

**EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL SECTOR  
METALMECÁNICO DEL VALLE DEL CAUCA ASOCIADAS AL USO DE  
TECNOLOGÍAS INTENSIVAS**

**LAURA ISABEL CHICA  
JHONATAN ANDRES TAPIA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
2020**

**EVALUACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL SECTOR  
METALMECÁNICO DEL VALLE DEL CAUCA ASOCIADAS AL USO DE  
TECNOLOGÍAS INTENSIVAS**

**LAURA ISABEL CHICA  
JHONATAN ANDRES TAPIA**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
M.Sc. Ing. JAIRO GUERRERO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
2020**

# CONTENIDO

|  | pág.      |
|--|-----------|
| <b>Glosario .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Resumen.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Introducción .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>1 Contexto, Formulación y Justificación del Problema .....</b>  | <b>11</b> |
| 1.1 Contexto .....   | 11        |
| 1.2 Formulación del Problema .....   | 14        |
| 1.3 Justificación .....  | 14        |
| <b>2 Objetivos .....</b>   | <b>15</b> |
| 2.1 Objetivo del Proyecto.....   | 15        |
| 2.2 Objetivos Específicos.....   | 15        |
| 2.3 Entregables.....   | 15        |
| <b>3 Marco de Referencia .....</b>   | <b>16</b> |
| 3.1 Antecedentes o Estudios Previos .....  | 16        |
| 3.2 Marco Teórico.....   | 18        |
| 3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto .....  | 22        |
| <b>4 Metodología .....</b>   | <b>23</b> |
| 4.1 Primer objetivo .....  | 23        |
| 4.2 Segundo Objetivo .....   | 23        |
| 4.3 Tercer objetivo .....  | 24        |
| <b>5 Resultados .....</b>  | <b>26</b> |
| 5.1 Métodos de medición del nivel tecnológico.....   | 26        |
| 5.2 Caracterizar el sector metalmeccánico de acuerdo con los indicadores<br>asociados a la implementación de tecnologías intensivas..... | 32        |
| 5.2.1 Colombia en el mundo. ....   | 32        |
| 5.2.2 Análisis estadístico del comportamiento del sector metalmeccánico<br>colombiano. ....  | 36        |
| 5.2.3 Caracterización del sector metalmeccánico del Valle del Cauca. ....  | 38        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 5.3      | Evaluar escenarios posibles teniendo en cuenta las oportunidades y riesgos que enfrenta el sector metalmecánico vallecaucano..... | 40        |
| 5.3.1    | Sondeo a empresas metalmecánicas de Cali. ....  | 40        |
| 5.3.2    | Plan de trabajo. ....   | 41        |
| 5.3.3    | Evaluación de oportunidades y riesgos.....  | 42        |
| <b>6</b> | <b>Conclusiones.....</b>  | <b>44</b> |
| 6.1      | Primer objetivo.....  | 44        |
| 6.2      | Segundo Objetivo.....   | 44        |
| 6.3      | Tercer Objetivo.....  | 45        |
| 6.4      | Objetivo general.....   | 45        |
| <b>7</b> | <b>Recomendaciones.....</b>   | <b>46</b> |
| <b>8</b> | <b>Bibliografía.....</b>  | <b>47</b> |
| <b>9</b> | <b>Anexos.....</b>  | <b>51</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Figura 1: Industria metálica. Adaptado de (Departamento Nacional de Planeación [DPN], s.f). Elaboración propia.....   | 11          |
| Figura 2: Importancia de la producción metalmecánica del Valle del Cauca, Colombia y Latinoamérica. Adaptado de (ProColombia, 2016). Elaboración propia. .... | 13          |
| Figura 3: Métodos y técnicas para el diagnóstico organizacional. Adaptado de (Labarca, 2007). Elaboración propia. ....  | 21          |
| Figura 4: Ecuación de regresión lineal múltiple. Elaboración propia. ....   | 37          |
| Figura 5: Importación vs. Exportación del sector metalmecánico vallecaucano. Adaptado de (Cámara de Comercio de Cali, 2018). Elaboración propia. ....         | 39          |
| Figura 6: Matriz DOFA. Elaboración propia. ....   | 43          |

## LISTA DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1: Estrategias para el fortalecimiento del sector. ....                                      | 17          |
| Tabla 2: Expresiones de la productividad. ....   | 19          |
| Tabla 3: Check list criterios de elección de información. ....                                     | 26          |
| Tabla 4: Ponderación de niveles tecnológicos del sector metalmeccánico. ....                       | 28          |
| Tabla 5: Métodos de medición. ....   | 31          |
| Tabla 6: Comparación entre países. ....  | 35          |
| Tabla 7: Histórico de variables relacionadas con la implementación de tecnologías intensivas. .... | 36          |
| Tabla 8: Modelos de regresión con diferentes combinaciones de variables. ....                      | 37          |

## LISTA DE ANEXOS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Anexo 1: Análisis de regresión: Y vs. X1; X2; X3; X4; X5; X6 .....        | 51          |
| Anexo 2: Encuesta sobre la implementación de tecnologías intensivas. .... | 52          |
| Anexo 3: Resultados relevantes de la encuesta. ....                       | 54          |

## **GLOSARIO**

**TECNOLOGÍAS INTENSIVAS:** Representa la centralización de una amplia variedad de habilidades y especializaciones en un único cliente, requiere aplicar, parcial o completamente, todas las aptitudes potencialmente necesarias, de acuerdo con la combinación correcta que exija el caso o proyecto individual.

**ACUMULADORES:** Dispositivo que almacena energía por procedimientos electroquímicos y de la que se puede disponer en forma de electricidad.

**LAMINACIÓN DE ACERO:** Último paso en la fabricación del acero y consiste en la deformación plástica de los lingotes o semiproductos de acero.

**ACEROS LARGOS:** Productos obtenidos por laminación en caliente de palanquillas, pueden presentarse en forma de rollo o rectos.

## RESUMEN

El sector metalmecánico colombiano es un eslabón clave de la industria manufacturera, ya que se encarga de la transformación y comercialización de productos derivados de las industrias básicas de hierro, acero y metales no ferrosos, además de ser proveedor de materias primas para otros sectores tales como construcción, transporte, automotriz, entre otros. Este sector ha sido perfilado como de alto crecimiento en el departamento del Valle del Cauca, gracias al crecimiento de las exportaciones, el liderazgo de productos fabricados y comercializados, así como el posicionamiento de importantes empresas en la región. Sin embargo, actualmente el sector no puede suplir la demanda de acero en el país, lo que conlleva a que las importaciones incrementan, poniendo en riesgo a las empresas nacionales, y llevándolas a generar estrategias para permanecer en el mercado de manera competitiva.

Por ello, en este proyecto se propone una metodología que permite determinar si las empresas pertenecientes al sector metalmecánico en el departamento del Valle del Cauca tienen una oportunidad de mejora al incrementar el uso de tecnologías intensivas, estableciendo las demás variables que afectan su rendimiento, para proponer con ello un plan de mejora.

Entre los resultados más relevantes del proyecto se encuentra que algunas de las variables más significativas a la hora de determinar el nivel tecnológico en una empresa metalmecánica son la inversión en proyectos relacionados con las tecnologías de la información y comunicación, la mano de obra calificada, el mercado laboral, el crecimiento de las compañías innovadoras, inversión en proyectos I&D, y la capacidad innovadora. De estas variables se obtiene que la inversión en investigación y desarrollo junto con la obtención de personal capacitado son las variables que influyen en mayor medida en la producción bruta del sector.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del proyecto es evaluar las oportunidades de mejora asociadas al uso de tecnologías intensivas del sector metalmeccánico del Valle de la Cauca, debido a que este se trata de un sector sumamente importante para la economía colombiana, el cual actualmente y desde hace varios años atraviesa por retos para seguir vigente en el mercado al que se enfrenta. Por ello se ha hecho necesario el desarrollo de estrategias que permita a las empresas pertenecientes al sector metalmeccánico aumentar su competitividad.

Se desarrolla una metodología enmarcada en identificar los factores que han influido en el desarrollo del sector en el exterior, caracterizar al sector metalmeccánico del país y el departamento del Valle del Cauca en relación con la implementación de tecnologías intensivas, estableciendo indicadores y su relación con la producción mediante modelos de regresión lineal simple y múltiple, para finalmente proponer un plan de trabajo que le permita a las organizaciones mejorar sus resultados de acuerdo a sus características, el entorno comercial en el que se encuentran y sus propios intereses.

# 1 CONTEXTO, FORMULACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

## 1.1 Contexto

El sector metalmeccánico hace parte de la industria metálica, y se encarga de transformar el producto terminado de las industrias básicas de hierro, acero y metales no ferrosos, en insumos y materias primas para otras industrias como la automotriz, construcción, transporte, comunicaciones, entre otras (Figura 1). Por otra parte, de acuerdo con el Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA] (2012) las pymes del sector metalmeccánico se encuentran organizado en esquemas de subcontratación, llevando a cabo la producción de piezas, máquinas o proyectos de ingeniería específicos. Debido a que, entre otras cosas, no cuentan con la capacidad para producir grandes volúmenes de piezas o maquinaria, y por ende se ocupan de la creación o el apoyo de proyectos, que no requieren de procesos ni productos estandarizados, son específicos y de acuerdo con las necesidades de los clientes.



**Figura 1: Industria metálica. Adaptado de (Departamento Nacional de Planeación [DPN], s.f). Elaboración propia.**

El sector colombiano al año 2016 de acuerdo con DATLAS (2016) estaba compuesto por alrededor de 8.181 empresas dedicadas a actividades metalmeccánicas, donde la proporción dominante son las empresas dedicadas a la comercialización, las cuales suman el 68% del tejido empresarial, seguido de las dedicadas a la transformación las cuales componen el 24,5%, y finalmente los proveedores de insumos con el 7,5%. Sin embargo, en cuanto a exportaciones se refiere, la extracción de materia prima relacionada al eslabón de proveedores de insumos concentra la mayor actividad exportadora (49,98%), seguido de la comercialización (26,27%), y la transformación (23,75%).

Al año 2018 el sector aumentó sus exportaciones en un 8,7% respecto al año anterior, comercializando a diferentes países como Estados Unidos, Ecuador, China, Perú, entre otros, destacándose en la exportación de materiales eléctricos, calderas, máquinas y partes (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2019). Por esto, es considerado uno de los más grandes sectores en el país, con gran proyección y crecimiento, consolidándose como industria enormemente productiva y una cadena exportadora.

Particularmente en el Valle del Cauca, Bogotá y Antioquia se concentran el 77% de las empresas de todo el sector metalmeccánico. Donde también se mantiene el tejido empresarial para las pequeñas, medianas y grandes empresas, siendo la comercialización la actividad que predomina. El Departamento del Valle representó el 15,7% de las exportaciones metalúrgicas del país en los primeros diez meses del 2018, registrando un crecimiento anual del 13.2% entre 2013 y 2017, posicionándose como líder a nivel nacional de acumuladores y baterías eléctricas, y convirtiéndose en sede de varias compañías importantes pertenecientes al sector como lo son Fanalca S.A, SIDOC, MAC - Johnson Controls, Geardu - Diarco, entre otras (Cámara de Comercio de Cali, 2018).

Si bien el panorama de las exportaciones del sector parece positivo, del mismo modo las importaciones van en aumento, mientras en el 2011 el país importaba el 63% del acero consumido, al año 2014 esta cifra alcanzó el 69% (Cedetrabajo, 2016). En cuanto a aceros laminados, el país aumentó las importaciones en un 13% del año 2017 al 2018, ocupando el segundo lugar en Latinoamérica en cuanto a importaciones de laminados, y registrando durante ese mismo periodo un incremento del 21% en importaciones de aceros largos, y 28% en acero para concreto (ANDI, 2018). Debido a esto y a los diversos tratados comerciales realizados por Colombia como el TLC, que permiten el ingreso de productos económicos y de mayor calidad al mercado nacional, procedentes de países altamente productivos como lo es Estados Unidos y China, se presenta un malestar general en diferentes sectores manufactureros y especialmente en el sector metalmeccánico.



**Figura 2: Importancia de la producción metalmeccánica del Valle del Cauca, Colombia y Latinoamérica. Adaptado de (ProColombia, 2016). Elaboración propia.**

Dado que, por ejemplo, en la Ciudad de Cali se encuentran pymes como lo son Ingemetal, Ingemanc, Payán & Cia Ltda., Consermet, Herrajes Andina S.A.S, Metálicas & Estructuras S.A.S, Inproservca S.A.S, Imrecol, entre muchas otras, que trabajan en proyectos o servicios, su mercado se ve altamente amenazado, puesto que, tales empresas no tienen la capacidad productiva para satisfacer la demanda actual de acero, la cual en Colombia, entre el 2011 y el 2015 aumentó en 60.000 toneladas mientras la producción disminuyó en 108.000 toneladas (Cedetrabajo, 2016). Al igual que dos de los principales productos de la industria de acero del país, el acero para concreto y alambrcn los cuales representan el 88% de la producción nacional y experimentaron caídas en su producción del 7% y 26% respectivamente, entre el año 2017 y 2018 (ANDI, 2018). Dejar este “espacio” en el mercado del país, permite a las potencias productivas extranjeras incrementar gradualmente su participación en el mercado nacional, disminuyendo la participación de las empresas colombianas, llegando inclusive a provocar su desaparición, por ende, se ven forzadas a encontrar formas de ser más competitivas. Una de las estrategias más usadas es la inversión en tecnología, pero esta es a su vez una gran dificultad, puesto que existe por parte de algunas empresas desconfianza a la hora de invertir en estas nuevas tecnologías. Sánchez Castro, Molina G., & Arenas G (2009) afirman que en el caso del análisis del sector en Pereira “tan sólo un 26,7% de las empresas toma una decisión constante con el fin de invertir en tecnología, y un 53.4% no le dan una valoración a esta en términos de costo - beneficio por considerarlas riesgosas” (p.101). Estas dificultades pueden deberse a que

actualmente el sector sigue la tendencia hacia la Industria 4.0, incluyendo las tres vertientes de la industria, la interoperabilidad, automatización y tecnología aditiva. Del mismo modo, en la Feria Taiwán International Machine Tool Show llevada a cabo el año 2018, se presentaron algunos de los avances tecnológicos en el sector, donde se apunta a las bases y principios de la Industria 4.0 no solo en la fabricación de herramientas y maquinaria, sino también en cuanto al desarrollo de sistemas de control (Luna, 2018).

