intencionalidades del proyecto en términos de capacitación tecnológica para las empresas que lo requieran, de acuerdo a los resultados del presente estudio.

Localización geográfica de las empresas del sector metalmeccánico en Boyacá

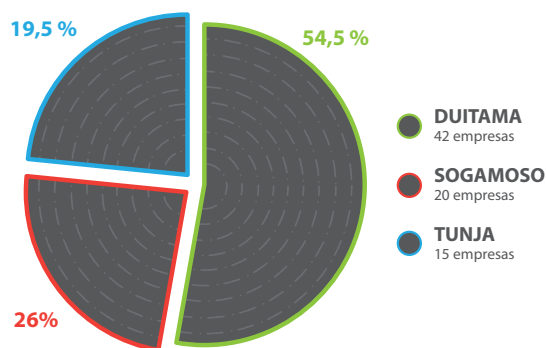


Figura 1. Localización geográfica de las empresas del sector metalmeccánico en Boyacá

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico (CAD/CAM)

Para establecer el tamaño de las empresas involucradas en el estudio, se utilizó la estructura propuesta en la clasificación reglamentada por la Ley 590 del año 2000 y modificada con la Ley 905 de 2004 que se conoce como Ley MYPIME.

De la tabla 1 se destaca, que las empresas involucradas en el estudio se agrupan en el sector de la microempresa con un 60% y pequeña empresa en un 27%. Para los fines del proyecto, no se incluyeron las grandes siderúrgicas del departamento por el enfoque de productos y servicios de esas empresas ya que van dirigidos en su mayoría al consumo interno. La fábrica militar INDUMIL por sus características de empresa del estado y por la misma razón del enfoque de su producción tampoco fue incluida. Esta fue una decisión propia de los autores.

TAMAÑO DE EMPRESA	FRECUENCIA (EMPRESAS)	PORCENTAJE
Microempresa	46	59,7%
Pequeña empresa	21	27,3%
Mediana empresa	9	11,7%
Gran empresa	1	1,3%
Total	77	100%

Tabla 1. Tamaño de las empresas según la clasificación, Ley 905 de 2004

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmecánico (CAD/CAM)

Frente al tipo de industria al que pertenecen estas empresas, en la figura 2, se indica la participación de cada renglón industrial del sector metalmecánico, donde un poco más de la mitad (57%) de las empresas desarrollan actividades de mecánica industrial, convirtiéndose en el renglón de mayor actividad dados los mercados de productos y servicios que se generan para atender otros renglones regionales del sector metalmecánico, predominando el maquinado de piezas y el ensamble y montajes como las actividades de mayor demanda en este sector.

El sector carrocerero muestra gran importancia, dado que corresponde a una cuarta parte de las empresas del sector metalmecánico ubicado en su totalidad en la ciudad de Duitama.

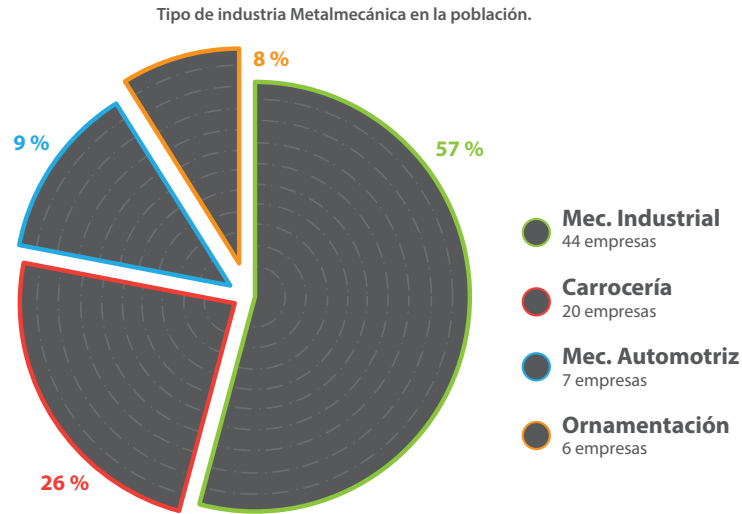


Figura 2. Tipo de industria Metalmecánica en la población.

