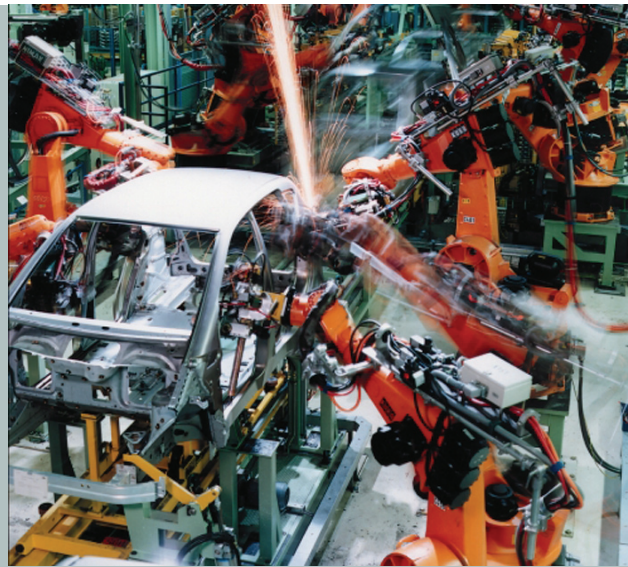


Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias de la ciudad de Cuenca

Ing. Vinicio Sánchez Mst. / Damián Pizarro
rsanchez@ups.edu.ec



Resumen

El documento que se presenta a continuación da a conocer el nivel de la automatización de las medianas y pequeñas industrias (PYMIS) de la ciudad de Cuenca, partiendo con las industrias afiliadas a la Cámara de la pequeña industria del Azuay y Cámara de Industrias de Cuenca, se tomó una muestra de 85 empresas distribuidas en los sectores metalmeccánico, madera y corcho, sustancias químicas, minerales no metálicos, alimenticio, prendas de vestir y joyería.

Para obtener la información se realizó encuestas a los jefes de producción, planta y a algunos de los gerentes; se consideraron cuatro niveles de automatización, accionamiento manual, semiautomático, automático y computarizado, que son los que dan a conocer los aspectos de la automatización e innovación tecnológica.

El nivel de automatización que presentan las industrias, es en accionamiento manual 48%, semiautomático 27%, automático 18%, y computarizado con 7%. Los resultados presentados dan a conocer el bajo nivel de tecnología que está presente en las PYMIS.

A lo largo de la investigación se ha podido constatar el papel que desempeña la pequeña y mediana industria en la absorción de empleo, la producción de bienes y servicios para atender las necesidades básicas de la sociedad local y en algunos casos nacionales. No está por lo tanto en discusión su aporte al desarrollo del país, sino los problemas que afectan su desenvolvimiento y que impiden el desarrollo de todas sus potencialidades.

1. Introducción

El nivel de competitividad del mundo globalizado de hoy, ha definido que la automatización industrial se constituya en uno de los pilares de mayor importancia para el sector productivo en cualquier país, lo cual ha permitido que esta área de la ingeniería se convierta en un campo de gran interés tanto para académicos como para industriales. La automatización en la industria permite la conjugación de diversas tecnologías con el objetivo de asegurar el control y buen comportamiento de un sinnúmero de procesos industriales que puedan ser capaces de reaccionar a situaciones previstas y además frente a imponderables, logrando una reducción de costes de fabricación, calidad constante en los productos y liberando al ser humano de tareas tediosas, peligrosas e insalubres.

La investigación desarrollada se llevó a cabo en la ciudad de Cuenca, teniendo como grupo de estudio las empresas registradas en la Cámara de Pequeñas Industrias del Azuay (CAPIA) y Cámara de Industrias de Cuenca, para el desarrollo de este trabajo se aplicaron encuestas y entrevistas a los responsables de las empresas, a través de las que se obtuvo información idónea a cerca del nivel de automatización en cada sector. Es importante señalar que cualquier automatización de máquinas, procesos y otros, implica la incorporación de una innovación tecnológica, por lo que este aspecto es tratado en el documento.

El presente informe espera constituirse en un referente para la elaboración de planes de mejora y toma de decisiones por parte de las industrias y del Gobierno, así como también en una de las líneas bases para futuros proyectos e investigaciones en el área de automatización y control industrial en nuestra institución.