Lo anterior da como resultado que la adopción de este tipo de tecnologías resulte un reto para empresas metalmecánicas del departamento del Valle, ya que además de requerirse el desarrollo de capacidades y conocimiento para implementarlas, las pymes al encontrarse enmarcadas en esquemas de subcontratación requieren de maquinaria diversa para suplir las necesidades de los diferentes proyectos, por lo que asumir los altos costos de inversión por maquinaria que no cumpla sus múltiples necesidades no resulta muy rentable en estos casos.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Las empresas del sector metalmecánico en el departamento del Valle del Cauca tienen una oportunidad de mejora en su competitividad al incrementar el uso de tecnologías intensivas a lo largo de sus procesos productivos?

## **1.3 Justificación**

Actualmente existe una sobreproducción de aceros y productos laminados en el mundo que inunda los mercados de los países poco o medianamente productivos “amenazando” consigo a las empresas nacionales. Sumado a esto, la relación precio-calidad de los productos importados versus los nacionales es mucho mayor, lo que convierte al mercado colombiano en un objetivo primordial de comercialización para los países potencia. Lo anterior se ve claramente evidenciado en el crecimiento del 13% en importaciones entre los años 2017 y 2018, posicionando a Colombia como el segundo país más importador de aceros laminados en Latinoamérica (ANDI, 2018). Entonces, a pesar de las dificultades, el sector metalmecánico como cualquier otro sector tiene total interés en permanecer vigente en el tiempo, buscando oportunidades de mejora para lograr aumentar su competitividad.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

Evaluar las oportunidades de mejora asociadas al uso de tecnologías intensivas del sector metalmeccánico del Valle de la Cauca.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar métodos de medición del nivel tecnológico en el sector metalmeccánico o afines.
- Caracterizar el sector metalmeccánico de acuerdo con los indicadores asociados a la implementación de tecnologías intensivas.
- Evaluar oportunidades y riesgos del sector metalmeccánico vallecaucano en relación con la implementación de tecnologías intensivas.

### **2.3 Entregables**

- Métodos de medición documentados.
- Tabla comparativa entre Colombia y diferentes países del exterior.
- Análisis estadístico de las variables que influyen en el aumento de competitividad.
- Análisis del comportamiento competitivo del sector metalmeccánico del valle del cauca.
- Modelo de encuesta sobre implementación de tecnologías intensivas.
- Plan de trabajo sobre oportunidades de mejora.
- Matriz DOFA.

### 3 MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Antecedentes o Estudios Previos

En el país se han llevado a cabo diversas investigaciones relacionadas con la evaluación del nivel tecnológico en el sector metalmecánico, una de estas corresponde a la realizada por Cordoba (1991) cuyo propósito fue determinar el nivel y el potencial tecnológico de 150 empresas metalmecánicas ubicadas en ciudades como Bogotá, Barranquilla, Medellín, entre otras, las cuales fueron evaluadas de acuerdo con la composición de sus procesos tecnológicos. Para llevar a cabo esta evaluación el autor define tres conjuntos de variables que interpretan el instrumento de medición del nivel tecnológico del sector, dando como resultado que, de acuerdo con la muestra de empresas metalmecánicas evaluadas, la industria presenta atrasos en cuanto a su capacidad innovadora y la obsolescencia de las tecnologías usadas en sus procesos productivos, además de entornos desfavorables de modernización.

Del mismo modo Grisales y Londoño (2015) llevaron a cabo un estudio sobre el Estado tecnológico de las pequeñas y medianas empresas del sector metalmecánico de Pereira y Dosquebradas, realizando la evaluación por medio de una investigación descriptiva de factores internos y externos que afectan la competitividad organizacional en relación con el uso de la tecnología, comparando los resultados con países y ciudades que de acuerdo con escalas mundiales del sector se encuentran en condiciones óptimas como por ejemplo España, encontrando como resultado que el uso adecuado de la tecnología sumado con el talento humano, son los factores clave para garantizar la competitividad del sector.

Así mismo, Velosa y Sánchez (2012) analizan la capacidad y las brechas a nivel tecnológico de una muestra de 13 pymes metalmecánicas de Bogotá, por medio de una metodología de investigación descriptiva. Como resultado determinaron que existen falencias en cuanto a la capacidad tecnológica de las empresas cuando se compara frente a una empresa en condiciones ideales, además se establece que para mejorar los niveles de desarrollo tecnológico es necesario mejorar aspectos técnicos, y organizacionales, sin olvidar el valor agregado tan importante que pueden aportar las personas que desarrollan los procesos de diseño y manufactura y que pueden generar verdaderas ventajas competitivas para las empresas colombianas.

Por otro lado, Alandete, Barahona, García, Velilla y Cantillo (2012) llevan a cabo un diagnóstico más exhaustivo, puesto que además de comparar tres países líderes en el sector metalmecánico en el mundo como lo son España, Japón y Argentina con el sector del departamento del Atlántico, describen las características que los condujeron a alcanzar su ventaja competitiva, para finalmente analizar la aplicabilidad de estas estrategias al contexto del departamento. Los autores hacen uso de la metodología descriptiva para llevar a cabo la evaluación de los

componentes tecnológicos de estas regiones, la cual permite por medio de técnicas cualitativas la recolección de información, que posteriormente es analizada y comparada. Tal metodología arrojó como resultado que el crecimiento del sector en estas regiones está directamente relacionado con su innovación tecnológica, donde países como Japón buscan el continuo desarrollo de nuevos conocimientos aplicados a las nuevas tecnologías, y en países como Argentina y España, implementan de igual manera nuevas tecnologías por medio de la adquisición de máquinas y software, apoyándose constantemente en el soporte brindado por los gobiernos. Finalmente, se plantea que las estrategias se dirigen al ofrecimiento de información acerca de los niveles tecnológicos actuales de las empresas y los avances tecnológicos aplicables a sus procesos, además de darles a conocer la situación relativa en el sector y las mejores prácticas desarrolladas en el mismo, todo esto aplicable a las pymes del departamento del Atlántico ya que estas componen la gran mayoría de empresas en la región.

Finalmente, la Alcaldía de Manizales (2014) detalla una serie de estrategias o planes de trabajo para el fortalecimiento del sector de acuerdo con los lineamientos del Plan Regional de Competitividad de Caldas y el Programa de Transformación Productiva. Algunas de estas propuestas se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1: Estrategias para el fortalecimiento del sector.**

| <b>Objetivo</b>  | <b>Estrategia 1</b>  | <b>Estrategia 2</b>  | <b>Estrategia 3</b>  | <b>Estrategia 4</b>  |
|--|--|--|--|--|
| <b>Aumentar el valor agregado de las exportaciones</b>                   | Desarrollo y acceso a mercados fortaleciendo la participación competitiva de las empresas metalmecánicas | Identificar y desarrollar las capacidades empresariales acordando con los mercados | Identificar, explorar y conquistar nuevos mercados a nivel internacional | Invertir en desarrollo y tecnología para agregarle valor a los productos |
| <b>Aumentar la productividad</b>   | Acceso a materia prima en condiciones competitivas   | Desarrollar procesos de formación y acompañamiento                                 | Enfrentarse al problema de escasez de materias primas                    | Mejorar la infraestructura vial, férrea y de servicios públicos          |
| <b>Fortalecer la base industrial actual de sectores de clase mundial</b> | Definir metas y objetivos estratégicos dentro de la empresa  | Fortalecer la cadena de valor  | Generar y promover mejoramientos del sector basado en I+D+i              | Realizar capacitación a los empresarios en normatividad del sector       |
| <b>Promover la asociatividad entre empresas del sector</b>               | Desarrollar un esquema de integración horizontal en la cadena productiva                                 | Estructurar programas de desarrollo de capacidades logísticas                      | Identificar un ente coordinador de empresarios medianos y pequeños       | Privilegiar la subcontratación bajo el sistema de "outsourcing"          |

**Nota: Adaptado de (Alcaldía de Manizales, 2014). Elaboración propia.**

Esta revisión de estudios permite conocer a grandes rasgos la metodología y resultados de las evaluaciones, análisis e investigaciones que se han llevado a cabo para establecer el nivel o estado tecnológico de diferentes empresas pertenecientes al sector metalmecánico, además de identificar las características que han llevado a diferentes países del mundo a alcanzar sus altos niveles tecnológicos y de competitividad, y el establecimiento de estrategias en diferentes regiones del país para el fortalecimiento del sector. Todo esto posibilitando una visión más clara de la metodología para llevar a cabo la evaluación del sector en el departamento del Valle del Cauca, teniendo en cuenta que la región no cuenta con un estudio individual como departamento, sino que ha hecho parte de investigaciones del sector a nivel nacional.

### **3.2 Marco Teórico**

La productividad y la competitividad son percibidos como factores clave de éxito en todas las organizaciones, puesto que mejorar en estos aspectos les permite mantenerse y crecer en el tiempo, eliminando o adaptándose de acuerdo con los cambios y nuevos retos que suponen día a día los mercados.

Por un lado, la competitividad de acuerdo con Saavedra y Milla (2012) es un concepto que no posee una definición específica, puesto que se trata de un término que abarca amplias esferas que van desde niveles regionales, empresariales e incluso mundiales, por esto no existe hasta el momento un consenso acerca de su definición. Sin embargo, diferentes autores han buscado definir el concepto desde su perspectiva, demostrando que resulta más amplio y complejo de lo que puede comúnmente percibirse.

Michael Porter (1999) citado en Suñol (2006) establece que la competitividad supone no solo el incremento en la participación de los mercados internacionales, sino también el incremento en los niveles de vida de las personas, y que este se logra por medio de la productividad, puesto que esta define los salarios y las ganancias. Lo anterior aterrizado a niveles empresariales supone de acuerdo con Enright (1994) citado en Labarca (2007) que la competitividad de un sector se relaciona con su capacidad para alcanzar mejores resultados sin protecciones ni subsidios, que sus competidores extranjeros.

De acuerdo con lo anterior surge el concepto de competitividad sistémica, la cual la Comisión Económica para América Latina [CEPAL] (2001), citado en Labarca (2007) define como la relación entre el desarrollo industrial y la existencia de medidas del gobierno y demás organizaciones que apoyen el desarrollo. Este concepto analiza la competitividad desde cuatro niveles, el meta, macro, micro y meso, donde el primero se refiere a la integración social, el segundo a las políticas financieras y de competencia, el tercero hace referencia a los esfuerzos de las empresas para elevar la competitividad, y finalmente el nivel meso considerado el

más importante, se trata de la relación entre las empresas y organizaciones que generan innovación en el sector empresarial (Saavedra y Milla, 2012).

Ahora bien, tal y como lo menciona Michael Porter la productividad juega un papel de suma importancia en todas las organizaciones puesto que se trata de un factor que conlleva al mejoramiento de entre otras cosas, la competitividad. Carro y González (2012) mencionan que la productividad implica la mejora de los procesos productivos, cuya medida se obtiene al comparar la cantidad de recursos que se utilizan y la cantidad de bienes o servicios obtenidos con los recursos empleados, dicho de otra forma, la productividad relaciona las entradas y salidas de un sistema, es decir insumos y productos o servicios resultantes, respectivamente. Para expresar la productividad existen diferentes alternativas algunas de ellas se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2: Expresiones de la productividad.**

| <b>Tipo de Productividad</b>           | <b>Concepto</b>  | <b>Ejemplo</b>   |
|--|--|--|
| <b>Parcial</b>                         | Relación entre la cantidad que se produce <i>con uno</i> de los recursos utilizados.       | 50 productos por hora/hombre                                       |
| <b>Total</b>                           | Relación entre <i>todos los</i> recursos utilizados para obtener una cantidad de producto. | 100 productos por 70 de recursos utilizados (MP + MO + otros)      |
| <b>Física</b>                          | Cantidad física producida por unidad de <i>uno</i> de los recursos empleados.              | 100 kg de producto por KW empleado.                                |
| <b>Valorizada</b>                      | Cantidad producida (en dinero) por <i>unidad</i> de recurso empleado.                      | \$100 de producto por \$150 de recursos empleados.                 |
| <b>Promedio</b>                        | Relación entre la cantidad producida y la cantidad de recursos empleados.                  | 2 toneladas de producto, por 100 toneladas de recursos utilizados. |
| <b>Bruta</b>                           | Incluye dentro de su cálculo y análisis todos los insumos utilizados.                      | \$8000 producidos por cada \$100 salarios utilizados.              |
| <b>Neto o índice de valor agregado</b> | No incluye ciertos valores de insumos.   | \$15 de valor agregado por hora/operario                           |

**Nota. Adaptado de (Carro y González, 2012). Elaboración propia.**

Las alternativas para expresar la productividad demuestran que este se trata de un concepto que resulta útil para representar desde información técnica, hasta económica. Tal y como se presentó en la Tabla 2, a pesar de que los diferentes tipos de expresiones buscan relacionar recursos empleados con resultados obtenidos, la función de la medición de la productividad difiere y depende del

propósito de quien use el indicador, por ejemplo: la productividad promedio expresa un valor (como su nombre lo indica) parcial de los recursos empleados y que resulta útil para comparar diferentes sistemas, mientras la productividad neta se define como “el valor agregado a la salida, por una entrada en donde el valor de ciertos insumos ha sido excluido del numerador y denominador del índice” por esto también se le denomina como índice de valor agregado. Por otro lado, autores como Gutiérrez (1996) definen el concepto en términos más amplios, como la microproductividad cuyo objetivo es representar la medición en términos de una sección de trabajo, por otro lado, la productividad en una fábrica en conjunto, y finalmente la productividad parcial para análisis de regiones.

