

# 26

Fecha de presentación: diciembre, 2021

Fecha de aceptación: enero, 2022

Fecha de publicación: marzo, 2022

## AUTOMATIZAR PROCESOS

DE PRODUCCIÓN REPETITIVOS EN LAS PYMES CON ROBOTS COLABORATIVOS

### **AUTOMATING REPETITIVE PRODUCTION PROCESSES IN SMES WITH COLLABORATIVE ROBOTS**

Carlos Roberto Sampedro Guamán<sup>1</sup>

E-mail: [us.carlossampedro@uniandes.edu.ec](mailto:us.carlossampedro@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2784-1913>

Silvio Amable Machuca Vivar<sup>1</sup>

E-mail: [us.silviomachuca@uniandes.edu.ec](mailto:us.silviomachuca@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4681-3045>

Diego Paul Palma Rivera<sup>1</sup>

E-mail: [us.diegopalma@uniandes.edu.ec](mailto:us.diegopalma@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7684-7721>

Bolívar Enrique Villalta Jadan<sup>1</sup>

E-mail: [us.bolivarvillalta@uniandes.edu.ec](mailto:us.bolivarvillalta@uniandes.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8349-2842>

<sup>1</sup> Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Sampedro Guamán, C. R., Machuca Vivar, S. A., Palma Rivera, D. P., & Villalta Jadan, B. E. (2022). Automatizar procesos de producción repetitivos en las Pymes con robots colaborativos. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 220-227.

#### RESUMEN

Los robots, durante algún tiempo se han presentado como equipos o máquinas que han sido parte de este mundo globalizado de la tecnología. En las empresas y fábricas, no se ha hecho pasar por alto; sin embargo, a través del tiempo, se ha hecho necesaria la renovación y/o actualización de equipos a gran escala, tanto en grandes negocios como en los pequeños comercios; así, se han creado los robots colaborativos, también conocidos como cobots, mismos que laboran con el fin de dar apoyo al ser humano en diversas tareas, sobre todo en actividades repetitivas. No se desacredita la actividad física del operario, pero, los cobots, trabajan bajo el control de aquellos y, entre los beneficios del proceso, se tiene la seguridad de quienes están inmersos en el entorno productivo. Las Pymes incrementan su rentabilidad gracias a estos equipos que a la vez no necesitan gran conocimiento en programación robótica ni requieren expertos técnicos profesionales, lo que sí requieren son personas con experiencia y capacidad de trabajo en correlación con la nueva tecnología, sumado a esto, el conocimiento de las funciones en diversas áreas de la producción. Por lo mencionado, el objetivo de esta investigación es establecer los beneficios de automatizar procesos de producción repetitivos con Robots Colaborativos en las PYMES de Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Palabras clave:** Robots colaborativos, Pymes, procesos repetitivos, automatizar procesos.

#### ABSTRACT

Robots, for some time have been presented as equipment or machines that have been part of this globalized world of technology. In companies and factories, it has not been overlooked; however, over time, it has become necessary to renew and/or update equipment on a large scale, both in large businesses and in small stores; thus, collaborative robots, also known as cobots, have been created, which work in order to support the human being in various tasks, especially in repetitive activities. The physical activity of the operator is not discredited, but the cobots work under the control of those and, among the benefits of the process, there is the safety of those who are immersed in the productive environment. SMEs increase their profitability thanks to these pieces of equipment that do not need great knowledge in robotic programming nor require professional technical experts, what they do require are people with experience and ability to work in correlation with the new technology, in addition to this, the knowledge of the functions in various areas of production. Therefore, the objective of this research is to establish the benefits of automating repetitive production processes with Collaborative Robots in SMEs in Santo Domingo de los Tsáchilas.

**Keywords:** Collaborative robots, SMEs, repetitive processes, automate processes.

## INTRODUCCIÓN

Entre las características de los robots colaborativos (cobots) se tiene que, no son tan complicados al momento de su programación e implementación; a esto se le suma que, funcionan con la ayuda del hombre posibilitando tener concisión en los procedimientos de las empresas pequeñas. Con esto, el objetivo del presente trabajo es establecer las ventajas del uso de robots colaborativos en las PYMES, mejorando la correspondencia entre las máquinas y las personas y dando apertura a la producción a gran escala.