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmecánico (CAD/CAM)

ESTADO ACTUAL DE IMPLEMENTACIÓN TECNOLÓGICA EN SISTEMAS CAD/CAM

Para conocer el estado actual de implementación tecnológica en las empresas del sector metalmecánico ubicadas en Tunja, Duitama y Sogamoso, fue preciso identificar los componentes de la estructura de empresa, iniciando desde las materias primas que utiliza, maquinaria, equipos, herramientas y los sistemas de control de calidad que actualmente se tienen implementados.

Dentro de este análisis de diagnóstico de la situación tecnológica, se estudiaron los niveles de utilización de sistemas automatizados de producción y en particular la utilización de sistemas de diseño y manufactura asistida por computador CAD/CAM.

En la figura 3 se muestra el peso que tiene la utilización de los diferentes materiales en la población de empresas participantes del censo, en total 77 empresas. De acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada respecto al tipo o clase de materias primas utilizadas, se encuentra que el 95% utilizan materiales ferrosos y no ferrosos ya procesados. Los bloques metálicos y perfiles metálicos mantienen una participación del 60% en la utilización de estas materias primas en el sector industrial. Este tipo de materias primas es básico en los procesos de torno y maquinado, material importante para el proceso de Mecánica Industrial, sector preferente para los sistemas CAD/CAM.

Una alta utilización de láminas de acero en los procesos del sector metalmeccánico deja ver el gran uso de esta materia prima en el sector carrocerero en particular y en el sector de ornamentación. Se destaca el alto uso de otras materias primas para sus procesos.

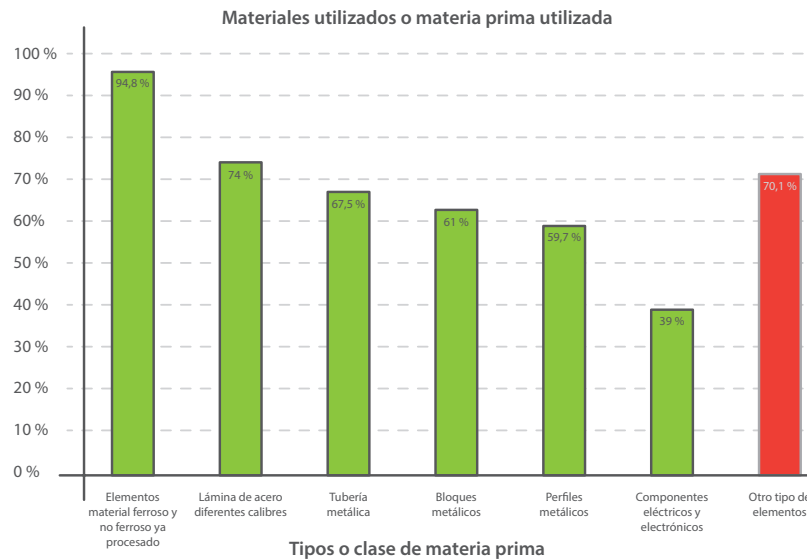


Figura 3. Tipos de materias primas utilizadas frente al total de empresas estudiadas

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico (CAD/CAM)

Se indagó también el tipo de maquinaria y equipos que actualmente utilizan dichas empresas. Este factor permitió ver la precisión y calidad con que se obtienen los productos y servicios para atender los mercados regional, nacional o extranjero cumpliendo las necesidades de cantidad, calidad y oportunidad, definidos para cada uno de ellos.

Este punto es relevante en la investigación, al mirar que la utilización de torno CNC y de centros de mecanizado es bajo frente al nivel de automatización de las empresas objeto de estudio, como se ilustra en la figura 4.