De este modo, las tecnologías surgen como alternativas para alcanzar mayores niveles tanto de competitividad como de productividad, sin embargo, autores como Blanco (2016) afirman que la innovación no tiene el mismo impacto en todas las actividades económicas, ni en ciertos sectores de la actividad empresarial, lo que conlleva a plantearse la pregunta de qué se debe hacer para que la innovación tenga el impacto que se espera al aplicarse en los ámbitos productivos y organizacionales. Esta respuesta en ocasiones son las tecnologías blandas, las cuales corresponden a los métodos, herramientas, procedimientos y estilos de solucionar problemas que se apoyan en el conocimiento y habilidades de las personas, en el manejo de la información y en la dirección del recurso humano, su entrenamiento y capacitación, y tienen que ver con la organización y gerencia de las empresas. Así, la innovación se encuentra estrechamente ligada con las tecnologías blandas, puesto que gracias a estas es posible adaptar las invenciones a las condiciones propias de las organizaciones, por ejemplo cuando se trata de la adopción de maquinaria para el mejoramiento de la productividad, los cambios suponen para las organizaciones tomar decisiones en cuanto a costos, entrenamiento de personal, enfrentar periodos de prueba, y adaptarse a los nuevos métodos de trabajo, y para lograr todo lo anterior es necesario que todos los involucrados se encuentren motivados a realizar los cambios, además de que los encuentren convenientes, para ello juegan un factor fundamental las tecnologías blandas (Blanco, 2016).

Por otro lado, “las tecnologías duras son las representadas en equipos, maquinaria y procesos productivos” (Gonzales, 2015, p.113). Estas se encuentran más ligadas a objetos tangibles, directamente vinculados con la actividad generadora de productos. Ambas, tanto tecnologías blandas como duras deben ser aplicadas en conjunto en las organizaciones para garantizar el éxito de las innovaciones adoptadas, únicamente de este modo podrán percibirse los cambios positivos en factores como lo son la competitividad y productividad.

Finalmente, una de las herramientas que permite identificar la situación en la que se encuentran los procesos, detectar problemas, y evaluar las posibilidades de mejora, es el diagnóstico. De acuerdo con los autores Arteaga y González (2001)

“El diagnóstico implica en sí mismo una comparación entre una situación presente, conocida mediante la investigación y otra situación ya definida o conocida previamente que sirve de referencia” (p.84). Por otro lado, Valdez (1998) citado en Braidot, Formento y Nicolini (2003) describe al diagnóstico como un “método preventivo de análisis que permite el cambio de una organización de un estado de incertidumbre a otro de conocimiento, para lograr la evaluación de esta” (p.4).

El diagnóstico empresarial se puede clasificar en cuatro grupos, dependiendo de su función, características y métodos para llevarse a cabo (Portugal, 2017).

- Diagnóstico integral. Busca reconocer las oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas de la empresa.
- Diagnóstico específico. Supervisión de procesos, para el estudio de estados financieros, procesos de mercadeo, gestión producción.
- Diagnóstico funcional. Establece los factores que inciden en la comunicación organizacional entre trabajadores y sus entornos laborales, haciendo uso de cuestionarios, entrevistas, sistematización de experiencias, análisis grupal.
- Diagnóstico cultural. Reconocimiento del clima organizacional en función de los principios y valores.

El diagnóstico empresarial debe realizarse partiendo de un procedimiento definido previamente al inicio, para posteriormente evaluar el nivel en el que las organizaciones se encuentran. En la Figura 3 se enuncian algunos de los métodos y técnicas para realizar el diagnóstico organizacional.



**Figura 3: Métodos y técnicas para el diagnóstico organizacional. Adaptado de (Labarca, 2007). Elaboración propia.**

### **3.3 Contribución Intelectual o Impacto del Proyecto**

Una vez estudiadas las anteriores bases teóricas y metodológicas presentadas en este documento, el posterior desarrollo de este, sumado a las conclusiones, el proyecto tendrá una importancia significativa en el sector metalmecánico e indirectamente en otros sectores tanto de construcción como los manufactureros, que deseen o tengan ya postulado un proyecto dentro de su organización que involucre activamente la implementación de tecnologías intensivas en su cadena productiva. Dado que, una vez evaluadas las oportunidades de mejora del sector metalmecánico del Valle del Cauca asociadas al uso de tecnologías intensivas, este documento servirá como contextualizador de los diferentes factores, consideraciones y restricciones que se deben tener en cuenta en el uso e implementación de estas tecnologías y su aporte a la competitividad de las empresas.

## 4 METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo general del proyecto de “Evaluar las oportunidades de mejora asociadas al uso de tecnologías intensivas del sector metalmeccánico del Valle de la Cauca”, se propuso la siguiente metodología sobre los objetivos específicos:

### 4.1 Primer objetivo

El primer objetivo específico se dividió en dos pasos principales:

El primer paso fue la recolección de información acerca de los métodos usados para llevar a cabo la medición e identificación de variables relacionadas con el nivel tecnológico en empresas pertenecientes al sector metalmeccánico. Para ello, se establecen cinco criterios a tener en cuenta para la selección de los documentos:

- Pertinencia del objetivo de estudio, es decir, los documentos consultados tienen como objetivo medir el nivel, uso y/o capacidad tecnológica de una organización.
- Relación con el sector metalmeccánico o afines.
- Métodos enfocados a la evaluación de pequeñas y medianas empresas, o en su defecto métodos aplicables a todos los tamaños de empresa.
- Uso de métodos de recolección de información cualitativos y/o cuantitativos.

El segundo paso consistió en definir, con ayuda de los métodos de medición aceptados en el paso anterior, las variables que se utilizaron en los siguientes objetivos del proyecto con el fin de analizar la implementación de tecnologías intensivas.

### 4.2 Segundo Objetivo

Se determina que para obtener una mejor caracterización del sector metalmeccánico del departamento del valle se realizaría un análisis desde el mercado industrial mundial, pasando por el comportamiento interno colombiano, hasta llegar al mercado departamental. Logrando consigo, entender cómo se desenvuelven las variables elegidas en el contexto, mundial, nacional y en el departamento del valle del cauca, facilitando consigo la identificación de oportunidades de mejora del sector. Para cumplir con este objetivo, se dividió el proceso en tres pasos:

El primer paso fue el análisis del mercado industrial global teniendo en cuenta las variables relacionadas con la implementación de tecnologías intensivas. Para esto, se utilizó el ranking de países presentado en el “Índice de competitividad global” por el Foro Económico Mundial. Pero, dado el gran número de países presentes en el informe, se decidió concentrarse solo en los siguientes países:

- Colombia, por ser el país al cual pertenece la investigación, comparando el rendimiento del sector metalmeccánico con respecto al resto de la industria manufacturera del país.

- México por ser un país altamente comercial, productivo, exportador y reconocido de Centroamérica, y uno de los principales productores de acero crudo en América Latina.
- Argentina por ser un país el cual ha pasado por diferentes crisis internas y a pesar de eso, se posiciona en Sudamérica como el tercer mayor exportador de aceros y derivados.
- China por ser una potencia altamente productora y comercializadora, la cual con sus exportaciones ha invadido los mercados en todo el mundo, ubicada en las primeras posiciones en cuanto al sector metalmeccánico y la inversión en tecnología.
- Alemania por ser referente mundial en la implementación de la industria 4.0 IoT.

Posteriormente, en el segundo paso, se extrajo de las bases de datos del DANE información histórica del comportamiento del sector metalmeccánico en Colombia, y, se realizó un análisis estadístico para determinar cuáles de las variables que se eligieron tienen mayor influencia en la competitividad general del sector, logrando consigo que el paso y objetivo siguientes se enfoquen únicamente en las variables más relevantes.

Cabe destacar que la información presentada en los informes es de toda la industria existente en el país, por lo tanto, se filtró solo la información de las empresas que pertenecen al sector metalmeccánico. Para esto, se utilizó la nomenclatura existente en “Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas – CIIU Rev. 4. A.C.”, filtrando solo las empresas pertenecientes a los siguientes grupos:

- 25: Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo.
- 26: Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos.
- 27: Fabricación de aparatos y equipo eléctrico.
- 28: Fabricación de maquinaria y equipo n.c.p. (No clasificable previamente)
- 29: Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques.
- 30: Fabricación de otros tipos de equipo de transporte.

El tercer y último paso, se caracterizó el sector metalmeccánico del departamento del valle del cauca utilizando diferentes informes, reportes y noticias para entender el contexto actual del sector. Además, con ayuda de las variables relevantes calculadas en el paso anterior, se analizó su rendimiento general.

### **4.3 Tercer objetivo**

Con este objetivo de la mano con los resultados de los objetivos anteriores se pretendió evaluar las oportunidades y riesgos del sector metalmeccánico vallecaucano. Para lograr esto se dividió en tres pasos.

En el primer paso, con ayuda de una encuesta realizada a un par de empresas pertenecientes al sector metalmecánico de la ciudad de Cali, se indagó sobre experiencias y opiniones relacionadas con la realización de proyectos de implementación de tecnologías intensivas. Permitiendo consigo, tener información de primera mano del comportamiento del sector y relacionarla con los resultados anteriores.

El segundo paso consistió en determinar un plan de trabajo de acuerdo con las variables relevantes en la implementación de tecnologías intensivas, sin dejar de lado el contexto en el que se encuentra el sector metalmecánico.

Finalmente, el último paso consistió en evaluar las amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades del sector metalmecánico del departamento del Valle de Cauca, con respecto al plan de trabajo propuesto en el paso anterior, apoyándose con el uso de la matriz "DOFA".

## 5 RESULTADOS

En el siguiente apartado se presentan los resultados tras el desarrollo de cada uno de los objetivos que enmarcan el proyecto: Identificar métodos de medición del nivel tecnológico en el sector metalmeccánico o afines, caracterizar del sector metalmeccánico de acuerdo con los indicadores asociados a la implementación de tecnologías intensivas y evaluar escenarios posibles teniendo en cuenta las oportunidades y riesgos que enfrenta el sector metalmeccánico vallecaucano

### 5.1 Métodos de medición del nivel tecnológico

Para comenzar, en la Tabla 3 se muestra el check list utilizado para evaluar seis documentos de los cuales tres fueron seleccionados para realizar la documentación de los métodos, “Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las PYMES del sector metalmeccánico colombiano”, “el uso de la tecnología en las pequeñas y medianas empresas del sector metalmeccánico de Pereira y Dosquebradas”, y, “análisis de la capacidad tecnológica en PYMES metalmeccánicas: una metodología de evaluación”, dado que estos tres, fueron los únicos que cumplieron todos los criterios requeridos.

**Tabla 3: Check list criterios de elección de información.**

| Documento  | Pertinencia | Sector | Métodos de recolección de información | Metodologías descriptivas | Tamaño |
|--|-------------|--------|---------------------------------------|---------------------------|--------|
| “Análisis de la capacidad tecnológica en PYMES metalmeccánicas: una metodología de evaluación”                                   | X           | X      | X                                     | X                         | X      |
| “El uso de la tecnología en las pequeñas y medianas empresas del sector metalmeccánico de Pereira y Dosquebradas”                | X           | X      | X                                     | X                         | X      |
| “Índice para medir el nivel de innovación tecnológica en empresas intensivas en el uso de tecnología”                            |             |        | X                                     | X                         |        |
| “Modelo Competinnova”  |             | X      | X                                     | X                         | X      |
| “Niveles tecnológicos de las empresas del sector metalmeccánico en Boyacá desde el diseño y manufactura asistida por computador” |             | X      | X                                     | X                         | X      |
| “Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las PYMES del sector metalmeccánico colombiano”            | X           | X      | X                                     | X                         | X      |

**Nota:** Elaboración propia.

La investigación de proyectos y demás documentación permitió identificar los métodos de medición del nivel tecnológico o afines que han llevado a cabo diferentes autores en el sector metalmecánico.