2. Materiales y métodos

2.1 Listado de empresas

Se inicio con el inventario de las Pequeñas y Medianas Industrias (PYMIS), para lo cual se recurrió a un listado actualizado al 2009, el mismo que fue facilitado por la CAPIA y la Cámara de Industrias de Cuenca, clasificado por sectores que suman un total de 372 empresas. Es importante indicar que las cámaras no clasifican a las empresas por el tamaño, por lo que se recurrió a tomar como referencia el Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, el Artículo 20.- Micro, pequeñas y medianas empresas que plantea que: "Para incentivar la mayor participación de proveedores de los sectores de micro, pequeñas y medianas empresas, se entenderán por tales, aquellas que al menos cumplan dos de los tres parámetros establecidos en cada una de las categorías detalladas a continuación:

a) *Microempresa*: aquella organización de producción que tenga entre 1 a 9 trabajadores, un valor de ventas o ingresos brutos anuales inferiores a cien mil dólares de los Estados Unidos de América o un volumen de activos de hasta cien mil dólares.

b) *Pequeña empresa*: la organización de producción que tenga entre 10 a 49 trabajadores, un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre cien mil y un millón de dólares de los Estados Unidos de América o un volumen de activos entre cien mil uno y setecientos cincuenta mil dólares; y,

c) *Mediana empresa*: la organización de producción que tenga entre 50 a 159 trabajadores, un valor de ventas o ingresos brutos anuales entre un millón uno y cinco millones de dólares de los Estados Unidos de América o un volumen de activos entre setecientos cincuenta mil uno y cuatro millones de dólares".

Comprobación de confiabilidad de datos de listados

En el trabajo de campo se confirmó que las listas eran confiables en un 95%, un aspecto que influyó en este valor fue la crisis del último año, lo cual determinó que algunas empresas cerrarían o cambiarán su actividad económica, además se encontró que establecimientos registrados como manufactureros ahora se dedicaban al comercio, algunos cambiaron de dirección por ordenanzas municipales o crecimiento de la empresa.

2.2 Determinación de la muestra y sectores a ser investigados

De las 372 empresas registradas en las cámaras, se seleccionaron a las que se dedican a manufactura, quedando una población de estudio de 283 industrias repartidas por sectores.

Para establecer la muestra se trabajó con un coeficiente de confiabilidad del 95% y un error máximo probable del 8%, lo que determinó una muestra de 85 empresas, que representan aproximadamente el 30% de los establecimientos registrados por las Cámaras. En la Tabla I se presenta el número de industrias encuestadas por sector repartidas de manera proporcional.

Tabla I. Industrias encuestadas

| SECTOR | Nº DE INDUSTRIAS A ENCUESTAR |
|------------------------|------------------------------|
| Alimenticio | 17 |
| Prendas de vestir | 17 |
| Metalmecánico | 15 |
| Minerales no metálicos | 14 |
| Sustancias químicas | 11 |
| Madera y corcho | 8 |
| Joyería y otras | 5 |
| Total | 85 |

Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

2.3 Definición de empresas a ser encuestadas y ejecución de encuestas

El procedimiento utilizado para determinar cuáles serían las empresas a encuestar, consistió en aplicar la metodología de muestreo aleatorio a partir de los listados de las industrias afiliadas a cada una de las Cámaras. Debido a que se encontró empresas registradas en los listados que habían cambiado de dirección, actividad o incluso ya no existían, se las reemplazó, conservan-

do la distribución sectorial; en algunos casos esto no fue posible en el cien por ciento, principalmente por la negativa de los empresarios a ser encuestados. A pesar de ello, la distribución porcentual de la muestra ha sufrido variaciones que no afectan a la confiabilidad del conjunto del estudio, ya que los encuestadores estuvieron presentes el momento en que el representante de cada empresa contestaba la encuesta, también en la mayoría de los casos los representantes

de las empresas invitaban a los encuestadores a un recorrido por la planta, con lo cual la información obtenida tiene alto grado de confiabilidad.

3. Resultados

Enfoque del diagnóstico

Se considera que el objetivo del proyecto es: Diagnóstico del Nivel de Automatización en las Pequeñas y Medianas Industrias de la ciudad de Cuenca y que se busca que sea considerado como una de las líneas base para el desarrollo de ulteriores proyectos en la área de investigación, desarrollo e innovación tecnología en la Universidad Politécnica Salesiana; así como también sea un aporte para la toma de decisiones por parte de los Empresarios y Gobierno para futuros proyectos.