PYMES es un conjunto de pequeñas y medianas empresas que muestran características de entidades activamente económicas de acuerdo algunos factores como el capital, número de trabajadores, dimensión de ventas y producción y más. Tales actividades económicas que en nuestro país realizan las pequeñas y medianas empresas suelen ser (Olea-Miranda, et al., 2016; Estupiñán, et al., 2017; Ibujés & Benavides, 2018):

- Comercio al por mayor y al por menor.
- Agricultura, silvicultura y pesca.
- Industrias manufactureras.
- Construcción.
- Transporte, almacenamiento, y comunicaciones.
- Bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas.
- Servicios comunales, sociales y personales.

Las dependencias imprescindibles en la práctica y funcionamiento de cualquier empresa, en este caso para una Pyme (Salesforce, 2021) serían:

- Ventas y Marketing: Todas las empresas necesitan generar ventas.
- Operaciones: Toda empresa necesita cumplir las promesas que hace a sus clientes y entregar los servicios y productos acordados.
- Finanzas y Administración: Siempre es necesario tener control de las finanzas y garantizar que se mantiene la infraestructura empresarial.

Toda empresa crece de acuerdo con sus necesidades y junto a ellas. Aparecerán nuevos puestos o funciones que requerirán cumplir con nuevas responsabilidades con la ayuda de las tecnologías existentes; por esto, las direcciones empresariales deben ser flexibles y estar prestos a progresar, innovando tantas herramientas, soportes de formación y estrategias de producción; explicándolo de otra forma, en un futuro se puede estimar que los departamentos de las Pymes no tienen límite (Salesforce, 2021).

Los cobots son robots que tienen la capacidad de desplazar objetos, recursos, diferentes dispositivos o herramientas que se utilizan en el medio productivo, específicamente, son máquinas muy prácticas en su manejo y reprogramables a la vez, haciendo factible que las trayectorias del movimiento sean variables de acuerdo con la función o tarea. La constitución varía de acuerdo con la necesidad o aplicación, pueden tener desde 3 hasta 7 ejes (Peshkin, et al., 2001; Veloso, et al., 2012).

La función primordial de los robots industriales es colaborar con la producción restando esfuerzos físicos y pagos innecesarios, en sí, el objetivo es el crecimiento de la productividad. Para esto, es necesario dar a conocer las funciones que estos elementos industriales pueden ofertar, entre ellos se mencionan (Ripipsa S.A, 2019) los siguientes:

- Soldadura ultrasonidos.
- Manipulación de alimentos.
- Traslado de materiales pesados.
- Corte de materiales como el mismo metal.
- Aplicación de productos como pintura.
- Baños de metales en ácidos.
- Medición de materiales líquidos, gaseosos o sólidos.
- Aplicación de elementos a altas presiones.
- Supervisores de control de calidad de materiales fabricados.

Existen varios aspectos que ayudan a diferenciar los robots colaborativos de los industriales, de los cuales se pueden mencionar que, el robot industrial fábrica de forma masiva y por su actividad intensiva, pueden considerarse peligrosos, necesita mucho espacio debido a su tamaño, por lo cual permanece estático la mayor parte del tiempo; por esto, deben ser minuciosamente controlados para mantener la seguridad de los operadores. Por otro lado, los cobots, son compactos, no requieren gran espacio y pueden ser trasladados de acuerdo con la necesidad dentro de la empresa (Salimbeni & Mamani, 2020).

En algunas empresas existen sistemas de seguridad complicados que disminuyen la interrelación entre humanos y máquinas, debido a esto, los robots colaborativos conceden una solución para las Pymes. Los cobots son un nuevo producto de robótica avanzada que está revolucionando en el mundo industrial, facultando al ser humano correlacionarse adecuadamente con los robots en los ambientes productivos de forma segura y práctica (Jiménez-Builes, et al., 2011).

Las secciones más comunes en las que suele ser necesaria la ayuda de los robots colaborativos son el sector aeroespacial, la industria automovilística, en la producción electrónica y por su puesto en las empresas de construcción; estos elementos como son los cobots, están particularmente elaborados para ejecutar labores de atornillado, soldadura, CNC y Pick & Place, también actividades de lijado, paletizado, agrupar o recoger fragmentos o de realizar controles de calidad.