De acuerdo con lo anterior, un primer método indagado fue el presentado por Velosa y Sánchez (2012) el cual pretendía analizar la capacidad tecnológica de 13 pymes metalmecánicas ubicadas en la ciudad de Bogotá. Teniendo en cuenta esta metodología de manera inicial se describen las características de las empresas del sector de acuerdo con su complejidad tecnológica, sus operaciones básicas, las materias primas y maquinaria usadas, y los mecanismos de control de calidad, para así establecer el tipo de empresa a evaluar.

Posteriormente, se seleccionan las variables que dentro del proceso productivo resultan relevantes a la hora de establecer la capacidad tecnológica de determinadas empresas, estas variables son las denominadas de diseño y manufactura. Más adelante, proponen cuatro factores por medio de los cuales se realiza la medición de las dos variables anteriores: la capacidad de efectuar utilizar y controlar las tecnologías de conversión de los procesos, la capacidad para llevar a cabo la garantía de calidad, inspección y control de existencias, la capacidad para solucionar problemas, la realización del mejoramiento aplicado a la prevención, mantenimiento abrupto y de rutina, la capacidad para realizar la planeación de la producción, y el mantenimiento del equipo.

Finalmente, para la evaluación de los cuatro factores anteriormente mencionados, se propone una herramienta que tiene en cuenta tanto las características generales de la empresa, como las dimensiones de diseño y manufactura, haciendo uso de una encuesta que explora estas secciones, para comparar los resultados de las empresas evaluadas con los resultados de empresas reconocidas del sector a nivel nacional y/o internacional.

De manera similar Velosa (2011) presenta un modelo de integración de la capacidad tecnológica en el sector metalmecánico colombiano, denominado MICT, el cual se divide en cuatro fases; proyectar, producir, ponderar y proceder. En la primera fase se pretende contextualizar y presentar las características técnicas de las empresas a evaluar, de tal modo que se establezcan sus prioridades competitivas, las etapas de sus procesos, y su capacidad tecnológica.

Para establecer la capacidad tecnológica, se presentan tres pasos a seguir; el primero consiste en identificar los componentes de la capacidad tecnológica, los cuales en este caso la metodología establece como software, hardware, orgware y humanware, y a su vez estos componentes son evaluados teniendo en cuenta diferentes elementos como lo son la efectividad del uso, la evaluación o calidad, el mantenimiento o mejora, y la planificación de producción; por otro lado el segundo paso consta de la caracterización de los sistemas de producción utilizados; y finalmente se lleva a cabo la estimación del nivel tecnológico, por medio de la

recolección de información suministrada en encuestas, para evaluar los resultados respecto a los cuatro niveles o estados de desarrollo tecnológico propuestos por el autor, los cuales se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4: Ponderación de niveles tecnológicos del sector metalmeccánico.**

| Nivel   | Conocimientos   | Maquinaria   | Organización   | Competencias   |
|---------|---|--|--|--|
| Nivel 0 | Baja aplicación de conocimientos en el proceso.   | Máquinas convencionales. Maquinaria obsoleta. Bajo mantenimiento y precisión.  | Desorden en la organización de la planta y los procesos.   | Personal sin experiencia y poco desarrollado de habilidades. |
| Nivel 1 | Aplicación de algunos procesos y metodologías básicas.  | Máquinas convencionales. Mucho mantenimiento y precisión media.  | Existen algunos mecanismos de organización y ninguno de control de procesos.                           | Personal con nivel de desarrollo de competencias bajo.       |
| Nivel 2 | Los procedimientos, métodos de manufactura y los elementos que le apoyan son estándares conocidos y ampliamente usados. | Máquina convencional en buen estado, semi automatizada con visualizador y/o con buena precisión acabado superficial y tolerancias. | Existen mecanismos y herramientas claras para establecer los planes y producción, sistemas de control. | Personal con nivel de desarrollo de competencias medio.      |
| Nivel 3 | Nuevos procedimientos tecnológicos desarrollados. Documentos de trabajo y trazabilidad de los procesos.                 | Sistema de mecanizado de alto control dimensional y automatizado.  | Los mecanismos de organización están integrados con el resto de la empresa.                            | Personal con nivel de desarrollo de competencias alto.       |

**Nota. Adaptado de (Velosa, 2011). Elaboración propia.**

Por otro parte, en la segunda fase del modelo MICT se desarrollan indicadores que permiten entre otras cosas, comparar los resultados obtenidos a lo largo del modelo frente a otras empresas del sector. La tercera fase, comprende la estrategia empresarial de la(s) empresa(s) en cara al sector, y finalmente la cuarta fase consiste en la ejecución de las tres fases anteriores.

Finalmente, un tercer método de medición del nivel tecnológico fue el elaborado por Grisales y Londoño (2015) en el cual los autores plantean una tipología de investigación descriptiva, donde se lleva a cabo la evaluación enfocándose en los factores internos y externos de las empresas a evaluar, denominados organizacionales y del entorno respectivamente, estos factores analizan los recursos humanos, financieros y operativos, y las relaciones con otras organizaciones, proveedores y entes gubernamentales. Posteriormente, proponen la encuesta como medio de recolección de la información, para indagar acerca de los factores mencionados anteriormente, y comparar los resultados obtenidos tras recolectar la información con “lo que se hace en países y ciudades en donde según las escalas mundiales el sector metalmecánico se encuentra en mejores condiciones” (Grisales y Londoño, 2015, p.55). Haciendo uso de una escala de Likert que permite determinar el grado de semejanza entre los resultados de las empresas evaluadas con la información base.

En la

**Tabla 5** se resume la información de cada uno de los métodos consultados, donde se presentan los autores que llevaron a cabo el método, el objetivo de la medición, es decir, el aspecto tecnológico que se pretendía medir, las variables que tuvieron en cuenta los autores para llevar a cabo las mediciones, el método de recolección de la información, y finalmente la metodología por medio de la cual se logran medir las variables y cumplir con el objetivo de la medición.

**Tabla 5: Métodos de medición.**

| Documento   | Objetivo de la medición | VARIABLES   | Método de recolección de información | Método de medición   |
|---|-------------------------|---|--------------------------------------|--|
| “Análisis de la capacidad tecnológica en PYMES metalmeccánicas: una metodología de evaluación”                        | Capacidad tecnológica   | Diseño y manufactura  | Encuesta                             | -Proponen 4 factores para realizar la medición.<br>-Comparan los resultados con empresas reconocidas del sector a nivel nacional y/o internacional.                              |
| “Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las PYMES del sector metalmeccánico colombiano” | Capacidad tecnológica   | Conocimientos<br>Maquinaria<br>Organización<br>Competencias | Encuesta                             | Ponderación de acuerdo con las variables.  |
| “El uso de la tecnología en las pequeñas y medianas empresas del sector metalmeccánico de Pereira y Dosquebradas”     | Uso tecnológico         | Organización<br>Entorno                                     | Encuesta                             | -Proponen 6 factores para realizar la medición.<br>-Comparan los resultados con regiones donde el sector se encuentra en mejores condiciones, por medio de una escala de Likert. |

**Nota: Elaboración propia.**

Ahora bien, teniendo en cuenta la metodología de medición presentada en los anteriores documentos, se identifican variables importantes que son definidas para proceder en este proyecto:

- Inversión en proyectos relacionados con las tecnologías de la información y comunicación.
- Mano de obra calificada en las competencias propias del sector metalmeccánico.

- Mercado laboral.
- Crecimiento de las compañías innovadoras.
- Inversión en proyectos relacionados con la investigación y desarrollo al interior de la organización.
- Capacidad de que las empresas pertenecientes al sector innoven.

## **5.2 Caracterizar el sector metalmecánico de acuerdo con los indicadores asociados a la implementación de tecnologías intensivas**

### 5.2.1 Colombia en el mundo.

Para evaluar los países seleccionados para la comparación se tuvo en cuenta su posición en el ranking en el índice de competitividad global 2019 del Foro Económico Mundial, el cual engloba todos los factores relevantes para la productividad de los países en la era de la cuarta revolución industrial, como lo son:

- Entorno habilitante.
- Capital Humano.
- Mercados.
- Ecosistema de innovación.
- Entre otros.

En los siguientes apartados se presenta información relevante del rendimiento de cada país y luego, una tabla consolidando esta información con respecto a los resultados de las variables relacionadas con la implementación de tecnologías intensivas.

Colombia.

De acuerdo con la ANDI (2018) en el reporte de octubre del 2018, Colombia presentó una mejora de tres posiciones en el ranking, posicionándose en el puesto 57, gracias a la infraestructura, estabilidad macroeconómica, salud de los trabajadores, sistema de financiamiento, tamaño del mercado y dinámicas empresariales.

A pesar de esta mejora en el ranking, y de que el factor tecnológico de acuerdo con los empresarios afecta de manera muy positiva la productividad colombiana, en la más reciente Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica del Sector Industria Manufacturera llevada a cabo para los periodos del 2017 al 2018, se menciona que del total de empresas industriales referenciadas (7.335), el 75,4% son catalogadas como no innovadoras, un aumento del 3% frente al periodo 2015-2016. Cabe destacar que, en este contexto, la innovación se entiende como todo bien nuevo o mejorado introducido en el mercado; y/o todo proceso, método o técnica nueva o mejorada introducida en la empresa, lo que conlleva a que se defina a las empresas no innovadoras como aquellas que en el periodo de referencia no realizaron ninguna

de las actividades anteriormente mencionadas. Particularmente para el sector metalmeccánico el panorama no es diferente, ya que, de acuerdo con la encuesta, el 67,8% de las empresas referenciadas del sector son no innovadoras (DANE, 2019).

Sin embargo, el sector industrial colombiano hace esfuerzos para superar las brechas tecnológicas por medio de estrategias, como lo son los proyectos de inversión productiva del sector industrial, los cuales al año 2018 se orientaron un 63,5% hacia la modernización tecnológica (ANDI, 2018). Del mismo modo, la mayor inversión en Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ACTI) fue en la adquisición de maquinaria y equipo, seguido de las actividades de I+D, y la asistencia técnica y de consultoría. Y, por otro lado, las certificaciones de calidad las cuales las empresas señalan les permiten un mayor acceso a los mercados nacionales e internacionales, además del aumento de su productividad. Estas certificaciones aumentaron para el periodo referenciado e indicaron que las empresas buscan sobre todo mejorar la calidad en sus procesos más que en sus productos (DANE, 2019).

México.

Por otro lado, en México el Índice de Competitividad Global, al año 2019 se encontró en la posición 48 del ranking, donde se destacan entre otras cosas la disponibilidad y adaptación de últimas tecnologías (Foro Económico Mundial [WEF], 2019). Por ejemplo, México se posiciona un puesto por encima del promedio mundial en cuanto a la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías, demostrando consigo una capacidad tecnológica superior a Colombia y la relación que esta tiene con la productividad y competitividad del país.

Se considera que existe “un número sustancial de empresas en la región que se definen como innovadoras y practican la innovación de una u otra manera” (Estrada, Cano y Aguirre, 2018, p.2). Tal como se menciona en un estudio llevado a cabo en Sonora, el cual determinó que el 86.5% de las empresas metalmeccánicas y de tecnologías de la información aseguran haber realizado innovaciones, sin embargo, el 64% de las empresas metalmeccánicas consideran mayoritariamente que sus tecnologías están en el promedio, el 18% considera estar por debajo del promedio, y el 18% en la frontera tecnológica (Mendoza, Olea, y Valenzuela, 2015). Sin embargo, en México sigue existiendo una brecha tecnológica frente a los países líderes.

Argentina.

En el año 2019 Argentina se ubicó en el puesto 83 del índice de competitividad global, dos posiciones menos que el año anterior, al igual que la inversión en I+D del país cayó frente al 2018 con un puntaje de 17.8 de 100. Sin embargo, en cuanto a innovación su puntaje se encuentra por encima del promedio de Latinoamérica y el Caribe, además, Argentina destaca en el informe de competitividad global en la

adopción de tecnologías de la información y la comunicación (WEF, 2019). Un ejemplo de ello son las empresas medianas y grandes, las cuales el 62% asegura invertir dinero y recursos humanos en procesos de innovación (Economía Digital, 2019)

En este país, se habla sobre todo del sector siderúrgico, el cual está compuesto fundamentalmente por grandes empresas, las cuales representan prácticamente la totalidad del mercado, sin embargo, también existen empresas más pequeñas las cuales generalmente llevan a cabo procesos de transformación y tratamientos especiales. Este sector se caracteriza porque las empresas suelen contar con sus propios departamentos de I+D y desarrollan vínculos con instituciones tecnológicas, ya que Argentina cuenta con alrededor de cinco instituciones de I+D dentro del complejo siderúrgico. Por lo anterior se afirma que las tecnologías utilizadas para llevar a cabo las actividades de las empresas siderúrgicas del país tienden a “adelantarse” a las necesidades del mercado, y a la competencia, ya que son de última generación y están sujetos a un revamping permanente (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación [CIECTI], 2012).

China.

En China la innovación y la adopción de tecnologías se ha convertido en la prioridad del gobierno y las compañías del país, lo que ha llevado que esta economía hasta al año 2015 se posicione como la segunda mayor inversora en I+D del mundo. Este hecho se hace evidente en el Índice de Competitividad Global 4.0, donde este país ocupa el puesto 28, y Taiwán el puesto 12. Teniendo en cuenta que solo cuatro economías en el mundo poseen un índice de innovación superior a 80 (Alemania, Taiwán (China), Estados Unidos, y Suiza) y solo un cuarto de las economías un puntaje superior a 50, ya que el promedio global es 38 frente a temas tecnológicos y de innovación (WEF, 2019).