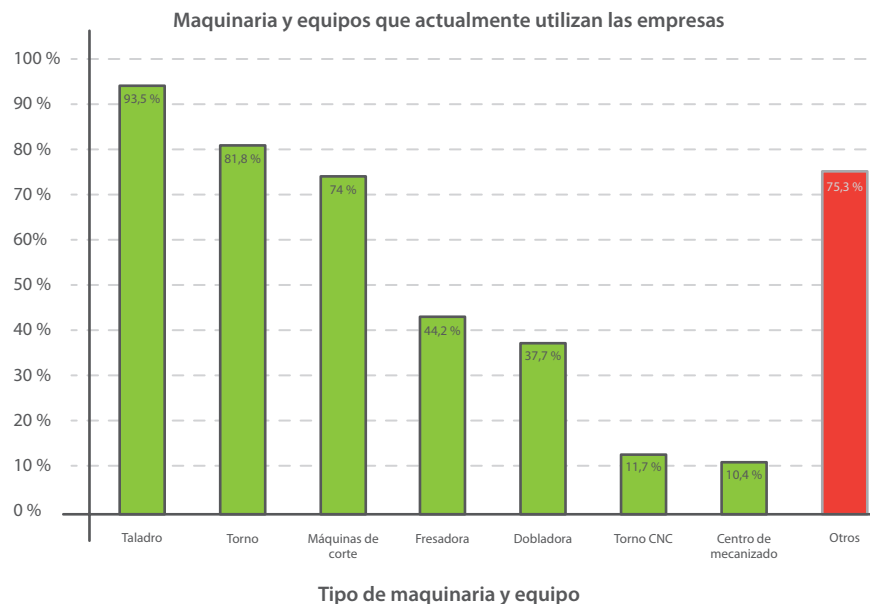


Figura 4. Tipos de maquinaria y equipos utilizadas, frente al total de empresas estudiadas.

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmecánico (CAD/CAM)

ESTADO ACTUAL DE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Para medir el nivel de automatización, se requiere saber cuántas de las 77 empresas utilizan o tienen implementados algún tipo de sistema de producción automatizado en sus líneas de producción.

Empresas que tienen implementados sistemas automatizados de producción

Los resultados de esta pregunta se muestran en la tabla 2, donde se puede ver que alrededor de una cuarta parte de las empresas participantes del estudio, cuenta con sistemas automatizados en sus líneas de producción. Estas **20 empresas (26%)** en particular, atienden mercado nacional y para otras grandes empresas de la región, donde las exigencias de calidad y demanda de productos son relativamente altas.

Se resalta que el 56% del total de las empresas encuestadas (77), manifestaron que no han adquirido, por el momento, nuevas tecnologías para sus líneas de producción, en razón al estancamiento de este renglón.

También indicaron que por el momento no existe un mercado suficiente para invertir en esta tecnología y poder mirar en forma financieramente atractiva esta automatización de procesos productivos, teniendo en cuenta los altos costos de una posible automatización, pero no descartan que una vez se reactive el sector, vale la pena mirar esta posibilidad de adquirir tecnología.

UTILIZACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS	FRECUENCIA (EMPRESAS)	FRENTE AL TOTAL DE EMPRESAS (77)
Sí	20	26,0%
No	56	72,7%
NS/NR	1	1,3%
Total	77	100,0%

Tabla 2. Utilización de sistemas automatizados de producción

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmecánico (CAD/CAM)

Se encontró que el sistema que más se tiene implementado corresponde al diseño asistido por computador CAD (95% de quienes usan estos sistemas) y el 50% utiliza sistemas de manufactura asistida por computador CAM.

Por otra parte, el 40% de estas empresas manifestaron tener proveedores nacionales y el resto proveedores internacionales. Así mismo, se destaca que solo 3 de estas 20 empresas han mantenido estos sistemas por más de 10 años y han venido renovando licencias continuamente. Al momento de pensar en la renovación de licencias o adquisición de nuevas tecnologías, las empresas manifestaron que los dos criterios más importantes son los requerimientos de mercados y la capacidad de producción.

Empresas que no tienen implementados sistemas

De la misma tabla 2, se encuentra que quienes aún no mantienen este tipo de sistemas automatizados de producción en sus procesos corresponde al 72.7% de las empresas participantes, pero vale destacar que 35 de ellas manifestaron su intención de invertir en estos sistemas, pero advierten que lo harían una vez se evidencie una reactivación comercial del sector. Según ellos no han invertido en razón al estancamiento del sector a nivel regional y nacional.

CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS QUE DEMANDAN SERVICIOS DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO EN SISTEMAS (CAD/CAM)

Para la caracterización de las empresas que demandan servicios de capacitación y entrenamiento en sistemas (CAD/CAM), se utilizó el mismo instrumento de encuesta para medir el nivel de capacitación tecnológica actual en las empresas.