Al ser máquinas, su funcionamiento y exactitud, los convierte en recursos muy valiosos en las empresas electrónicas, farmacéuticas, automoción, entre otras; sus preciadas características, sus habilidades de aprendizaje y memoria, les da la gran habilidad de desarrollar labores como pick and place automatizado, packing, control de calidad y desmoldado de partes (EDS Robotics, 2020).

Las Pymes se beneficiarían grandemente de la posibilidad de adaptación y flexibilidad de los robots colaborativos en distintas áreas, aunque, como debilidad se pueda calificar a algunos departamentos como carentes de experiencia en el manejo de la robótica; por tal motivo, para mejorar el crecimiento de los negocios es menester que sean de fácil programación. Así, los cobots, no necesitan personas especializadas que los pongan en marcha, estos, se pueden reconfigurar con el fin de que desarrollen funciones diversas de acuerdo con las secciones del proceso de producción. (Calitz, et al., 2017; Sherwani, et al., 2020).

Los robots colaborativos (cobots) desarrollan de manera independiente, lo cual les posibilita el intercambio de puestos de labor con los humanos, además de otras ventajas en las empresas que no tienen la competencia de ofertar otros modelos de robots; estas características los diferencian de los robots industriales que requieren espacios amplios y cerrados para mayor seguridad del personal trabajador y de los clientes (Revista de Robots, 2021).

Los cobots son seguros para su entorno industrial, ya que tienen incorporados sensores que están bien distribuidos y les ayudan a receptar y comprender el medio en que funcionan disminuyendo la probabilidad de que sucedan accidentes, colisiones personales o entre otros objetos, logrando la suspensión de la labor en caso de ser necesario. Otra gran ventaja de los robots colaborativos es que tienen la capacidad de actuar correctamente ante la manipulación de elementos peligrosos, pesados o con altos niveles de aseo como los alimentos. Esta es una de las principales filosofías de diseñar un robot colaborativo (EDS Robotics, 2020).

Los cuatro tipos de operación colaborativa que menciona Universal Robots con respecto a las nuevas normas ISO / TS 15066 sobre seguridad en sistemas de robots colaborativos (El Zaatari, et al., 2019) son:

- Parada monitorizada de seguridad.
- Guías manuales.
- Monitorización de velocidad y separación.
- Limitación de potencia y fuerza.

La correlación entre los humanos y los equipos robóticos es muy importante dentro del área laboral en las empresas, de esta manera se reducen conflictos que puedan afectar la seguridad de todos. ISO / TS 15066 concede patrones para diseñar e incorporar espacios adecuados con el fin de que, durante el desarrollo de las labores, sea reducido el porcentaje de riesgos para los operadores. Especifica:

- Definiciones.
- Características esenciales de los sistemas de control de seguridad.
- Aspectos para considerar en el diseño de sistemas robóticos colaborativos.
- Sistemas integrados relacionados con la seguridad y su uso eficaz.
- Orientación sobre la implementación de las siguientes técnicas colaborativas: parada supervisada con clasificación de seguridad; guiado manual; monitoreo de velocidad y separación; limitación de potencia y fuerza.

Para identificar los posibles peligros que puedan presentar los robots u otros dispositivos robóticos que se muestran actualmente se ha creado la norma Internacional ISO 13482:2014, con la finalidad de facilitar la aplicación en entornos no industriales. Esta norma se concentra particularmente en los requerimientos de seguridad para cobots de cuidado personal en situaciones que no requieren atención médica (Villaronga, 2016).

Además, International Organization for Standardization (2011) detalla los inconvenientes leves y peligrosos que pueden ser detectados con estos sistemas, otorgando maneras de disminuir o eliminar completamente los riesgos que se puedan relacionar con tales situaciones. Sumado a esto, se establecen algunos requerimientos para el sistema de robot industrial. No se limita ocupándose solamente de peligros posibles en el proceso, es decir, en la radiación láser, residuos de virutas o humo de soldadura; ya que pueden adaptar otras normas para este tipo de situaciones.

Tabla 1. Funciones de seguridad del controlador de robot industrial Tipos de operación colaborativa según ISO 10218-1.