En los últimos años el país pasó de ser una industria basada en la mano de obra económica, a ser un modelo que prioriza la inversión en desarrollo tecnológico en toda la industria, logrando esto gracias a la producción de conocimiento científico, el registro de patentes, y el incremento de las capacidades innovadoras y tecnológicas en el país, ya que cada año se doctoran más de 30.000 estudiantes en las carreras STEM (science, technology, engineering and mathematics) (Casaburi, 2018). Del mismo modo, las empresas de este país se preocupan por participar en el crecimiento de la innovación, por esto del total de inversiones realizadas en Ciencia y Tecnología en el país, el 67% correspondía a las realizadas por las empresas (Caraballo, 2015).

Para el año 2017 China fue el principal exportador en el mundo de productos metalmeccánicos, y el segundo importador, después de Estados Unidos (Cámara de Comercio de Cali, 2018).

Alemania.

Alemania, en el 2018 ocupó el puesto 7, descendiendo 4 puestos con respecto al año anterior. Pero, en cuanto a la implementación de tecnologías, adopción de TICs, capacidad de innovación y mano de obra calificada, se encuentra entre los tres primeros países en el mundo, por delante de Estados Unidos y Suiza (WEF, 2019). Parte del descenso de Alemania en el ranking es la disminución de la estabilidad macroeconómica y el increíble avance de los países que lo superaron, además, el crecimiento en la adopción de las TICs fue muy poco.

Los factores más relevantes en competitividad alemana son:

- Mano de obra calificada.
- Capacidad de innovación.
- Dinámicas empresariales.
- Tamaño del mercado.

Finalmente, en la Tabla 6 se presenta el consolidado de las variables por país que fueron tomadas del informe para ser comparadas. En dicha tabla, las variables de adopción TICs, mano de obra calificada, mercado laboral, crecimiento de compañías innovadoras, investigación y desarrollo y capacidad de innovación, están calificadas de 0 a 100, siendo 100 la mayor calificación y 0 la menor. Además, en la tabla se observa el puesto en el ranking que ocupa cada país. Finalmente, logrando consigo mostrar la relación entre la calificación de cada variable y el puesto ocupado por país.

**Tabla 6: Comparación entre países.**

| País      | Ranking | Adopción TICs | Mano de obra calificada | Mercado laboral | Crecimiento de compañías innovadoras | Investigación y desarrollo | Capacidad de innovación |
|-----------|---------|---------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Colombia  | 57      | 49,9          | 51,7                    | 59,2            | 47,9                                 | 28,2                       | 36,4                    |
| México    | 48      | 55            | 50,3                    | 55,8            | 50                                   | 38,3                       | 43,6                    |
| Argentina | 83      | 58,0          | 53,2                    | 51,8            | 48,2                                 | 35,3                       | 41,7                    |
| China     | 28      | 78,5          | 59,4                    | 59,2            | 57,2                                 | 79,5                       | 64,8                    |
| Alemania  | 7       | 70            | 67,6                    | 72,8            | 68,2                                 | 99,5                       | 86,8                    |

**Nota: Adaptado de (WEF, 2019). Elaboración propia.**

### 5.2.2 Análisis estadístico del comportamiento del sector metalmeccánico colombiano.

Para realizar el análisis se obtuvo información histórica del sector metalmeccánico nacional de diferentes documentos publicados por el DANE, se realizaron cálculos propios y se consolidaron en la Tabla 7. Las variables propuestas para el análisis fueron las siguientes:

- Crecimiento innovadoras (X1): Porcentaje de empresas que obtuvieron algún beneficio en la realización de proyectos innovadores.
- Capacidad Innovación (X2): Porcentaje de empresas que estuvieron en la capacidad de innovar en determinado año.
- I+D (X3): Porcentaje del dinero invertido en proyectos que fue destinado a la investigación y desarrollo.
- TIC (X4): Porcentaje del dinero invertido en proyectos que fue destinado a las tecnologías de la información y comunicación.
- Personal capacitado (X5): Porcentaje de empleados con certificaciones de competencias laborales relevantes para la empresa.
- Mercado laboral (X6): De la población económicamente activa se sacó el porcentaje de empleados adecuados por competencia e ingreso.
- Producción (Y): Producción bruta en mil millones de pesos.

**Tabla 7: Histórico de variables relacionadas con la implementación de tecnologías intensivas.**

| ID de var. |           | X1                      | X2                   | X3                         | X4    | X5                  | X6              | Y                            |
|------------|-----------|-------------------------|----------------------|----------------------------|-------|---------------------|-----------------|------------------------------|
| Años       | Variables | Crecimiento innovadoras | Capacidad Innovación | Investigación y Desarrollo | TIC   | Personal Capacitado | Mercado Laboral | Producción (\$1.000.000.000) |
| 2018       |           | 85,00%                  | 19,65%               | 32,87%                     | 3,54% | 9,66%               | 50,02%          | 21,84                        |
| 2017       |           | 82,12%                  | 20,13%               | 22,84%                     | 3,42% | 9,12%               | 48,20%          | 20,15                        |
| 2016       |           | 79,23%                  | 20,61%               | 32,18%                     | 6,23% | 11,94%              | 44,70%          | 22,11                        |
| 2015       |           | 82,11%                  | 19,46%               | 29,29%                     | 8,94% | 11,46%              | 44,06%          | 21,33                        |
| 2014       |           | 86,64%                  | 17,64%               | 22,71%                     | 4,99% | 6,16%               | 44,58%          | 20,10                        |
| 2013       |           | 83,58%                  | 21,85%               | 19,53%                     | 5,85% | 5,58%               | 40,39%          | 19,11                        |
| 2012       |           | 84,08%                  | 21,16%               | 10,25%                     | 6,45% | 5,65%               | 38,06%          | 19,27                        |
| 2011       |           | 85,57%                  | 20,07%               | 11,07%                     | 6,29% | 4,60%               | 38,73%          | 19,70                        |

**Nota: Adaptado de (DANE, 2018). Cálculos propios.**

Después de recolectar los datos, se procedió a evaluar mediante regresión lineal simple y múltiple las diferentes combinaciones de variables o términos independientes X, teniendo como respuesta o término dependiente la variable Y. Cabe destacar que, dado la complejidad del sistema a evaluar, se decide tener en cuenta solo las regresiones que tengan un valor de coeficiente de determinación R<sup>2</sup>-ajust mayor al 75%, dando como resultado la aplicabilidad de 11 modelos de regresión diferentes presentados en la Tabla 8.

**Tabla 8: Modelos de regresión con diferentes combinaciones de variables.**

| #Vars | R <sup>2</sup> . | R <sup>2</sup> . (ajust) | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 |
|-------|------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 1     | 79,0             | 75,5                     |    |    | X  |    |    |    |
| 1     | 79,0             | 75,5                     |    |    |    |    | X  |    |
| 2     | 85,8             | 80,1                     | X  |    |    |    | X  |    |
| 2     | 84,4             | 78,2                     |    |    | X  |    | X  |    |
| 2     | 82,8             | 75,9                     |    | X  |    |    | X  |    |
| 3     | 86,8             | 76,9                     | X  |    | X  |    | X  |    |
| 3     | 85,9             | 75,3                     | X  |    |    | X  | X  |    |
| 3     | 85,8             | 75,1                     | X  | X  |    |    | X  |    |
| 3     | 85,7             | 75,0                     |    | X  | X  |    | X  |    |
| 4     | 92,2             | 81,9                     | X  |    |    | X  | X  | X  |
| 5     | 95,4             | 83,8                     | X  |    | X  | X  | X  | X  |

**Nota: Cálculos propios.**

Entonces, al requerir solo un modelo que muestre la o las variables más relevantes y así lograr enfocarse en ellas se procede a realizar un análisis de regresión incluyendo todas las variables, pero, depurando estas por medio de un procedimiento de selección paso a paso hacia adelante, en el que se introducen secuencialmente variables al modelo que cumplan un criterio de entrada, en este caso,  $\alpha = 0,25$ , en el Anexo 1 se observa el cálculo realizado con mayor detalle. Entonces, se obtuvo como resultado la ecuación en la Figura 4, siendo X3 y X5 las variables elegidas, ignorando las variables X1 (Que tiene un valor alto de R<sup>2</sup>ajustado), puesto que, su significancia alfa no cumple con lo requerido en la depuración.

$$Y = 17,493 + 6,30 X3 + 19,1 X5$$

**Figura 4: Ecuación de regresión lineal múltiple. Elaboración propia.**

En conclusión, se obtiene que la inversión en investigación y desarrollo junto a la obtención de personal capacitado son las variables que influyen en mayor medida en la producción bruta del sector.

### 5.2.3 Caracterización del sector metalmecánico del Valle del Cauca.

Ahora bien, de manera general se contextualizó el sector metalmecánico del Valle del Cauca ahondando en su competitividad, producción, innovación, mercado laboral y comercio exterior. Esto, para comprender las dinámicas actuales del sector e identificar las posibles oportunidades de mejora en cuanto a la competitividad de este.

#### Competitividad.

En el escalafón de la competitividad de los departamentos de Colombia se examina el estado de las ventajas competitivas de las regiones del país, teniendo en cuenta cinco factores principales con diferente peso, estos son; bienestar social y capital humano, infraestructura y logística, fortaleza económica, la ciencia, tecnología e innovación, y finalmente la institucionalidad y gestión pública. Para el año 2017 el Valle del Cauca ocupaba la séptima posición encontrándose entre los departamentos líderes del país. En cuanto a ciencia tecnología e innovación se incluye inversión CT&I, producción científica y educación superior. El valle ocupó el séptimo lugar con un desempeño medio alto. En resumen, se denomina un nivel de competitividad estable, y la inversión en ciencia tecnología e innovación estancada, ya que decreció frente a otros periodos anteriores (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2017).

#### Innovación.

De acuerdo con el mapeo de innovación realizado para los periodos 2015-2016 por la Cámara de Comercio de Cali (2018) se determina que, de las 93 empresas encuestadas en la región, el 75% afirma haber innovado en algún aspecto como producto (53,8%), proceso (56,4%), marketing (41%) y organización (53,8%). Y el 42% de estas innovaciones se presentaron en los sectores comercio y manufactura. Cabe destacar que, el 43% de las empresas medianas referenciadas innovan en sus productos, frente al 33% de las empresas grandes, mostrando una necesidad por el crecimiento de sus productos las empresas de menor tamaño.

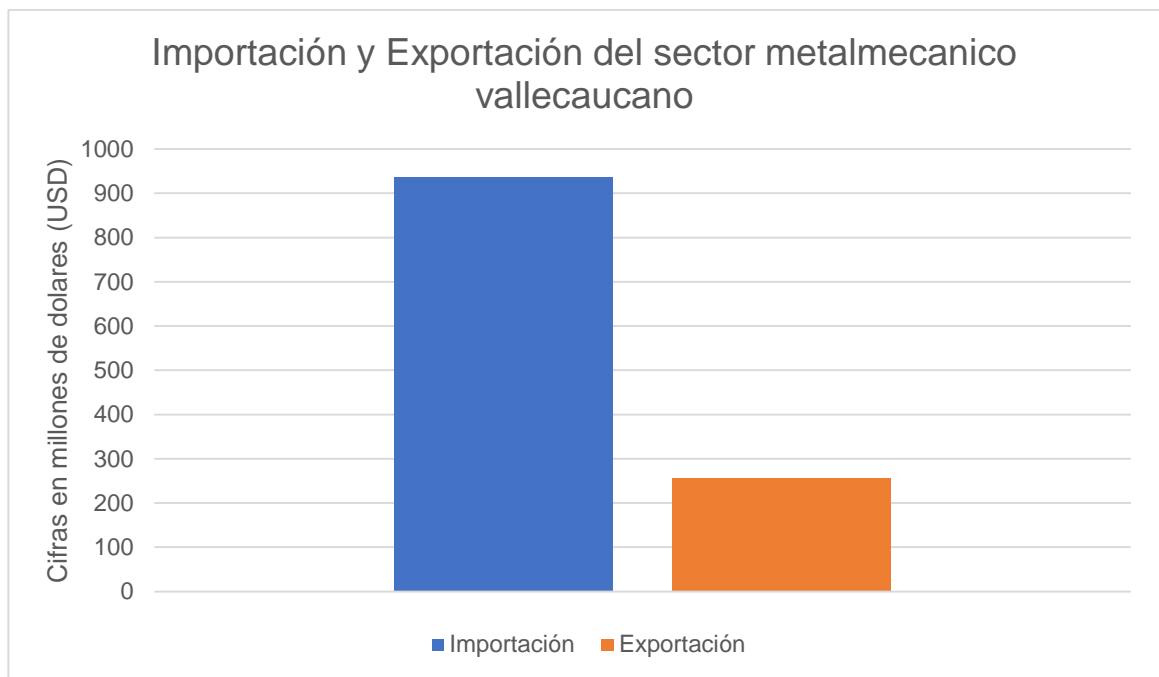
#### Mercado laboral.