3.1 Número de empleados promedio por sector

El número de empleados promedio por sector de las PYMIS es de 27,6 con una desviación estándar de 10,5 se considera importante tomar en cuenta el número de los mismos ya que se cree que a mayor número de empleados menor es el grado de automatización, lo que por experiencia de otros países no es una regla debido a que existen actividades que implican la necesidad del operario.

En la Tabla 2 se presenta el promedio de empleados por sector, siendo el de prendas de vestir con 38,7 empleados el más alto; en segundo lugar, el sector alimenticio 37,4; y, en tercer lugar, sustancias químicas con 34,1 pero estos resultados se deben tomar con cuidado ya que al mismo tiempo los sectores antes mencionados tienen la desviación estándar alta, lo que indica que el número de empleados y el tamaño de la industrias no es uniforme.

Tabla N° 2 Promedio de empleados por sector

| | Promedio por sector | Desviación Estándar por sector |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|
| METALMECÁNICO | 25,6 | 16,9 |
| MADERA Y CORCHO | 29,1 | 20,2 |
| MINERALES NO METÁLICOS | 18,2 | 10,6 |
| ALIMENTICIO | 37,4 | 45,8 |
| PRENDAS DE VESTIR | 38,7 | 43,7 |
| SUSTANCIAS QUÍMICAS | 34,1 | 30,1 |
| JOYERÍA | 10,3 | 3,0 |
| PROMEDIO | 27,6 | |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | 10,5 | |

Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

3.2 Nivel de automatización de la maquinaria y equipo de producción

Para determinar el estado de automatización de las PYMIS se establecieron cuatro niveles con las siguientes características.

- *Accionamiento manual:* Si el operario tiene incidencia directa mediante su fuerza de trabajo en el arranque y operación de la máquina, trabaja directamente sobre la materia prima.

- *Semiautomática*: Cuando las tareas manuales son ayudadas por tecnologías oleohidráulicas, neumáticas, electromecánica, contactores, relés, temporizadores, micro PLC.

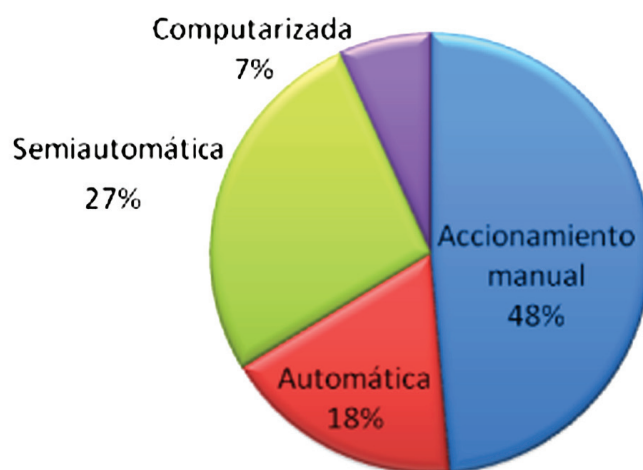
- *Automática*: Si las operaciones se ejecutan a través de secuencias y tiempos específicos determinadas por un sistema de control, como PLC, tecnología electrónica.

- *Computarizada*: Si hay presencia de un or-

denador que ha sido programado y controla todo el proceso.

Con el conocimiento de las características anteriores de los niveles de automatización y con las encuestas realizadas a los responsables de cada empresa, se obtuvo que el 48% de su maquinaria y equipo de producción tiene accionamiento manual; 27% semiautomático; 18% automática y 7% computarizado, esto se indica en la Figura 1.

Figura 1. Nivel de automatización de la maquinaria y equipo de producción de las PYMIS de la ciudad de Cuenca



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

La Figura 2 permite realizar un análisis por sectores, en donde se manifiesta la heterogeneidad de los niveles de automatización de los mismos, resaltando que los siguientes: madera y corcho 80,9%, metalmecánico 56%, Joyería 66,59% tienen accionamiento manual, esto se debe principalmente a que estas industrias comenzaron como talleres artesanales y por diversas razones no han cambiado o actualizado su equipo.