ISO 10218-1, cláusula	Tipo de operación colaborativa	Principales medios de reducción de riesgos
5.10.2	Parada supervisada con clasificación de seguridad (ejemplo: estación de carga manual)	Ningún movimiento del robot cuando el operador está en un espacio de trabajo colaborativo
5.10.3	Guiado manual (ejemplo: funcionamiento como dispositivo de asistencia)	Movimiento del robot solo a través de la entrada directa del operador
5.10.4	Monitoreo de velocidad y separación (Ejemplo: reabastecimiento de contenedores de piezas)	Movimiento del robot solo cuando la distancia de separación está por encima de la distancia de separación mínima
5.10.5	Limitación de potencia y fuerza por diseño o control inherente (Ejemplo: robot de ensamblaje colaborativo ABB Dual-Arm Concept Robot)	En eventos de contacto, el robot solo puede impartir fuerzas estáticas y dinámicas limitadas

Autor: Matthias (2014).

En los siguientes aspectos, la robótica colaborativa puede colaborar en cuanto a diferentes ambientes de la industria:

- Puestos de trabajo de alto riesgo ergonómico.
- Dificultad para mantener altos índice de calidad debido a errores humanos.
- Exposición a condiciones insalubres o peligrosas.
- Mejorar la productividad y reducir el costo operacional.
- Ofrecer a los operadores funciones menos repetitivas y monótonas.
- Si cuenta con un amplio mix de productos y desean automatizar con una solución flexible.

Es posible que la correlación y el contacto entre los robots y los operadores humanos sea dada, siempre y cuando no se produzca ningún tipo de lesión; para asegurar tal situación, se pueden seguir las instrucciones que a continuación se describen:

- Identificar las partes del cuerpo humano que puedan ser envueltas en colisiones con el robot, su efector (actuador) u otras partes del sistema (p. e. mesas de carga y descarga) realizando un análisis de riesgo minucioso.
- Valorar de las fuerzas de contacto, presiones en caso de contactos cuasi-estáticos y energías en casos de impactos previsible en la aplicación.

Para facilitar el empaquetado, almacenaje y transporte de la producción en áreas correspondientes, los robots colaborativos dan gran apertura a estas posibilidades, permitiendo, además, su accesibilidad a través de precios cómodos, abriéndose campo en las pequeñas y medianas empresas (Pymes), así mismo, logrando propuestas acordes a la economía de los empresarios (Gualtieri, et al., 2020).

Para las pequeñas y medianas empresas, el acceso a conocer y la adquisición de la tecnología innovadora era un ideal casi sin realidad, ¿sería posible que una pequeña empresa compita con una multinacional?, sigue siendo una cuestión con respuestas en gran porcentaje negativas; ya que, a más de invertir inicialmente para empezar el negocio, se tenía que sumar costos de instalación, mantenimiento y control; sin embargo, la inserción de los cobots ha permitido dar inicio al proceso de automatización industrial en las Pymes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La modalidad cualitativa como parte de la metodología utilizada, ha facultado el proceso de estimar la información recopilada de diversas fuentes de información, así mismo, permitió el análisis crítico de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada. Por otro lado, la modalidad cuantitativa, dejó entrever porcentualmente la información recopilada y dio acceso a la realización de deducciones de acuerdo con los resultados (Romero Fernández, et al., 2021).

Diversos tipos de investigación fueron puestos en práctica durante la recopilación de datos y de acuerdo con el problema que se tomó en cuenta; de los cuales se puede mencionar la investigación bibliográfica, la cual facilitó el acceso

a la documentación digital profundizando así la temática de robots colaborativos en las Pymes, artículos científicos, diferentes sitios web y publicaciones de empresas e instituciones afines al campo de las pequeñas y medianas empresas; se consideró también la investigación descriptiva, misma que facultó el detalle exhaustivo de la población además de la problemática. De esta manera se pudo obtener una visión más específica de lo que se ha requerido plantear en el presente trabajo.

Entre los métodos tomados en cuenta acudimos a los teóricos, ya que dieron pie a descubrir el verdadero objetivo de la investigación, las características primordiales, las etapas de estudio, síntesis, inducción y deducción; el método inductivo ha facultado un examen previo de los datos y el problema planteado con respecto a situaciones experimentadas y la visualización en el proceso; se recurrió además a la deducción, método con el cual se pudo hacer revisión de la realidad con la que se contaba de manera general, sin dejar de lado casos particulares. A estos métodos, se le sumó el razonamiento, que posibilitó el planteamiento de las conclusiones en cada resultado recibido y para la etapa final de la investigación.