En la ciudad de Cali, el porcentaje de población con nivel educativo superior que se encuentra en ocupación representó el 30,6% del total de empleados en la Ciudad, con educación secundaria el 55,4% y 14,1% con primaria o menos. Además, 51,0% de la población ocupada con nivel educativo superior está en empresas grandes y medianas en el periodo entre octubre y diciembre del 2019 (Cámara de Comercio de Cali, 2020).

#### Comercio exterior.

Para el año 2018, de acuerdo con lo publicado por la cámara de comercio de Cali en el informe “Enfoque competitivo #109”, el sector metalmecánico de Colombia

importó por un valor de USD 15.614 millones y exportó por un valor de USD 1.639 millones, de lo cual, el Valle del Cauca tuvo una participación del 6% y 15,7% respectivamente. En el Figura 5, se muestra el desbalance enorme entre importación y exportación del sector metalmecánico vallecaucano. Cabe destacar que, Según Grossman y Helpman (1991) las empresas manufactureras, orientadas a la exportación, tienden a ser tecnológicamente más avanzadas y su progreso técnico puede difundirse, generando efectos positivos sobre la economía regional. Entonces, el sector metalmecánico del departamento podría deber su estancamiento tecnológico a la falta de capacidad exportadora.



**Figura 5: Importación vs. Exportación del sector metalmecánico vallecaucano. Adaptado de (Cámara de Comercio de Cali, 2018). Elaboración propia.**

Sumado a lo anterior, la competitividad de una región tiene estrecha relación con la tecnología incorporada en sus procesos productivos, en este sentido, en la medida en que se incorpore más conocimiento especializado en la fabricación de los bienes exportados, mayores posibilidades de desarrollo económico y competitividad tendrá una región o país. Un ejemplo de esto es el hecho de que en el 2016 las exportaciones colombianas de alta intensidad tecnológica incorporada representaron solo el 2,5% del total nacional, y el Valle del Cauca fue responsable del 9% (Cámara de Comercio de Cali, 2018).

### **5.3 Evaluar escenarios posibles teniendo en cuenta las oportunidades y riesgos que enfrenta el sector metalmecánico vallecaucano**

#### 5.3.1 Sondeo a empresas metalmecánicas de Cali.

Se realizó una encuesta que brindó información sobre la realización de proyectos de innovación, los resultados esperados vs obtenidos, mercado laboral, capacidad productiva, entre otros (Anexo 2). Logrando consigo, tener una perspectiva de primera mano acerca de la implementación de tecnologías intensivas en el sector metalmecánico. Cabe destacar que, la encuesta fue posible realizarla a dos empresas del sector metalmecánico de la ciudad de Cali, esto debido a la imposibilidad de encuestar presencialmente a causa del problema sanitario actual en el país frente al COVID 19, como también, la enorme dificultad para ser atendido por las empresas mediante medios digitales, los resultados se encuentran en el anexo 3.

El primer tema que tocó la encuesta fue las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). Se obtuvo que, principalmente los proyectos en TICs están ligados a departamentos administrativos, enfocado en el acceso y transmisión de información en tiempo real, pero, dejando de lado la adquisición y gestión de Big Data. En cuanto al área de producción, se invierte en PLC, CPU y afines, para el control medianamente automatizado del proceso, pero, con habilidad nula de transmisión de información o monitoreo en tiempo real.

El segundo tema fue los recursos humanos. Nuevamente se observa preferencia para el área administrativa, requiriendo para esta mano de obra profesional. En contraste, las áreas de producción y logística requieren principalmente personal técnico con experiencia. Por último, se observó dificultad para encontrar el personal con las características requeridas, incluso, una de las empresas encuestadas afirmó que su actual personal no cumple tales requerimientos.

El tercer tema fue la investigación y desarrollo (I+D). Unánimemente las empresas declararon que no están realizando proyecto alguno de I+D, pero, están concentrando sus esfuerzos en nuevos mercados y productos. Por otro lado, mayoritariamente están interesados en invertir en toda clase de tecnologías, a excepción de maquinaria básica y TICs, pero, declaran que no tienen fondos ni personal capacitado para la adopción de nuevas tecnologías intensivas.

El cuarto y último tema fue la capacidad de innovación. Se observó que, las principales máquinas utilizadas van desde el año 2005 (centro de mecanizado) hasta el 2017 (Soldador de punto), resaltando que están en capacidad de cumplir con la demanda actual, de fabricar productos y prestar servicios nuevos, pero, a pesar de tales consideraciones, desean actualizar su maquinaria. Sumado a lo anterior, las empresas afirman que obtienen mayor crecimiento general cuando innovan los servicios prestados y la tecnología utilizada. Por otro lado, consideran

que la disminución de la demanda, el personal no calificado y el mercado lleno de productos importados han sido las principales dificultades para su crecimiento.

### 5.3.2 Plan de trabajo.

Antes que nada, para proceder en la realización del plan de trabajo con el fin definir una ruta que permita a las empresas pertenecientes al sector metalmeccánico mejorar su competitividad, se tendrá en cuenta lo siguiente. Primero, en el sector metalmeccánico vallecaucano existen un gran número de empresas enfocadas en diferentes áreas como lo son la producción de maquinaria, producción de equipos eléctricos, producción de autopartes, entre otros, lo cual impide la especificidad de los proyectos que se propongan en este plan. Segundo, se concentró solo en dos factores, la investigación y desarrollo y la obtención de mano de obra calificada en competencias relevantes para la empresa, ya que estos, son los factores que más relevancia tiene en la competitividad de las empresas del sector metalmeccánico colombiano. Tercero y último, se tendrá en cuenta el contexto industrial vallecaucano con el fin de que, el plan sea lo más generalizable posible para las empresas metalmeccánicas.

Ahora bien, en cuanto la realización de proyectos de investigación y desarrollo (I+D) las empresas del sector metalmeccánico pueden optar por lo siguiente. Primero, deben evaluar si su personal está en la capacidad de realizar actividades I+D, puesto que, estas actividades requieren de mano de obra altamente calificada. Como dice Will Kenton, una de las principales dificultades al momento de realizar actividades I+D es la mano de obra incapaz de satisfacer las necesidades del proyecto (2020). Segundo, como se observó en la encuesta realizada, las empresas suelen carecer de capital suficiente para la adquisición de maquinaria de alta tecnología, por lo tanto, las actividades de I+D deben ser concentradas en técnicas que permitan optimizar la capacidad productiva actual de la empresa y en el desarrollo y mejoramiento de productos bajo la restricción de tecnología y capacidad instalada. Tercero y último, si la empresa no cuenta con departamento de I+D, se recomienda crearlo, esto debido a que, las actividades de I+D se concentrarán en la adquisición de técnicas para mejorar procesos y productos, requiriendo alta investigación en temas de ciencias aplicadas e ingenierías, lo cual requiere que las personas asignadas en la actividad estén en un lugar propicio para tales investigaciones.

En cuanto a talento humano hay ciertos factores a los que el sector debe apostar para afrontar los retos que se les presentan, uno de ellos es el enfoque de la capacitación del capital humano. Se afirma que es importante tener personas capacitadas en tecnología de punta, innovación, profesionales en la industria siderúrgica, así como personal que a nivel técnico le apunte al desarrollo de todo el encadenamiento del sector (Betancourt & Cruz, 2018). Por ello, en términos generales es relevante tener en cuenta en la contratación del recurso humano, la determinación de qué trabajo, tarea o actividad es necesario llevar a cabo en la

organización, elaborar las descripciones de las funciones de los puestos, atraer a los candidatos adecuados seleccionando los más calificados, para finalmente apoyar el establecimiento de los trabajadores a sus puestos de trabajo. Por otro lado, es importante que las organizaciones conozcan las estrategias para mantener el recurso humano, para ello una de las formas más conocidas es por medio de la motivación, donde la jerarquía de necesidades de Maslow es ampliamente utilizada; en el primer nivel se encuentran los salarios, ya que estos satisfacen las necesidades básicas de los seres humanos, en el puesto de trabajo por ende se debe asegurar un salario justo, así como demás incentivos monetarios; el segundo nivel hace referencia a la seguridad, por lo cual la estabilidad y la seguridad en el trabajo, tiene un gran impacto en la productividad; en el tercer nivel se encuentra la necesidad del individuo de pertenecer a un grupo, por lo que propender porque el talento humano tenga un equipo de trabajo en el cual se sienta cómodo es sumamente importante; posteriormente, se establece que las personas desean ser valoradas por lo que hacen, por lo cual la evaluación del desempeño y la retribución aumenta su motivación. puesto que, la capacitación y el desarrollo profesional permitirá a los trabajadores rendir al máximo de sus capacidades (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2016)

### 5.3.3 Evaluación de oportunidades y riesgos.

Teniendo en cuenta el contexto de la industria vallecaucana, el plan de trabajo postulado y los resultados obtenidos en la encuesta, se creó la matriz DOFA presentada en la Figura 6. Primero, se resalta como las principales debilidades del sector metalmeccánico la alta dependencia del sector agroindustrial, como lo son los ingenios azucareros, como también, la poca inversión en proyectos de I+D, mano de obra no calificada y poco capital destinado a la inversión. Segundo, se define como oportunidades del sector la posibilidad de optimizar la capacidad instalada mediante el mejoramiento de las técnicas en los procesos y la adquisición de mano de obra calificada, capacidad de incursionar en nuevos mercados tanto de bienes como de servicios y el aumento de la competitividad mediante la aplicación de tecnologías blandas. Tercero, se encontró como fortalezas del sector una buena cantidad de investigaciones teóricas, proyectos y programas aplicables al proceso productivo, una alta experiencia en la elaboración de productos semielaborados y un mercado laboral decente en el departamento. Cuarto y último, se define como amenaza el alto crecimiento de la importación causando una disminución en ventas, poca información de políticas que benefician el crecimiento industrial, dificultad para conseguir apoyo económico de entidades bancarias y contrabando de partes y equipos.

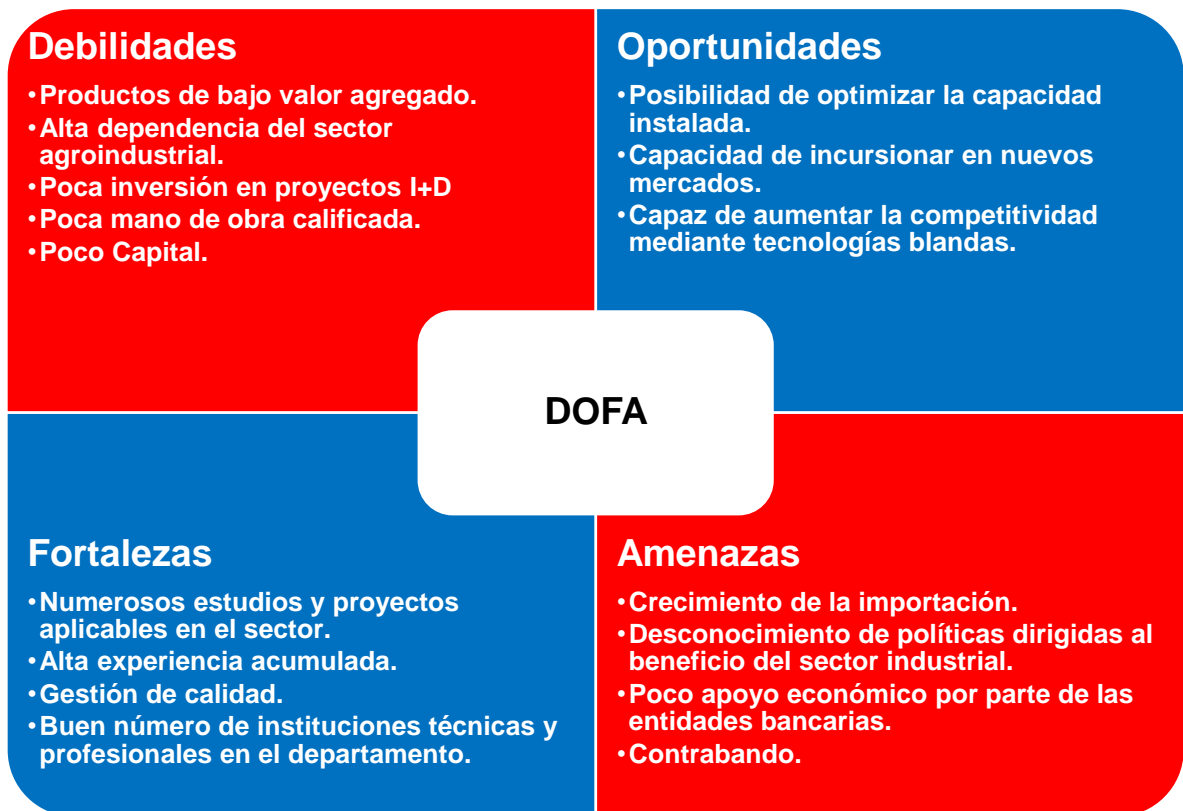


Figura 6: Matriz DOFA. Elaboración propia.

## **6 CONCLUSIONES**

### **6.1 Primer objetivo**

Gracias a la identificación de los métodos de medición del nivel tecnológico se determinaron los factores o variables que de acuerdo con diversos autores permiten definir en qué estado se encuentran las empresas del sector metalmeccánico en cuanto a la implementación de tecnologías, algunas de estas variables son el capital humano, maquinaria, aspectos organizacionales, conocimientos, competencias, recursos financieros, entre otros. Sumando a lo anterior, se identificó que los métodos más usados para la medición del nivel tecnológico en organizaciones metalmeccánicas o afines son de tipo descriptivo, donde las encuestas son la herramienta de recolección de información comúnmente usada, debido a entre otras cosas, la facilidad de su aplicación.