El sector alimenticio con 35,08% y sus-

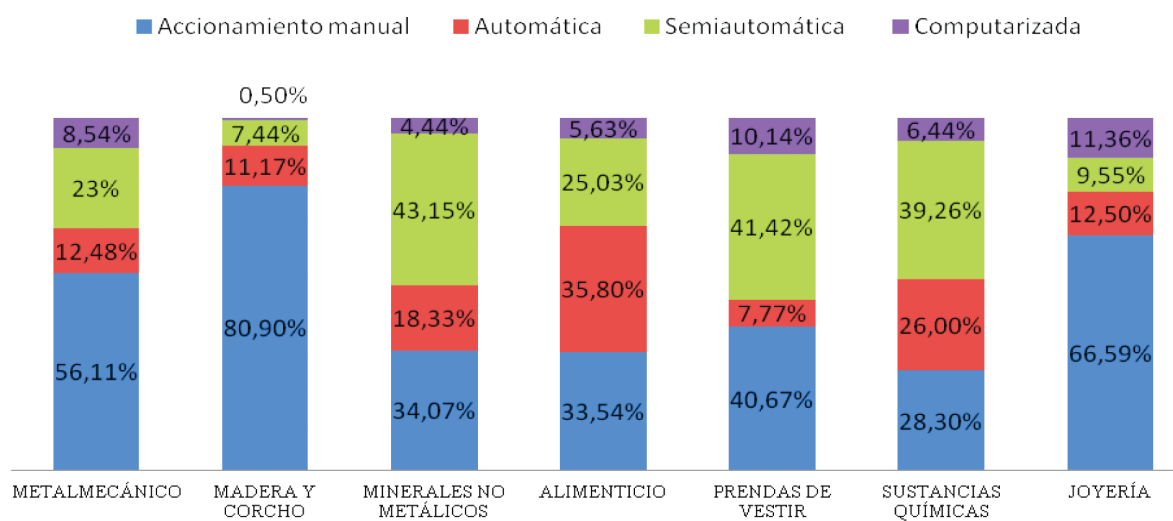
tancias químicas con 26% son los que sobresalen en cuanto al nivel de automatización, semiautomático y menor porcentaje de nivel manual, esto se debe a que en estas industrias es necesario evitar la manipulación por parte del personal tanto por su seguridad y la del producto.

En el nivel de automatización automático se destacan los sectores minerales no metálicos en un 43,15%, prendas de vestir en un 41,42% y sustancias químicas con el 39%, en

los cuales es importante evitar la manipulación de los productos, controlar los tiempos de trabajo y cantidad de materia prima para los diferentes procesos.

La automatización computarizada no representa un nivel significativo en los diferentes sectores, esto se estima que se debe a los altos costos de inversión en maquinaria y en talento humano.

Figura 2. Nivel de automatización de la maquinaria y equipo de producción por sector



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

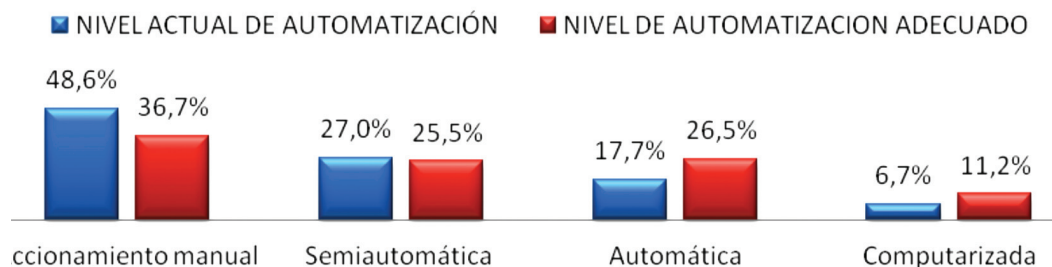
3.3 País de origen de la maquinaria

Los principales países de origen de la maquinaria por sectores siendo los más importantes EE.UU. 19,6%, Ecuador 18,5%, Alemania 14,8% e Italia 11,3%, cabe destacar que Ecuador ocupa un segundo lugar; pero se debe principalmente a que el sector de madera y corcho utiliza maquinaria construida en el país, no hay que olvidar que el sector de la madera tiene un alto grado de accionamiento manual.

3.4 Nivel de automatización adecuado

En este punto los responsables de las PYMIS establecieron el nivel de automatización según sus necesidades, en la Figura 3 se compara el nivel de automatización actual con el nivel que considera adecuado el responsable de la empresa. De estos incrementos y disminuciones la tendencia es a subir el nivel de automatización.

Figura 3. Nivel de automatización considerado adecuado por parte de las PYMIS



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

En la Tabla 3 se presentan los resultados por sectores, en donde el de madera y corcho ocupa el primer lugar en considerar disminuir en un 23% su accionamiento manual e incrementar en 12% su accionamiento automáticos y en un 10%

sus accionamientos computarizados.