Se obtuvo la información gracias a la técnica de la encuesta, el grupo de estudio se lo considera infinito debido a que no se cuenta con información del número exacto de pequeñas y medianas empresas en Santo Domingo, el muestreo no probabilístico por bola de nieve fue la opción a la que se recurrió, receptando datos de un grupo de 52 pequeñas y medianas empresas; este paso de la investigación se la realizó con un cuestionario elaborado en la Herramienta Google Forms.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los robots colaborativos (cobots) no necesitan vallados de seguridad, son económicos comparados con los robots industriales tradicionales y tienen muchas más ventajas dentro de las pequeñas y medianas empresas; haciendo un recuento de tales características, ofrecen oportunidades productivas con un alto nivel de adaptación según los requerimientos de los departamentos empresariales; son muy seguros, tomando en cuenta que su labor es a la par con la del ser humano, estos últimos tienen la facilidad de programar aquellos.

Con la factibilidad del uso de robots colaborativos, se mejorará ascendentemente los procesos en diferentes ámbitos de las pequeñas y medianas empresas, difundiendo asertivamente el rendimiento en cuanto a trabajo y, calidad en cuanto a la producción.

Se presentan a continuación los resultados de la encuesta a las pequeñas y medianas empresas PYMES de Santo Domingo de los Tsáchilas, utilizando el medio de comunicación Online, con los porcentajes en la escala nominal.

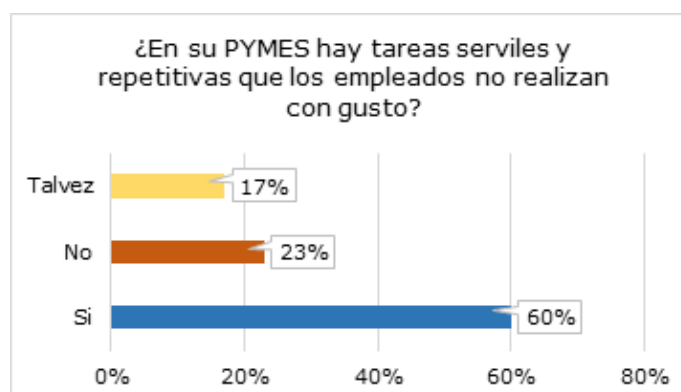


Figura 1. Tareas repetitivas que los empleados no realizan con gusto.

Un 60% de la muestra (Figura 1) considera que en las Pymes en que laboran, sí hay tareas repetitivas que los empleados no realizan con entusiasmo, un 23% responde que no y un 17% menciona que tal vez.

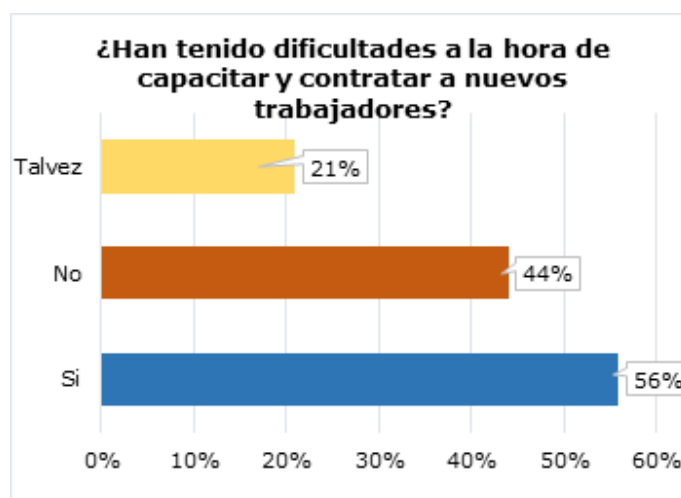


Figura 2. Dificultades a la hora de capacitar y contratar a nuevos trabajadores.

A la hora de capacitar (Figura 2) y contratar nuevos trabajadores, un 56 % de los encuestados manifiestan que han tenido ciertas dificultades, el 44% dice que no y el 21% tal vez.