Finalmente, se encontró de manera general que en diferentes departamentos del país donde se han llevado a cabo diagnósticos de este tipo, las empresas presentan atrasos en cuanto a las tecnologías usadas en sus procesos, lo cual coincide con otras investigaciones llevadas a cabo, donde diferentes autores como los mencionados en los antecedentes del presente proyecto, afirman que el sector metalmeccánico colombiano presenta falencias y entornos desfavorables de modernización.

### **6.2 Segundo Objetivo**

Con la caracterización del sector metalmeccánico del departamento del Valle del Cauca se logró analizar estadísticamente las variables que afectan de manera más significativa la competitividad de las empresas de la región, obteniendo que, la inversión en investigación y desarrollo junto a la adquisición y mantenimiento de personal capacitado son las variables que influyen en mayor medida, lo cual coincide con el estudio llevado a cabo por Grisales y Londoño (2015), presentado en los antecedentes, donde afirman que el uso adecuado de las nuevas tecnologías, sumado con el talento humano, son los factores clave para garantizar la competitividad del sector.

Posteriormente, con la contextualización de la región, centrada en la competitividad, producción, innovación, mercado laboral y comercio exterior, se concluyó que la región se caracteriza por una competitividad estable, es decir, que entre los periodos de una y otra medición, el departamento no presenta mejores ni peores resultados. Por otro lado, la inversión en ciencia, tecnología e innovación se encuentra estancada, puesto que el Valle del Cauca presenta menores niveles de inversión frente a periodos anteriores. Sin embargo, un 75% de las 93 empresas encuestadas en el mapeo de innovación de la región, aseguran haber invertido en la innovación de algún aspecto de su compañía, siendo la innovación en productos la más frecuente. Todo lo anterior tiene relación con el comercio exterior, puesto que, las empresas orientadas a la exportación tienden a ser tecnológicamente más

avanzadas, lo que afecta a su vez a la competitividad de la región donde se encuentran, gracias a la estrecha relación entre la tecnología incorporada en los procesos productivos de las organizaciones, la competitividad y desarrollo económico de la región. De acuerdo con los resultados, si bien un amplio porcentaje de las empresas aseguran innovar, estas lo hacen enfocadas sobre todo en sus productos, por lo cual la innovación ligada a la tecnología en los procesos productivos no es frecuente en el entorno empresarial del Valle del Cauca, lo que genera afectaciones en las exportaciones, y la competitividad de la región, tal y como lo mencionaba Córdoba (1991) en su estudio, la industria incluso hoy día sigue presentando atrasos y obsolescencia en las tecnologías usadas en los procesos productivos, además de entornos desfavorables de modernización.

### **6.3 Tercer Objetivo**

Por último, con toda la información recolectada se encuentra que existe una oportunidad de mejora en el sector metalmeccánico vallecaucano mediante la inversión en proyectos de investigación y desarrollo como también en la adquisición de personal capacitado en actividades relevantes para la empresa. Además, se define que el sector metalmeccánico vallecaucano tiene un buen margen de mejora al momento de optimizar la capacidad productiva instalada por medio de la implementación de tecnologías blandas. Pero cabe destacar que, tales proyectos están limitados por el capital disponible para la inversión y por un mercado saturado.

### **6.4 Objetivo general**

A nivel nacional las variables de I+D y personal capacitado son las que mayor relevancia tienen para la productividad del sector metalmeccánico, y, al tener en cuenta el contexto del sector en el Valle del Cauca, se encuentra que tales variables están en cierta medida estancadas y con gran margen de mejora. Por otro lado, se demuestra que las condiciones contractuales que enfrenta el sector restringen la adquisición de maquinaria de alta tecnología, ya sea por falta de capital o por mano de obra que no cumple con las expectativas. Teniendo en cuenta las ideas anteriores se concluye que, las empresas pertenecientes al sector metalmeccánico del departamento del Valle del Cauca tienen una oportunidad de mejorar en su competitividad mediante la implementación de una combinación de tecnologías intensivas, las cuales son la investigación y desarrollo junto la adquisición, capacitación y mantenimiento de una mano de obra calificada en competencias relevantes para las empresas, permitiéndoles ser más competitivas tanto en el mercado nacional e internacional. Pero, dada la naturaleza de las variables relevantes, su proceso de mejora debe ser implementado paso a paso, es decir que, sus beneficios se esperan a largo plazo.

## **7 RECOMENDACIONES**

Es importante resaltar que la metodología propuesta en el presente proyecto se considera adecuada para ser usada o ampliada en otras regiones del país, sin embargo, los resultados aquí expuestos no representan la situación del sector metalmeccánico a nivel nacional, puesto que se debe tener en cuenta que las características de las empresas en el Valle del Cauca varían respecto a las de otros departamentos. Esto gracias a las dinámicas empresariales que caracterizan la industria manufacturera vallecaucana, las cuales influyen de igual forma en el sector metalmeccánico.

Por otra parte, si posteriores investigaciones desean evaluar las oportunidades de mejora de una empresa individual perteneciente al sector metalmeccánico, se recomienda que, reconozcan el grupo productivo del sector metalmeccánico al cual pertenece la empresa, así, logrando obtener una mejor caracterización de su proceso obteniendo un mayor impacto de los proyectos de mejoramiento que se puedan realizar, puesto que, las variables relevantes en la competitividad de dicho grupo pueden variar considerablemente con respecto a todo el sector o diferentes grupos.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Alandete Rodríguez, V., Barahona Pineda, M., García Acuña, Y., Velilla Pérez, A., & Cantillo Guerrero, E. (2012). Análisis descriptivo de sectores metalmeccánicos líderes en el mundo para el desarrollo y fortalecimiento del sector metalmeccánico en el departamento del Atlántico. *10ma Conferencia latinoamericana y del Caribe de Ingeniería y Tecnología*. Panamá.
- Alcaldía de Manizales. (2014). Caracterización Sector Metalmeccanico de Manizales. Colombia.
- ANDI. (2018). Informe del Sector Siderúrgico. Colombia: Comité Colombiano de Productores de Acero.
- Arteaga Basurto, C., & González Montaña, M. (2001). Diagnóstico. 86-106. México: UNAM.
- Betancourt, B., & Cruz, J. (2018). Escenarios futuros del sector metalmeccánico. *Municipio de Tuluá y su zona de influencia. Horizonte 2018-2028*. Tuluá.
- Blanco Encinosa, L. J. (2016). Innovación y subdesarrollo: la paradoja de las tecnologías "blandas" en dirección. *Cofin Habana, 10(1)*, 39-56.
- Braidot, N., Formento, H., & Nicolini, J. (Marzo de 2003). Desarrollo de una metodología de diagnóstico para empresas PyMEs industriales y de servicios. Instituto de Industria.
- Cámara de Comercio de Cali. (2018). Enfoque Competitivo. *La industria de los pesado(109)*. Cali.
- Cámara de Comercio de Cali. (2020). Ritmo Laboral. (61). Cali, Colombia.
- Caraballo, I. (2015). La Innovación en China. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Productividad y Competitividad. *Facultad de Ciencias Económicas y Sociales*. Universidad Nacional del Mar de Plata.
- Casaburi, I. (2018). Tendencias de la inversión china en Europa. *Informe 2018*. España: Gobierno de Cataluña.
- Cedetrabajo. (2016). La industria metalmeccánica en Colombia frente a los TLC. *Informe SIA #23*. Sistema de Información Alternativo.
- Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación [CIECTI]. (2012). Análisis Tecnología Sectorial.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2017). Escalafón de la competitividad de los departamentos de Colombia 2017. Bogotá.

- Cordoba Nieto, E. (1991). El nivel tecnológico de la industria metalmecánica plantea nuevos retos a la ingeniería Nacional. *Ingeniería e Investigación*, 17-26.
- DANE. (Marzo de 2012). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de Todas las Actividades Económicas. Revisión 4 adaptada para Colombia CIIU Rev. 4*. A.C. Obtenido de DANE: [https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU\\_Rev4ac.pdf](https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf)
- DANE. (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria Manufacturera - EDIT IX 2017-2018*. Obtenido de EDIT: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin\\_EDIT\\_manufacturera\\_2017\\_2018.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf)
- DATLAS. (2016). *Diversificación Inteligente: Posibilidades de diversificación y sofisticación de la Industria Metalmecánica en Colombia*. Obtenido de [https://www.bancoldex.com/sites/default/files/documentos/perfil\\_industrial\\_metalmecanica.pdf](https://www.bancoldex.com/sites/default/files/documentos/perfil_industrial_metalmecanica.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (s.f.). *Metalmecánica*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/metalmecanica.pdf>
- Economía Digital. (2019). *Actualizarse para sobrevivir: el 62% de las empresas argentinas invierten en innovación*. Obtenido de iprouP: <https://www.iproup.com/economia-digital/7583-universidad-blas-pascal-estados-unidos-cordoba-Innovacion-cuantas-empresas-argentinas-invierten-en-tecnologia>
- Estrada, S., Cano, K., & Aguirre, J. (Noviembre de 2018). ¿Cómo se gestiona la tecnología en las pymes? Diferencias y similitudes entre micro, pequeñas y medianas empresas. *Contaduría y Administración*, 64(1), 1-21.
- Foro Económico Mundial [WEF]. (2019). *El Informe de competitividad global*. Obtenido de weforum: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)
- Gonzales, J. A. (2015). Innovación y tecnología, factores claves de competitividad empresarial. *Una mirada desde lo local*, 7, 103-124. Bucaramanga, Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Grisales Carvajal, H., & Londoño Rodas, A. S. (2015). El uso de la tecnología en las pequeñas y medianas empresas del sector metalmecánico de Pereira y Dosquebradas. (*Tesis de pregrado*). Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovación y crecimiento en la economía global*. MIT press.
- Gutiérrez, J. A. (1996). La productividad en la industria metalmecánica colombiana. *Innovar*(7), 51-73.
- Kenton, W. (Febrero de 2020). *Investigación y desarrollo (I+D)*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/r/randd.asp>
- Labarca, N. (2007). Consideraciones Teóricas de la Competitividad Empresarial. *13*(2), 158-184. Omnia.
- Luna, D. (2018). *Taiwán: automatización emergente*. Obtenido de Reportero Industrial: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Taiwan,->
- Mendoza, J. G., Olea, J., & Valenzuela, A. (2015). Gestión tecnológica en micro, pequeña y mediana empresa: un estudio exploratorio de las industrias metalmecánica y de tecnologías de información en Sonora, México. ALTEC.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2019). Informe de Gestión 2018. Bogotá: Mincomercio.
- Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2016). *El recurso humano y la productividad*. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/---ifp\\_seed/documents/instructionalmaterial/wcms\\_553925.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf)
- Portugal, V. (2017). Diagnóstico Empresarial. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.
- ProColombia. (2016). *El Mundo Invierte en Colombia*. Obtenido de ProColombia.co: [https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR\\_METAL MECANICA\\_2016.pdf](https://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/SECTOR_METAL_MECANICA_2016.pdf)
- Saavedra García, M. L., & Milla Toro, S. O. (2012). La Competitividad en el Nivel Micro de la Mipyme en el Estado de Querétaro. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez Castro, J. J., Molina, G. K., & Arenas, G. C. (2009). La innovación como fuente de ventaja competitiva: Un análisis del sector metalmecánico de Pereira y Dosquebradas. *XV*(42), 99-104. Scientia et Technica.
- SENA. (2012). Caracterización del Sector Metalmecánico y Área de Soldadura. Bogotá, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje Sena.
- Suñol, S. (2006). Aspectos Teóricos de la Competitividad. *XXXI*(2). Santo Domingo: Ciencia y Sociedad.

- Velosa García, J. D., & Sánchez Ayala, L. M. (2012). Análisis de la capacidad tecnológica en Pymes metalmecánicas: una metodología de evaluación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(72), 128-147.
- Velosa, J. D. (2011). Aproximación de modelo metodológico sobre capacidad tecnológica para las pymes del sector metalmecánico colombiano. (*Tesis de Maestría*). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

## 9 ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de regresión: Y vs. X1; X2; X3; X4; X5; X6

#### Selección de términos hacia adelante

$\alpha$  a entrar = 0,25

#### Análisis de Varianza

| Fuente    | GL | SC Ajust. | MC Ajust. | Valor F | Valor p |
|-----------|----|-----------|-----------|---------|---------|
| Regresión | 2  | 7,9525    | 3,9763    | 13,52   | 0,010   |
| X3        | 1  | 0,5092    | 0,5092    | 1,73    | 0,245   |
| X5        | 1  | 0,5069    | 0,5069    | 1,72    | 0,246   |
| Error     | 5  | 1,4704    | 0,2941    |         |         |
| Total     | 7  | 9,4230    |           |         |         |

#### Resumen del modelo

| S        | R-cuad. | R-cuad. (ajustado) | R-cuad. (pred) |
|----------|---------|--------------------|----------------|
| 0,542301 | 84,40%  | 78,15%             | 63,51%         |

#### Coeficientes

| Término   | Coef   | EE del coef. | Valor T | Valor p | FIV  |
|-----------|--------|--------------|---------|---------|------|
| Constante | 17,493 | 0,606        | 28,85   | 0,000   |      |
| X3        | 6,30   | 4,78         | 1,32    | 0,245   | 4,18 |
| X5        | 19,1   | 14,6         | 1,31    | 0,246   | 4,18 |

#### Ecuación de regresión

$$Y = 17,493 + 6,30 X3 + 19,1 X5$$

## Anexo 2: Encuesta sobre la implementación de tecnologías intensivas.



**Propósito:** Recolectar información con la cual se diagnosticará la situación actual de las Pymes del sector metalmecánico de la ciudad de Cali y a su vez, responder si existe una oportunidad de mejora en cuanto la implementación de tecnologías intensivas. La información recolectada será confidencial y de uso estrictamente académico, con el fin de aportar información verídica y actualizada para el desarrollo del proyecto de grado como requisito para optar por el título de ingeniería industrial "Diagnostico de tecnologías usadas en las pymes del sector metalmecánico de la ciudad de Cali".

