

Medición de la productividad en una pequeña empresa de fundición metálica.

Productivity measurement in a small metal foundry Company.

Ing. Luis Enrique Soto Chávez ^{1*}, Ing. José William Ugalde Vicuña ²

1* Master Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción Logística Y Cadena De Suministro. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Email: luis.sotoc@ug.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8854-6881>

2. Magister en Seguridad Higiene Industrial y Salud Ocupacional. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Email: jose.ugaldevi@ug.edu.ec Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1240-7804>

Correspondencia: luis.sotoc@ug.edu.ec

Recibido: 03/Agosto/2020

Aceptado: 05/Septiembre/2020

Publicado: 30/Octubre/2020

Resumen: El presente trabajo de investigación se realiza con el propósito de proporcionar a partir de fundamentos teóricos algunas formas de calcular la productividad en una pequeña empresa de fundición, para ello esta investigación es teórica de tipo básica, a un nivel de profundidad que la coloca como una investigación descriptiva, no experimental, donde no existe manipulación de variables. A partir del análisis de los fundamentos teóricos para el cálculo de la productividad, así como, el análisis del proceso de producción de una empresa de fundición se planteo algunas relaciones que puedan servir para tal propósito, de mismo modo, explicar la utilidad de cada índice. Para lograr determinar los índices que permita estimar la productividad es conveniente en primer lugar describir el proceso de fundición como tal, ya que, y a pesar que se plantee para la investigación que sea una pequeña empresa, el proceso de fundición no deja de ser complejo.

Palabras claves: Medición productividad, empresa fundición, fundamentos teóricos.

Abstract: The present research work is carried out with the purpose of providing, from theoretical foundations, some ways of calculating productivity in a small foundry company, for this this research is theoretical of a basic type, at a depth level that places it as a descriptive, non-experimental research, where there is no manipulation of variables. From the analysis of the theoretical foundations for the calculation of productivity, as well as the analysis of the production process of a foundry company, some relationships are proposed that can serve for this purpose, in the same way, to explain the usefulness of each index. In order to determine the indexes that allow productivity to be estimated, it is convenient first to describe the foundry process as such, since, and despite the fact that it is proposed for the investigation that it is a small company, the foundry process is still complex.

Keywords: Productivity measurement, foundry company, theoretical foundations.

INTRODUCCIÓN

En el dinámico mercado global actual, especialmente entre las industrias manufactureras de pequeña y mediana escala, la competencia se muestra fuerte para la rentabilidad y subsistencia de las misma. Es por ello que, para ser competentes, las industrias necesariamente tienen que trabajar de manera eficiente actualizando e implementando nuevas técnicas, desarrollo de innovaciones entre otro.

Así mismo, enfrentarse a presiones competitivas cada vez más fuertes, las empresas asumen la imperiosa necesidad de coordinar las actividades principales en una estrategia coherente que integre todas y cada uno de los aspectos fundamentales Saravanan, Nallusamy y Balaji (2018) y Bernard y Shankarrao (2020)

Además, el propósito principal de plantear las mejores estrategias, es la necesidad de identificar el nivel de correlación, entre las actividades desarrolladas por la organización. Al plantear una estrategia, muchas empresas no cuentan con la forma y en ocasiones, ni la disposición, de incorporar algunas de las perspectivas funcionales necesarias para determinar una respuesta estratégica apropiada. Entre las estrategias funcionales esta la perspectiva de la productividad. Sari, Hardiansa y Suryoputro (2018) y Salas-Navarro, et al., (2019)

Al mismo tiempo, la asimilación y los acuerdos logrados entre los diferentes agentes que intervienen en la empresa sobre las estrategias funcionales, es un aspecto importante para el desarrollo de proceso de mejoramiento en la misma, más sólidas y con bases firmes. No obstante, si no se tiene claros los objetivos ni las metas a alcanzar, no se podrá definir con la mayor asertividad las estrategias adecuadas, por lo que serán ineficaces. Carro y González (2012) y (Orduña, 2016)

Así mismo, plantea Favela et al., (2019), tener presente antes de planear el diseño de un plan estratégico o de cualquier índole, como la logística, la necesidad de tener claro el contexto en el que se desarrollara, de manera que es importante entonces diagnosticar, fijar metas y contar con los recursos necesarios. Aunado a la necesidad de las empresas de la estandarización de sus procesos y procedimientos como requisito y apoyo en la implementación de un sistema de gestión de calidad que permita, por medio del mismo, obtener una estructura eficiente y competitiva.

Es por ello, que obtener datos relacionados con las actividades desarrolladas por la organización o empresa, nos permite adquirir un entendimiento más profundo de los procesos y que facilita planificar con mayor certeza y confiabilidad acerca de las acciones a seguir. A su vez, permite discernir con mayor precisión las oportunidades de mejora de un proceso dado. Por lo cual es necesario contar con datos que se recaban a través de la medición de indicadores, y como se ha expresado antes, permite analizar y explicar cómo han sucedido los hechos. Carro y González (2012) y (Medina, 2018).