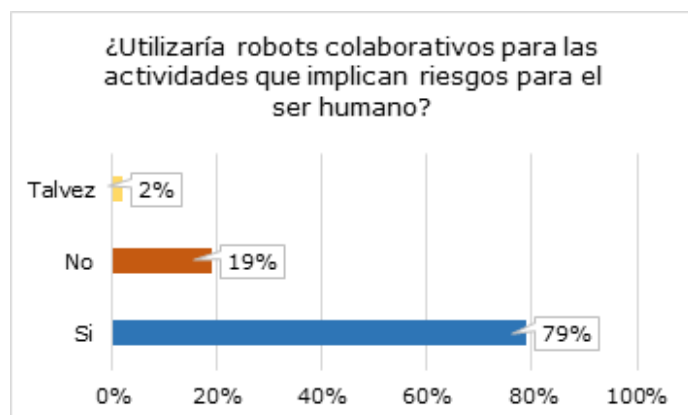


Figura 3. Cobots para actividades que implican riesgos para el ser humano.

El 72% de la muestra está de acuerdo (Figura 3) con utilizar robots colaborativos en actividades que implican riesgos para el ser humano, el 19% manifiesta que no y el 2% posiblemente.

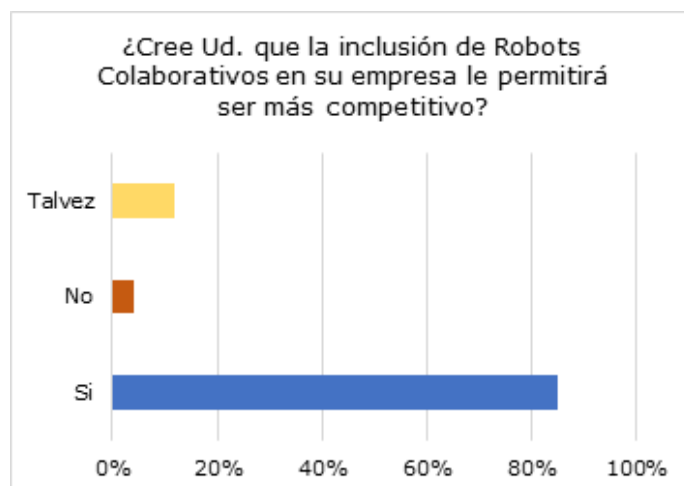


Figura 5. Competitividad de la empresa por la inclusión de Robots Colaborativos.

El 85% de los encuestados (Figura 5) creen que la inclusión de los robots colaborativos en las empresas les permitirá ser más competitivos, el 4% considera que no y el 12 %, posiblemente.

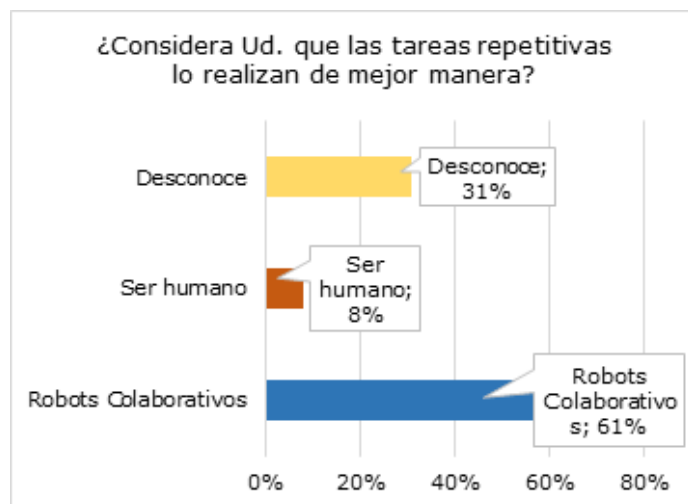


Figura 4. Tareas repetitivas realizadas en la empresa.

Los encuestados (Figura 4) en su mayoría (61%) consideran que las tareas repetitivas las realizan de mejor manera los robots colaborativos, llegan a la conclusión un 8% de que son los humanos y el 31% menciona que desconoce quien laboraría mejor con estas tareas.

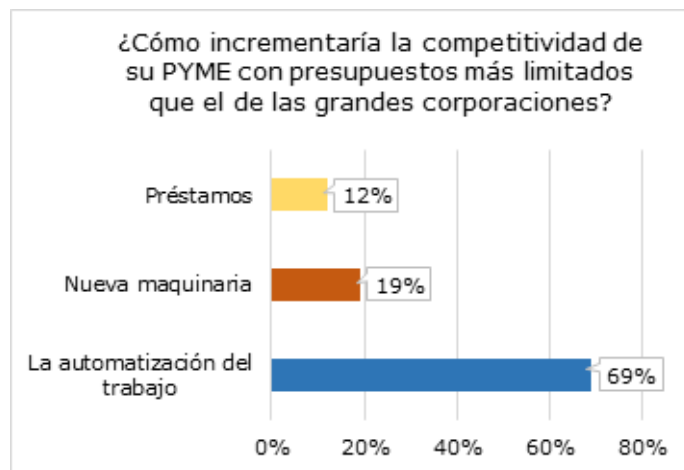


Figura 6. Incremento de la competitividad de su PYME con presupuestos más limitados.