El sector de la joyería es el que en menor porcentaje considera cambiar su nivel de automatización, esto se puede deber a que la joyería es un sector tradicionalmente artesanal y el número de empresas es pequeño.

Tabla 3. Nivel de automatización considerado adecuado por parte de las PYMIS por sectores

| | NIVEL ACTUAL DE AUTOMATIZACIÓN | | | NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN ADECUADO | | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------|-----------------|----------------------------------|-----------|--|
| | METALMECÁNICO | VARIACIÓN | MADERA Y CORCHO | MADERA Y CORCHO | VARIACIÓN | |
| Manual | 56,1% | -5,1% | 80,9% | 57,5% | -23,4% | |
| Semiautomática | 22,9% | -5,1% | 7,4% | 8,0% | 0,6% | |
| Automática | 12,5% | 8,8% | 11,2% | 24,0% | 12,8% | |
| Computarizada | 8,5% | 1,5% | 0,5% | 10,5% | 10,0% | |
| | MINERALES NO METÁLICOS | | | ALIMENTICIO | | |
| Manual | 34,1% | -13,0% | 33,5% | 12,5% | -21,0% | |
| Semiautomática | 43,1% | 2,4% | 25,0% | 17,5% | -7,5% | |
| Automática | 18,3% | 10,6% | 35,8% | 48,8% | 12,9% | |
| Computarizada | 4,4% | 0,0% | 5,6% | 21,3% | 15,6% | |

| | PRENDAS DE VESTIR | | | SUSTANCIAS QUÍMICAS | | |
|----------------|-------------------|-------|--------|---------------------|-------|-------|
| | Manual | 40,7% | 32,8% | -7,8% | 28,3% | 12,1% |
| Semiautomática | 41,4% | 29,3% | -12,1% | 39,3% | 50,7% | 11,5% |
| Automática | 7,8% | 23,4% | 15,6% | 26,0% | 30,7% | 4,7% |
| Computarizada | 10,1% | 14,5% | 4,4% | 6,4% | 6,4% | 0,0% |

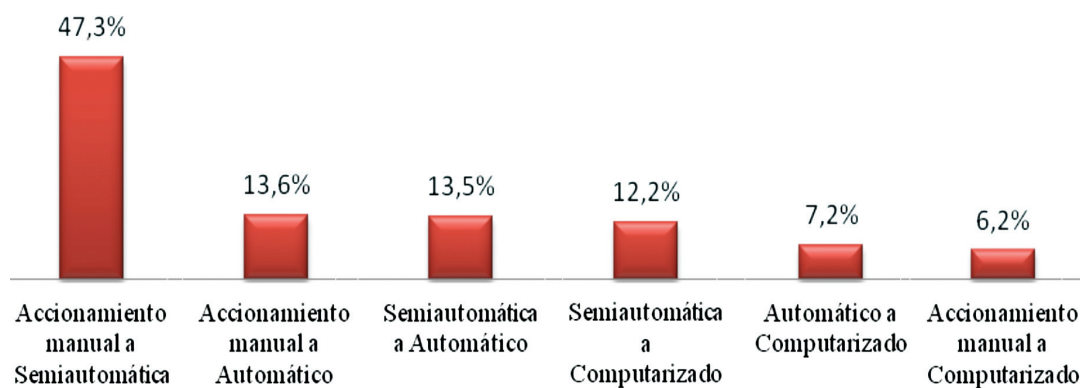
| | JOYERÍA | | | PROMEDIO | | |
|----------------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|
| | Manual | 66,6% | 70,0% | 3,4% | 48,6% | 36,7% |
| Semiautomática | 9,5% | 10,0% | 0,5% | 27,0% | 25,5% | -1,4% |
| Automática | 12,5% | 8,8% | -3,8% | 17,7% | 26,5% | 8,8% |
| Computarizada | 11,4% | 11,3% | -0,1% | 6,7% | 11,2% | 4,5% |

3.5 Maquinaria o equipo de producción que puede cambiar el nivel de automatización

Aquí la empresa representa que porcentaje de su equipo podría cambiar de nivel de automatización, sin considerar si es o no adecuado, en el Figura N° 4, se establece

que el 47,3% de la maquinarias de las PYMIS podría cambiar de manual a semiautomática, 13,6% a automática y 6,3% a computarizada, con lo que se obtiene que el porcentaje total de cambio de nivel manual podría ser 67,2%.