Acepta que la información que usted suministre sea utilizada en el proyecto:

Si. Firma: \_\_\_\_\_

| Información general de la empresa                        |          |          |
|--|----------|----------|
| <b>Razón Social</b>                                      |          |          |
| <b>Clasificación Pyme</b>                                | Pequeña: | Mediana: |
| <b>Cargo del encuestado (Gerente/Propietario/Otros):</b> |          |          |
| <b>A que se dedica la empresa:</b>                       |          |          |

### I. Tecnologías de la información y la comunicación:

- ¿En la empresa se ha realizado proyectos de comunicación o redes?
  - En transmisión de información entre departamentos en tiempo real.
  - Maquinaria y equipo conectados a la nube.
  - Otro: \_\_\_\_\_
  - No ha realizado proyectos de este tipo.
- ¿La empresa ha invertido en ordenadores, CPU, PLC o afines?
  - Si.
  - No.
- ¿La empresa cuenta con algún servicio de red, almacén o gestor de información empresarial en la nube? (Donde se pueda tener acceso en todo momento a la información general de la empresa)
  - Si.
  - No.
- ¿La empresa cuenta con algún software de gestión y control? Puede marcar varias respuestas.
  - Financiero.
  - Administrativo.
  - Productivo.
  - Integrado con toda la organización.
  - Otro: \_\_\_\_\_
  - No.

¿La empresa cuenta con acceso a alguna base de datos (Big Data)?

1

- Si.
- No.

### II. Recursos humanos

5. Marque con una X el nivel educativos promedio exigidos para cada área.

|             | Administrativo | Comercial | Financiero | Productivo | Logístico |
|-------------|----------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Bachiller   |                |           |            |            |           |
| Técnico     |                |           |            |            |           |
| Tecnólogo   |                |           |            |            |           |
| Profesional |                |           |            |            |           |
| Postgrado   |                |           |            |            |           |

6. Marque con una X la importancia que tiene cada competencia en el proceso de selección. Siendo 1 menos importante y 5 imprescindible.

|                        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|---|---|---|---|---|
| Nivel educativo        |   |   |   |   |   |
| Experiencia            |   |   |   |   |   |
| Logros Obtenidos       |   |   |   |   |   |
| Habilidades Personales |   |   |   |   |   |
| Habilidades sociales   |   |   |   |   |   |

7. Marque con una X la dificultad de obtener capital humano. Siendo 1 fácil de encontrar y contratar y 5 rara vez se consigue.

|             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|---|---|---|---|---|
| Bachiller   |   |   |   |   |   |
| Técnico     |   |   |   |   |   |
| Tecnólogo   |   |   |   |   |   |
| Profesional |   |   |   |   |   |
| Postgrado   |   |   |   |   |   |

8. ¿Actualmente el personal en la organización cumple las expectativas anteriormente planteadas?

- Si.  
 No.

### III. Investigación y desarrollo

9. ¿La organización actualmente está realizando proyectos de inversión en tecnología?

- Si.  
 No.

10. ¿La organización actualmente este realizando proyectos de desarrollo de nuevos procesos o productos?

- Si.  
 No.

11. Marque con una X. La organización actualmente está invirtiendo o quiere invertir en tecnologías de tipo:

| TECNOLOGÍA                                  | Está invirtiendo | Esta interesado | No está interesado |
|---|------------------|-----------------|--------------------|
| TIC's                                       |                  |                 |                    |
| Maquinaria manual                           |                  |                 |                    |
| Maquinaria hidráulica                       |                  |                 |                    |
| Maquinaria neumática                        |                  |                 |                    |
| Maquinaria eléctrica                        |                  |                 |                    |
| Sistemas avanzados de planeación            |                  |                 |                    |
| Sistemas de control de calidad              |                  |                 |                    |
| Sistemas de automatización de procesos      |                  |                 |                    |
| Equipos informáticos (PC, CPU, entre otros) |                  |                 |                    |

12. ¿Cuál o cuáles son las principales dificultades al momento de invertir en tecnología?

- No cuenta con dinero.  
 No considera importante invertir en tecnología.  
 Cuenta con tecnología suficiente.  
 No cuenta con personal capacitado para las nuevas tecnologías.  
 No conoce en que tecnologías puede invertir.  
 Otro: \_\_\_\_\_

### IV. Capacidad de innovación

13. Enuncie las maquinarias relevantes en su proceso productivo y el año de adquisición.

| Maquina | Año |
|---------|-----|
|         |     |
|         |     |
|         |     |

14. ¿Considera que la anterior maquinaria cumple con la demanda de su mercado?

- Si.  
 No.

15. ¿Considera usted que tal maquinaria debería ser renovada o cambiada por otro modelo?

- Si.  
 No.

16. ¿Considera que está en capacidad de fabricar un nuevo producto o prestar un servicio diferente con su capacidad actual?

- Si.  
 No.

17. ¿Actualmente ha incursionado en nuevos mercados? Si la respuesta es afirmativa, describa si obtuvo beneficios o no.

- Si. \_\_\_\_\_  
 No.

18. ¿Considera que su organización ha crecido gracias a la innovación de sus procesos, productos o servicios y por qué?

- Si. \_\_\_\_\_  
 No. \_\_\_\_\_

19. Califique su crecimiento general como empresa del 1 al 5 cuando:

| SITUACIÓN                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|
| No innova sus procesos              |   |   |   |   |   |
| No innova sus productos o servicios |   |   |   |   |   |
| No innova su tecnología             |   |   |   |   |   |
| Innovando sus procesos              |   |   |   |   |   |
| Innovando sus servicios             |   |   |   |   |   |
| Innovando su tecnología             |   |   |   |   |   |

20. Califique del 1 al 5 lo perjudicial que ha sido para su capacidad de innovación lo siguiente.

| CAUSALES                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Políticas del gobierno                   |   |   |   |   |   |
| Personal con un solo enfoque operacional |   |   |   |   |   |
| Disminución de demanda                   |   |   |   |   |   |
| Mercado lleno de productos importados    |   |   |   |   |   |
| Desconocimiento de nuevos mercados       |   |   |   |   |   |
| Límites de capacidad                     |   |   |   |   |   |

## Anexo 3: Resultados relevantes de la encuesta.



Tecnologías de la información y la comunicación:

**1. ¿En la empresa se ha realizado proyectos de comunicación o redes?**

- En transmisión de información entre departamentos en tiempo real. 50%
- Maquinaria y equipo conectados a la nube. 0%
- No ha realizado proyectos de este tipo. 50%

**2. ¿La empresa ha invertido en ordenadores, CPU, PLC o afines?**

- Si. 100%
- No. 0%

**3. ¿La empresa cuenta con algún servicio de red, almacén o gestor de información empresarial en la nube? (Donde se pueda tener acceso en todo momento a la información general de la empresa)**

- Si. 50%
- No. 50%

**4. ¿La empresa cuenta con algún software de gestión y control? Puede marcar varias respuestas.**

- Financiero. 0%
- Administrativo. 50%
- Productivo. 0%
- Integrado con toda la organización. 0%
- No. 50%

**¿La empresa cuenta con acceso a alguna base de datos (Big Data)?**

- Si. 0%
- No. 100%

### I. Recursos humanos

**5. Marque con una X el nivel educativos promedio exigidos para cada área.**

|             | Administrativo | Comercial | Financiero | Productivo | Logístico |
|-------------|----------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Bachiller   |                |           |            |            |           |
| Técnico     |                |           |            | 50%        | 50%       |
| Tecnólogo   |                | 50%       | 50%        |            |           |
| Profesional | 100%           | 50%       | 50%        | 50%        | 50%       |
| Postgrado   |                |           |            |            |           |

**6. Marque con una X la importancia que tiene cada competencia en el proceso de selección. Siendo 1 menos importante y 5 imprescindible.**

|                        | 1 | 2   | 3   | 4    | 5   |
|------------------------|---|-----|-----|------|-----|
| Nivel educativo        |   |     |     | 100% |     |
| Experiencia            |   |     | 50% |      | 50% |
| Logros Obtenidos       |   | 50% | 50% |      |     |
| Habilidades Personales |   |     |     | 50%  | 50% |
| Habilidades sociales   |   |     |     | 50%  | 50% |

**7. Marque con una X la dificultad de obtener capital humano. Siendo 1 fácil de encontrar y contratar y 5 rara vez se consigue.**

|             | 1   | 2   | 3   | 4   | 5 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|---|
| Bachiller   | 50% | 50% |     |     |   |
| Técnico     |     |     | 50% | 50% |   |
| Tecnólogo   |     |     | 50% | 50% |   |
| Profesional |     | 50% | 50% |     |   |
| Postgrado   |     | 50% |     | 50% |   |

**8. ¿Actualmente el personal en la organización cumple las expectativas anteriormente planteadas?**

- Si. 50%
- No. 50%

### II. Investigación y desarrollo

**9. ¿La organización actualmente está realizando proyectos de inversión en tecnología?**

- Si. 0%
- No. 100%

**10. ¿La organización actualmente este realizando proyectos de desarrollo de nuevos procesos o productos?**

- Si. 100%
- No. 0%

**11. Marque con una X. La organización actualmente está invirtiendo o quiere invertir en tecnologías de tipo:**

| TECNOLOGÍA        | Está invirtiendo | Esta interesado | No está interesado |
|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| TIC's             |                  | 50%             | 50%                |
| Maquinaria manual |                  |                 | 50%                |

|   |      |  |
|---|------|--|
| Maquinaria hidráulica                       | 100% |  |
| Maquinaria neumática                        | 100% |  |
| Maquinaria eléctrica                        | 100% |  |
| Sistemas avanzados de planeación            | 100% |  |
| Sistemas de control de calidad              | 100% |  |
| Sistemas de automatización de procesos      | 100% |  |
| Equipos informáticos (PC, CPU, entre otros) | 100% |  |

**12. ¿Cuál o cuáles son las principales dificultades al momento de invertir en tecnología?**

- No cuenta con dinero. 100%
- No considera importante invertir en tecnología. 0%
- Cuenta con tecnología suficiente. 0%
- No cuenta con personal capacitado para las nuevas tecnologías. 50%
- No conoce en que tecnologías puede invertir. 0%

### III. Capacidad de innovación

**13. Enuncie las maquinarias relevantes en su proceso productivo y el año de adquisición.**

| Maquina           | Año  |
|-------------------|------|
| Press Brake       | 2014 |
| Soldador punto    | 2017 |
| Cizalla           | 2014 |
| Centro mecanizado | 2005 |

**14. ¿Considera que la anterior maquinaria cumple con la demanda de su mercado?**

- Si. 100%
- No. 0%

**15. ¿Considera usted que tal maquinaria debería ser renovada o cambiada por otro modelo?**

- Si. 100%
- No. 0%

**16. ¿Considera que está en capacidad de fabricar un nuevo producto o prestar un servicio diferente con su capacidad actual?**

- Si. 100%
- No. 100%

**17. ¿Actualmente ha incursionado en nuevos mercados? Si la respuesta es afirmativa, describa si obtuvo beneficios o no.**

- Si. 100%
- No. 0%

**18. ¿Considera que su organización ha crecido gracias a la innovación de sus procesos, productos o servicios y por qué?**

- Si. 50%
- No. 50%

**19. Califique su crecimiento general como empresa del 1 al 5 cuando:**

| SITUACIÓN                           | 1   | 2    | 3    | 4    | 5 |
|-------------------------------------|-----|------|------|------|---|
| No innova sus procesos              |     | 100% |      |      |   |
| No innova sus productos o servicios | 50% |      | 50%  |      |   |
| No innova su tecnología             |     |      | 100% |      |   |
| Innovando sus procesos              |     |      | 100% |      |   |
| Innovando sus servicios             |     |      |      | 100% |   |
| Innovando su tecnología             |     |      | 50%  | 50%  |   |

**20. Califique del 1 al 5 lo perjudicial que ha sido para su capacidad de innovación lo siguiente.**

| CAUSALES                                 | 1 | 2   | 3    | 4   | 5 |
|--|---|-----|------|-----|---|
| Políticas del gobierno                   |   |     | 50%  | 50% |   |
| Personal con un solo enfoque operacional |   |     |      |     |   |
| Disminución de demanda                   |   | 50% |      | 50% |   |
| Mercado lleno de productos importados    |   | 50% |      | 50% |   |
| Desconocimiento de nuevos mercados       |   |     | 50%  | 50% |   |
| Límites de capacidad                     |   |     | 100% |     |   |