La competitividad de las Pymes (Figura 6) puede incrementarse de diversas maneras y con presupuestos más limitados que el de las grandes corporaciones, así, el 69% de los encuestados manifiestan que una de estas maneras es la automatización del trabajo, el 19% responde que puede ser mediante la adquisición de nueva maquinaria y el 12% a través de préstamos.

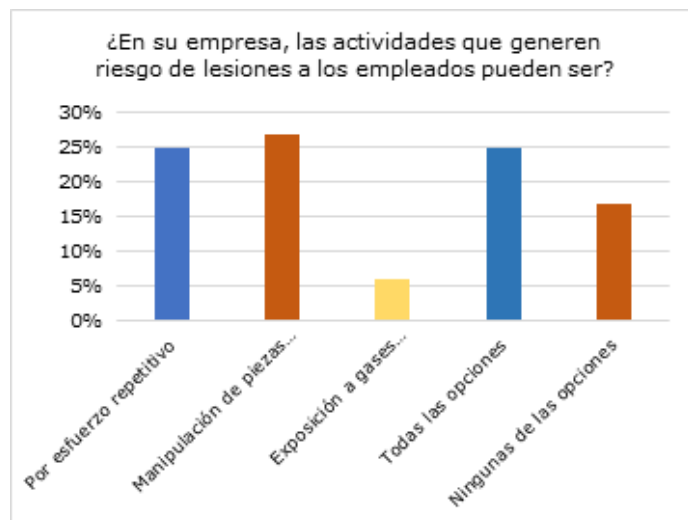


Figura 7. Tipos de riesgos o lesiones generadas por las actividades en su empresa.

Los riesgos en las empresas (Figura 7) son naturales de acuerdo con la seguridad que aquellas generen a sus colaboradores, sin embargo, los peligros más comunes que pueden provocar lesiones a los empleados son por manipulación de piezas pesadas en un 27%, por esfuerzo repetitivo según el 25% de la muestra, por exposición a gases nocivos, virutas u objetos afilados según el 6%, por todas las mencionadas el 25% y un 17% considera que ninguna de las opciones anteriores genera riesgos.

Es conocido que los robots colaborativos han sido creados y puestos a disposición de las empresas con el objetivo de colaborar con la planta de trabajo reduciendo al ser humano el agotamiento físico por tareas repetitivas, además de eso, evitando exposiciones a peligros de diferente naturaleza. Existen ambientes en donde no son necesarias contrataciones de personal permanente, es allí en donde pueden ser parte importante para el desarrollo de la producción, disminuyendo también gastos por capacitación. De acuerdo con los resultados obtenidos y la información recolectada, es visto que aún los empresarios de pequeñas y medianas empresas se muestran reacios en cierto porcentaje a permitirse el trabajo con los cobots, aquellos han estado enfrascados en el uso de la tecnología tradicional, con grandes o pequeñas máquinas de acuerdo con el espacio de la sociedad y de la producción que necesitan.

El reducido temor de experimentar nuevos medios con nuevas tecnologías es una de las posibles causas que limitan a las Pymes; sin embargo, poco a poco, esta amplia gama de cobots estará incursionando con gran potencia en el medio de la producción a pequeña y gran escala.

## CONCLUSIONES

Las empresas que examinan y valoran su desarrollo, sean aquellas pequeñas o medianas, deben estar prestas a incursionar en el medio tecnológico, conociendo los favores que la misma puede darles en favor de la producción, con esto, los robots colaborativos, son una gran adquisición con mirar a mejora inmediata.

Es de gran relevancia que las Pymes conozcan las ventajas que el uso de los cobots puede darles a sus ambientes, generando incrementos agigantados en la producción diaria, evitando altos derroches de tiempo y factor económico en capacitaciones de personal temporal.

La seguridad es menester en todo sector laboral y mucho más en departamentos industriales, en donde nadie está excepto de posibles riesgos de lesiones por actividades repetitivas o variadas, los cobots ofrecen sistemas de seguridad no solo para el espacio de trabajo, sino, para sus colaboradores humanos.