Figura 4. Maquinaria que puede cambiar el nivel de automatización



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

Innovación tecnológica

“Es el proceso en el cual a partir de una idea invención o reconocimiento de necesidad se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que se ha aceptado comercialmente” Sherman Gee.

De una forma esquemática la innovación se traduce en los siguientes hechos:

- Renovación y ampliación de la gama de productos y servicios,
- Renovación y ampliación de los procesos productivos,
- Cambios en la organización y en la gestión,
- Cambios en las cualificaciones de los profesionales.

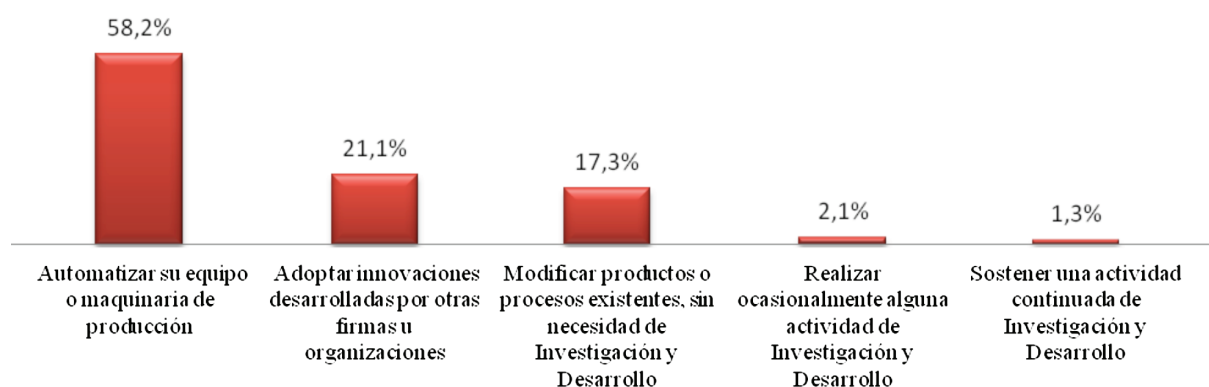
3.6 Inversión en innovación tecnológica

En el trabajo se planteó la pregunta ¿Indicar el valor promedio en los tres

últimos años de inversión en innovación tecnológica?, la cual por diferentes causas no pudo ser respondida por los responsables de la empresa, pero en la Figura N° 5 se indica cuáles fueron sus innovaciones o áreas de inversión, siendo con un 58,2% automatizar equipo o maquinaria de producción existente en su industria, en segundo lugar con 21,1% está el adoptar innovaciones externas como adquisición de maquinaria o mejorar su proceso por servicios de consultoría, con 17,3% se encuentra el modificar procesos o productos existentes sin necesidad de investigación y desarrollo, lo cual reveló que esta actividad se da por motivación del gerente, iniciativa de algún mando medio o recomendación de un asesor de venta de suministros industriales.

En cuanto a investigación o desarrollo, la industria no tiene un grado de inversión mayor al 4%, lo que indica que por lo general trabaja bajo pedido o sus productos no se han modificado en el tiempo.

Figura 5. Áreas de inversión en innovación tecnológica



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

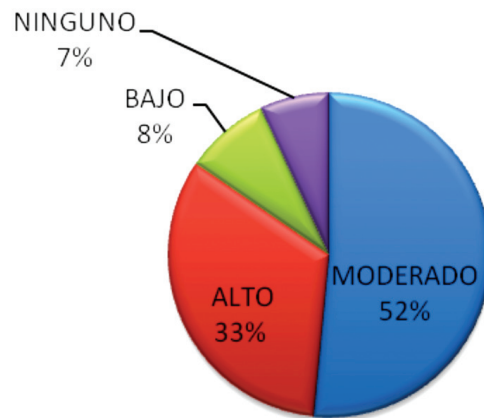
3.7 Beneficio de la innovación tecnológica

Los potenciales beneficios de la innovación pueden ser en algunas áreas de la empresa, por lo que varios países la toman

como política de estado e industrial.

En el caso de las PYMIS de Cuenca como se indica en la figura N° 6 la consideran un beneficio moderado en un 52%, alto en un 33%, bajo 8% y ninguno 7%.