Este análisis se dividió en dos importantes momentos. En primer lugar, se analizaron los factores referidos al nivel de escolaridad y apoyo recibido por las 20 empresas que manifestaron tener implementados sistemas automatizados de producción CAD/CAM, el mismo análisis de resultados fue realizado a las 35 empresas que a pesar de no tener implementados estos sistemas en sus líneas de producción, manifestaron sus expectativas de invertir en sistemas de CAD/CAM.

En la tabla 3, se muestra el nivel de escolaridad que las empresas mantienen para sus operarios, siendo el nivel de Técnicos el más representativo.

NIVEL DE ESCOLARIDAD USUARIOS DE CAD/CAM	FRECUENCIA (EMPRESAS)	FRENTE AL TOTAL 20 EMPRESAS
Técnico	20	100,0%
Especializado (tecnólogo)	13	65,0%
Profesional	16	80,0%
Otro	13	65,0%

Tabla 3. Nivel de escolaridad de las 20 empresas que actualmente manejan sistemas automatizados CAD/CAM.

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmecánico (CAD/CAM)

La capacitación de quienes ya tienen implementados sistemas CAD/CAM y la capacitación para quienes manifestaron expectativas de invertir en ellos, la prefieren desde el SENA, las Universidades y de los proveedores. Pero también manifestaron que prefieren una capacitación de tipo nacional por la confianza que genera este tipo de entrenamiento y por costos, solo lo harían en capacitación fuera del país si la tecnología lo requiere.

En un segundo momento, y para caracterizar las empresas que demandan servicios de capacitación tecnológica (CAD/CAM), se realizó un análisis Bi-variado, tanto para las empresas que ya usan estos sistemas como para quienes, aunque no los tienen implementados y que muestran intención de invertir en ellos, con el ánimo de identificar si existía asociación entre las variables de: necesidad de capacitación y el tipo de industria, necesidad de capacitación y utilización de estos sistemas, necesidad de capacitación y criterios de compra o renovación. De este análisis se pudo deducir que no existía asociación directa entre las necesidades de capacitación y alguna de estas variables.

Vale destacar que las necesidades de capacitación frente al tipo de industria que se desarrolla en el sector metalmeccánico, muestra que Mecánica industrial corresponde a la actividad que más demanda capacitación tecnológica en sistemas CAD/CAM, sin dejar de lado la importante demanda mostrada por el sector carrocerero, como se muestra en la figura 5.

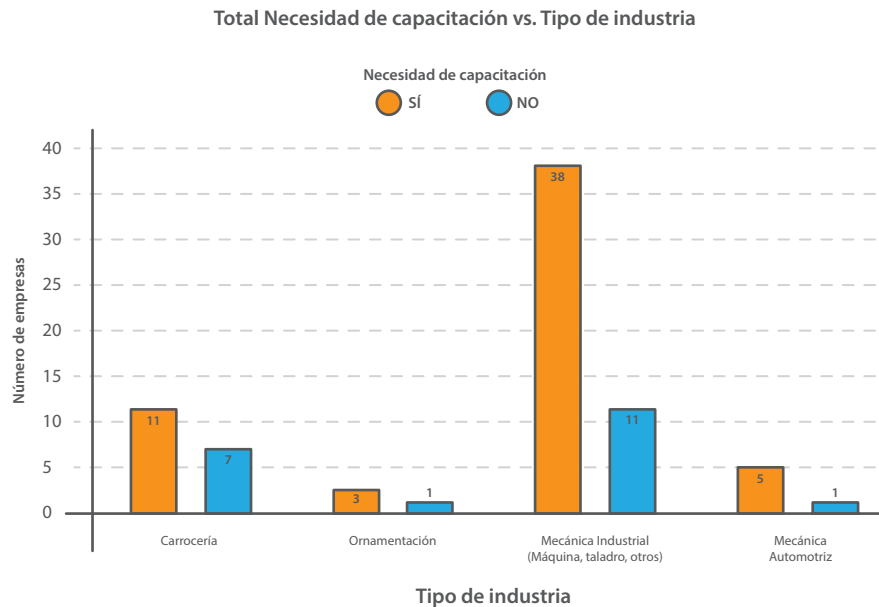


Figura 5. Necesidades de capacitación frente al tipo de industria.