Tomar como iniciativa la automatización de tareas repetitivas en las Pymes, es un factor relevante para acrecentar la producción local y dar saltos a espacios más amplios de nivel comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calitz, A. P., Poisat, P., & Cullen, M. (2017). The future African workplace: The use of collaborative robots in manufacturing. *SA Journal of Human Resource Management*, 15(1), 1-11
- EDS Robotics. (2020). ¿Qué es un robot colaborativo?. (Sitio web). EDS Robotics <https://www.edsrobotics.com/blog/robot-colaborativo-que-es/>
- El Zaatari, S., Marei, M., Li, W., & Usman, Z. (2019). Cobot programming for collaborative industrial tasks: An overview. *Robotics and Autonomous Systems*, 116, 162-180.
- Estupiñán, J., Batista, N., Torres, R., Toapanta, A., & Oviedo, F. (2017). La perspectiva ambiental en el desarrollo local. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(2), 1-23.
- Gualtieri, L., Palomba, I., Wehrle, E. J., & Vidoni, R. (2020). The opportunities and challenges of SME manufacturing automation: safety and ergonomics in human-robot collaboration. In *Industry 4.0 for SMEs*. Palgrave Macmillan.
- Ibujés Villacís, J. M., & Benavides Pazmiño, M. A. (2018). Contribución de la tecnología a la productividad de las pymes de la industria textil en Ecuador. *Cuadernos de economía*, 41(115), 140-150.

- International Organization for Standardization. (2011). 10218-2: 2011: Robots and robotic devices–Safety requirements for industrial robots–Part 2: Robot systems and integration. *Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization*, 3.
- Jiménez-Builes, J. A., Ramírez-Patiño, J. F., & González-España, J. J. (2011). Sistema modular de robótica colaborativa aplicado en educación. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (58), 163-172.
- Matthias, B. (2014). Industrial Safety Requirements for Collaborative Robots and Applications, Workplace Safety in Industrial Robotics: trends, integration and standard. ABB Corporate Research.
- Olea-Miranda, J., Contreras, O. F., & Barcelo-Valenzuela, M. (2016). Las capacidades de absorción del conocimiento como ventajas competitivas para la inserción de pymes en cadenas globales de valor. *Estudios gerenciales*, 32(139), 127-136.
- Peshkin, M. A., Colgate, J. E., Wannasupphrasit, W., Moore, C. A., Gillespie, R. B., & Akella, P. (2001). Cobot architecture. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 17(4), 377-390.
- Revista de Robots. (2021). Robots colaborativos. Qué es un robot colaborativo, características y fabricantes de cobots. <https://revistaderobots.com/cobots/cobots-o-robots-colaborativos-caracteristicas-ventajas-y-fabricantes-de-brazos-roboticos-industriales/>
- Ripipsa. (2016). Robots industriales. <https://ripipsacobots.com/robots-industriales/>
- Romero Fernández, A. J., Álvarez Gómez, G. A., & Estupiñán Ricardo, J. (2021). La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo. *Universidad Y Sociedad*, 13(S3), 408-415.
- Salesforce. (2021). Los departamentos fundamentales para tu pyme. [https://www.salesforce.com/es/blog/2021/10/departamentos\\_fundamentales\\_pymes.html](https://www.salesforce.com/es/blog/2021/10/departamentos_fundamentales_pymes.html)
- Salimbeni, S., & Mamani, D. (2020). Marco de referencia para la incorporación de Cobots en líneas de manufactura. *Podium*, (38), 159-180.
- Sherwani, F., Asad, M. M., & Ibrahim, B. S. K. K. (2020). Collaborative robots and industrial revolution 4.0 (ir 4.0). *International Conference on Emerging Trends in Smart Technologies*.
- Veloso, M., Biswas, J., Coltin, B., Rosenthal, S., Kollar, T., Mericli, C., ... & Ventura, R. (2012). Cobots: Collaborative robots servicing multi-floor buildings. (Ponencia). *International conference on intelligent robots and systems*. Vilamoura, Portugal.
- Villaronga, E. F. (2016). ISO 13482: 2014 and its confusing categories. Building a bridge between law and robotics. *New Trends in Medical and Service Robots*. (pp. 31-44). Springer.