Figura 6. Estimación del beneficio de la Innovación tecnológica



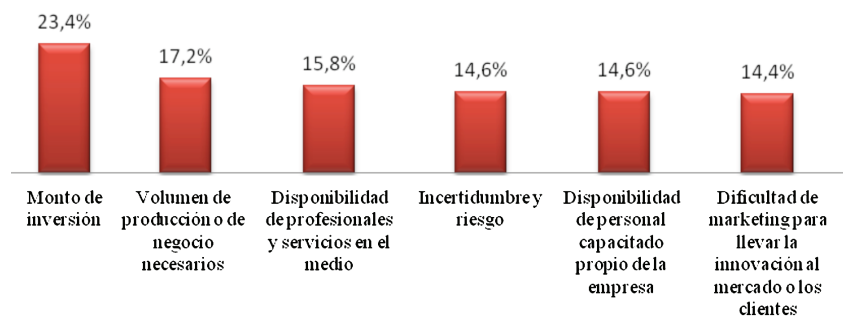
Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

Lo que se podría explicar con la figura N° 7, indican los factores que constituyen una barrera para la innovación tecnológica, el principal con 23,4% es el monto de la inversión, en segundo lugar con 17,2% por el volumen de producción o del negocio no es necesario, el tercero

es la disponibilidad de profesionales y servicios en el medio con el 15,8% y con un promedio de 14,45% están los factores incertidumbre y riesgo, disponibilidad de personal capacitado propio de la empresa y dificultad para llevar la innovación al mercado.

Figura 7. Principales factores para la innovación tecnológica



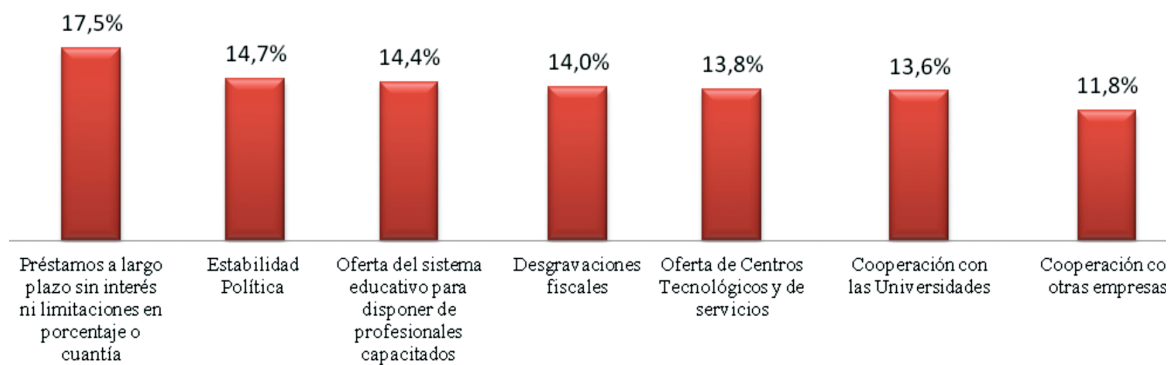
Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

El Figura N° 8 se muestran los factores que pueden ayudar a superar barreras para la innovación tecnológica, en primer lugar

están los préstamos a largo plazo sin interés ni limitaciones en el porcentaje o cuantía con 17,5%.

Figura N° 8 Principales Factores que pueden ayudar a superar barreras para la innovación tecnológica



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

3.8 Tecnología del producto

Para conocer el nivel de tecnología del producto se estableció cuatro escalas con las siguientes características.

Bajo.- Se aplica tecnología de dominio público, tradicional, convencional, tiene poco valor agregado, es prácticamente materia prima con un mínimo proceso, sin estándares de fabricación.

Escaso.- Presenta algunas modificaciones en cuanto a características de uso o diseño, pero estas son mínimas o poco significativas respecto a productos similares o tradicionales.

Medio.- Sus características de diseño y uso son las promedio en el mercado.

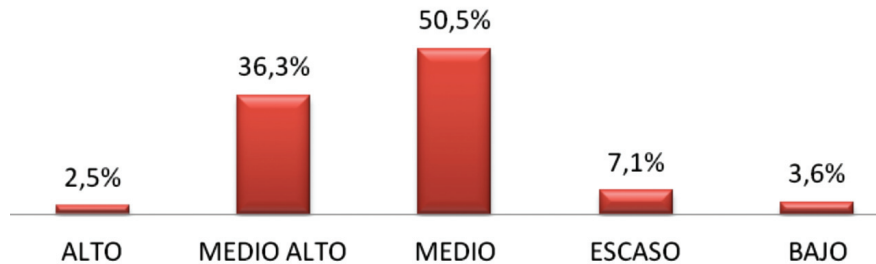
Medio Alto.- Muestra atributos de diseño y características de uso que presentan mejoras significativas sobre un promedio de produc-

tos similares en el mercado, puede ser sujeto a pagos de regalías por uso de patente o por marca y se puede competir en el mercado internacional.