Fuente: Elaboración propia basados en la Encuesta, Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico (CAD/CAM)

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE CAPACITACIÓN TECNOLÓGICA EN DISEÑO Y MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADOR (CAD/CAM)

Por los resultados de esta investigación, se encontró pertinente formular un plan de capacitación, que responda a los retos de producción del sector metalmeccánico del departamento de Boyacá, bajo la implementación de sistemas automatizados de producción en las diferentes empresas, entre ellos los sistemas CAD/CAM, como soporte de la ingeniería asistida por computador CAE y que se convierten en las mejores herramientas para enfrentar la reactivación de este sector metalmeccánico a nivel nacional.

Este plan de capacitación y entrenamiento, se diseñó teniendo en cuenta la infraestructura que actualmente posee la Universidad de Boyacá, en relación a equipos, software y personal calificado para la operación, capacitación y acompañamiento dirigido en el manejo de estos sistemas CAD/CAM. De igual forma se esperaría que la capacitación responda a las expectativas mostradas en la etapa de diagnóstico.

El propósito del plan de capacitación, es estructurar los componentes requeridos de los sistemas automatizados CAD/CAM para desarrollarlos mediante la formación teórico-práctica y entrenar en herramientas para el diseño y manufactura de piezas metalmeccánicas a profesionales, técnicos y operarios de las empresas del sector metalmeccánico de Boyacá.

ESTRUCTURA DEL PLAN DE CAPACITACIÓN

La capacitación que se pretende ofertar desde la Universidad de Boyacá a las empresas del sector metalmeccánico del departamento, identificadas en el presente estudio, estaría estructurada bajo dos grandes temáticas o ciclos temáticos que permitan cubrir el área del Diseño y Manufactura Asistida por Computador CAD/CAM y manejo de los equipos y software, aprovechando los componentes y personal experto con que actualmente cuenta la Universidad.

Para el diseño y programación general de las temáticas definidas, se sugiere, lograr una alianza estratégica de apoyo con los proveedores de equipos y software (para este caso con IMOCOM), no se descarta tener en cuenta apoyo temporal del SENA mediante convenio, esto con el propósito de lograr soportes técnicos para el seguimiento de cada uno de los módulos que apliquen en el presente plan de capacitación que se está presentando.

Los temas que conforman el plan de capacitación se encuentran resumidos en 11 módulos, agrupados en las siguientes cuatro temáticas:

Temática 1: Curso integral de mecanizado con énfasis en Torno y Fresadora convencional

Temática 2: Mecanizado de piezas con énfasis en centro de mecanizado CNC

Temática 3: Mecanizado de piezas con énfasis en torno CNC

Temática 4: Diseño en Modelado, Troqueles y Reductores de velocidad. Aplicación CAD

CONCLUSIONES

El nivel de automatización y las necesidades de implementación y capacitación tecnológica en sistemas CAD/CAM de las empresas ubicadas en Tunja, Duitama y Sogamoso, presenta un estancamiento temporal, debido a las expectativas de reactivación del mercado regional y nacional. A pesar de esto, los industriales mantienen la intención de invertir en tecnología, una vez se reactive este sector económico, como se encontró en la exploración realizada a las empresas participantes.

Frente a la identificación y caracterización de las empresas del sector metalmecánico ubicadas en las ciudades participantes, se puede decir que el 54,5% de ellas se encuentran ubicadas en Duitama, mientras que el resto de las empresas se encuentran: 26,0% en Sogamoso y 19,5% en Tunja, situación que permitió ubicar la zona geográfica de mayor desarrollo industrial del departamento y a la cual se dirigieron las expectativas del proyecto.

Al analizar el tamaño de las empresas, vale destacar que el 60% de esta población corresponde a microempresas. Para los fines del estudio, no se incluyeron las grandes siderúrgicas del departamento ni la industria militar INDUMIL, ya que se consideró que la fabricación de repuestos u otros productos similares a las empresas del estudio, era dirigida a consumo interno. Sin embargo, se advierte que serán tenidas en cuenta como posible demanda para el plan de capacitación, esta fue una decisión propia de los autores.

En relación al tipo de industria a la que pertenecen estas empresas, se encontró que la mitad de ellas se dedica a la mecánica industrial, una cuarta parte pertenece al sector carrocerero (localizado en su totalidad en Duitama) y el resto de empresas corresponde al sector de mecánica automotriz y ornamentación. Todas las empresas atienden mercados regionales y nacionales, solo dos empresas exportan sus productos a países cercanos como Panamá, Venezuela y Ecuador.