Alto.- Productos líderes en el mercado nacional e internacional. Se cuenta con tecnología de alto desarrollo.

En la Figura N° 9 se presenta el nivel tecnológico del producto de las PYMIS, siendo el nivel medio el más sobresaliente, lo que indica que los productos están destinados al mercado local, el nivel de producto medio alto considera la distribución nacional o pueden ser exportados, el nivel de producto escaso y nivel bajo, estos son productos por lo general tradicionales o industrias que no se ha modernizado y tan solo el 2,5% de producto tiene un nivel alto, es decir puede ser exportado y competir en el mercado internacional.

Figura N° 9 Nivel tecnológico del producto



Fuente: Investigación directa

Elaboración: Autores

4. Conclusiones

- Cuenca ha sido considerada una ciudad tradicionalmente artesanal, las primeras industrias comenzaron como talleres o negocios familiares que a lo largo del tiempo han cambiado su estructura a industria, y la inversión necesaria para ampliar o cambiar su infraestructura física no ha permitido mejorar sustancialmente su maquinaria y equipo de producción de tal forma que pueda competir en mercados internacionales.
- La industria esta consiente que su nivel actual de automatización no es el adecuado con los avances que ha tenido la tecnología en los diferentes campos.
- Por las características del medio local y nacional la industria cuencana considera que, el nivel de automatización más adecuado a su realidad es el manual con un 36,7%, seguido del automático con 26,5%, semiautomático 25,5%, y 11,2% computarizada.
- Las industrias que se encuentran en nivel de automatización semiautomático y automático cuentan con el mayor número de empleados, lo que indica que estos niveles de automatización no implica menor personal.
- La innovación tecnológica es una condición indispensable para incrementar la productividad pero demanda de ciertos prerequisites de origen interno y del entorno como:
 - Convencimiento y decisión empresarial
 - Capacidad para dirigir, desarrollar y asimilar los procesos de innovación
 - Clima económico y expectativas favorables
 - Oferta de servicios de innovación al alcance y medida de la PYMIS
 - Políticas y mecanismos de promoción e impulso al desarrollo tecnológico

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica Salesiana por el financiamiento otorgado a esta investigación, así como a la Cámara de la pequeña industria del Azuay y a la Cámara de Industrias de Cuenca por la información facilitada para la realización del mismo. Y a las industrias por las facilidades prestadas para la recolección de información.

Bibliografía

- ASESORÍA INDUSTRIAL ZABALA. *Estudio a nivel nacional para estimular la cooperación entre pymes y centros tecnológicos*. 2006.
- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID. *Estudio y análisis sobre la gestión y la utilización de las tecnologías en las PYMES de la comunidad de Madrid*. 2004.
- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO E INDUSTRIA DE MADRID. *Fomentar la innovación tecnológica en las empresas de la Comunidad de Madrid mediante la introducción e implantación de automatismos y tecnificaciones electrónicas, en los procesos y productos*. 2004.
- GARCÍA MORENO, Emilio. *Automatización de procesos industriales*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, 2001.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES, SOCIO-ECONÓMICAS Y TECNOLÓGICAS. «Diagnostico de la pequeña y mediana industria.» 2002.
- OLLIVIER FERRO, Juan. *El problema del reza-go tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución*. 2007.
- PERE ESCORSA, Jaume Valls Pasola. «Tecnología e innovación en la empresa (pag. 20).» Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, 2003.
- PIEDRAFITA MORENO, Ramón. *Ingeniería de la automatización industrial*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, 2001.
- REVISTA JUDICIAL. «Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.» 2008. www.derecho-secuador.com.
- Sansaloni, José Costa. «INNOVACIÓN Y PROPIEDAD INDUSTRIAL (pag. 16).» Valencia: Universidad Politecnica de Valencia, 2006.
- UNIDAD TÉCNICA DE ESTUDIOS PARA LA INDUSTRIA UTEPI. *Competitividad industrial del Ecuador*. 2007.