Frente al estado actual de implementación tecnológica CAD/CAM, se encontró que una cuarta parte de esta población (20 empresas), cuenta con sistemas automatizados en sus procesos de producción, pero se encontró que 35 empresas que no usan estos sistemas, estarían interesadas en invertir, una vez se visualice una reactivación de mercados del sector metalmecánico.

Frente a las necesidades de capacitación tecnológica en sistemas CAD/CAM, se puede afirmar que la totalidad de quienes ya cuentan con estos sistemas tecnológicos están de acuerdo con iniciar una capacitación a su personal, al igual de las empresas que mantienen la intención de invertir en estas tecnologías.

RECOMENDACIONES

En primera instancia, se recomienda a las entidades de cada una de las ciudades involucradas en el estudio, adelantar proyectos de innovación tecnológica que les permita reaccionar positivamente a los mercados, mediante el desarrollo de proyectos de alto impacto apoyados en la Ingeniería asistida por computador CAE y aplicar directamente en nuevos mercados a corto y mediano plazo para el sector metalmecánico, desde lo regional o local y que repliquen al ámbito nacional y global.

En complemento a la propuesta anterior, es de vital importancia desde ya ofertar espacios de capacitación tecnológica en paralelo a las actividades de investigación, desarrollo e innovación desde las instituciones de preferencia (Universidades, Proveedores y el SENA). Dirigida esta capacitación tanto para las empresas que ya cuentan con sistemas automatizados de producción, como para las que mostraron la intención de incorporarlos en sus líneas productivas.

En tal sentido, durante el año 2014 se desarrolló una investigación por parte de estudiantes del Semillero LOGyCA del Programa de Ingeniería Industrial, enfocado al diseño de un Modelo de las 5'S para ser implementado posteriormente en estas Empresas. Así mismo, para el año 2015, se desarrollará un estudio de investigación por parte de otros estudiantes del mismo grupo de investigación, relacionado con la Metodología de la Rutina Diaria, con el objeto de apoyar la mejora continua y niveles de productividad en las empresas del sector metalmecánico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARGÓS, OSCAR, (1999), consultor de la Unidad de Desarrollo Industrial y Tecnológico de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial, en el marco del proyecto “Formación Técnica y Profesional en América Latina”, implementada por la CEPAL y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), con el apoyo del Gobierno de la República Federal de Alemania.
- ARNOLD, ROLF (1999), Cambios Tecnológicos y Organizativos en la Formación Profesional en Sociedades Europeas. En Formación y Empresa. Labarca, G. Coordinador. Montevideo: Cinterfor.
- BAKER, T. L. (1997). Doing Social Research, 2ª. Ed. Mc Graw-Hill. US.
- ESPINOZA, BUSTOS. Ricardo (2008). Optimización del diseño de bancada para máquina herramienta de aplicación especial. [Resumen] Tesis de maestría publicada. Instituto Politécnico Nacional, Querétaro, México.
- FLÓREZ, Alejandro, RODRÍGUEZ, Juan Pablo (2006). Medición del grado de implementación de los sistemas CAD/CAM/CAE en la industria de Medellín y su área metropolitana. Trabajo de grado para título de Ingeniero de Producción, Universidad EAFIT, Medellín
- KATZ, JORGE, editor. CEPAL/IDRC-Alianza Editorial, Buenos Aires 1996.
- PLAN REGIONAL DE BOYACÁ 2008 - 2032, Consejo de Gobierno, Comisión Regional de Competitividad.
- REPORTE INDUSTRIAL de (2009), http://maximixe.com/ie/rr_sectoriales.php, consultado octubre de 2010.
- ROMERO. Carlos Alberto. (2004). UN AVANCE DEL ESTUDIO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL PAÍS. Scientia Et Technica, vol. X, núm. 26, diciembre, 2004, pp. 67-72, Universidad Tecnológica de Pereira Colombia.
- VELOSA GARCÍA JOSÉ DIVITT EDWARD. (2011). Aproximación de Modelo Metodológico sobre Capacidad Tecnológica para las Pymes del Sector Metalmecánico Colombiano. Universidad Nacional de Colombia.