En el mismo orden de idea, la toma de datos, es decir la medición, debe ser una práctica continua, ejecutarse y tomarse la medición y volver en cada ciclo a ponerlos en discusión, para comprenderlos más a fondo y para reforzar en la organización la cultura de medir. Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2018)

Por otro lado, comprender un proceso es de ningún modo hacer un estudio alguna vez, sino que se trata de una actitud permanente de observación y estudio para entender las tendencias del proceso, sus condiciones, potencialidades, limitaciones y sus causas Vergès y Genescà (2021).

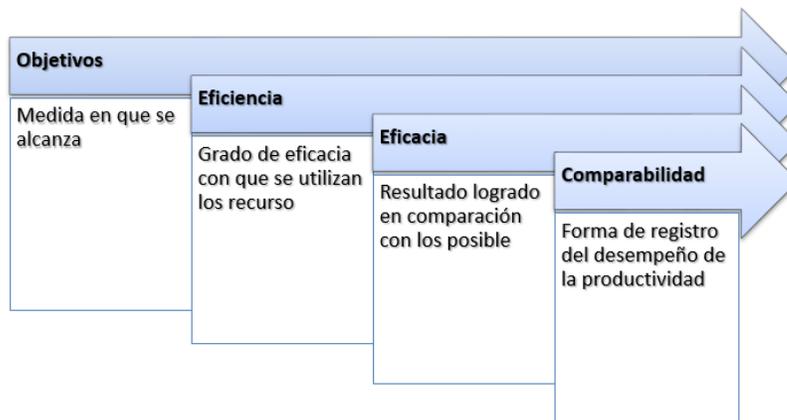
Uno de los indicadores que la mayoría de las organizaciones, empresas e inclusive entes gubernamentales, en la productividad, como lo explica Vinayagasundaram y Kannan (2015) así como Vergès y Genescà (2021), y Medina (2018), es la productividad, puesto que la productividad se puede entender, como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Por lo que, la productividad también se puede definir como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios.

En este sentido, diferentes autores como Medina (2018), Ganguly y Rana (2018), Carro y González (2012) y otros, plantean la importancia del incremento de la productividad porque esta produce una reacción en cadena, fenómeno que genera una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad del empleo, permanencia en la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

Por lo que, en general, la productividad además se puede considerar como una medida global de la forma en que las organizaciones satisfacen los criterios siguientes, como se puede observar en la figura 1:

Figura 1.

Criterios a considerar y que se puede estimar gracias a la productividad.



Autor: propia a partir del análisis del texto expresado por Rodriguez y Gomez (1991)

A su vez, Medina (2018) citando a varios autores, expone que la productividad es producto de la correlación entre los recursos necesarios que se emplea en una producción, así como el esfuerzo o capacidad del trabajador. n aspecto importante es la relación que existe entre eficiencia y productividad. El concepto de productividad ocupa un papel prominente para apreciar el avance económico, tanto de las organizaciones como de las naciones.

Señala Orduña (2016) en su trabajo de investigación que, basándose en la medición del índice de productividad por medio de la matriz por objetivo, se logra conseguir fácilmente el indicador al que es preciso mejorar, de esta forma escoger adecuadamente la técnica o herramienta que puede dar respuesta a la mejora del indicador. Las herramientas que permiten optimizar la productividad proponen el uso adecuado de los recursos.

Por otro lado, comenta Fontalvo et al., (2018), en su artículo de investigación que, la rentabilidad presenta una considerable relación con la mejora de la productividad, lo que posibilita a las empresas con fines de lucro, obtener suficientes ganancias, lo que permite a su vez, lograr crecer y desarrollarse, y además, proporcionar a sus colaboradores salarios más atractivos. La optimización y rentabilidad produce que la competitividad entre las empresas, ofrezcan productos con calidad, precio competitivo, flexibilidad y confiabilidad en servicios.

Es por todo lo expresado en los párrafos anteriores, este trabajo de investigación se enfoca en proporcionar una visión general de los parámetros a considerar para la medición de la productividad de una pequeña empresa de fundición, basándose en la descripción del proceso de fundición, los conceptos sobre la productividad, por ello esta investigación es de tipo documental, descriptiva.

METODO

Teniendo en cuenta lo expresado por Elias (2005) esta investigación teórica de tipo básica, puesto que está orientada a proporcionar los fundamentos teóricos para la medición de la productividad enfocada en una empresa de fundición, igualmente en concordancia con lo desarrollado por Arias (1999) acerca del grado o nivel de profundidad con el que se espera afrontar un tema de estudio, y Hernández, Fernández y Baptista (2014) al relacionarse con el alcance de la investigación, la presente investigación se enfoca como una investigación descriptiva, no experimenta sin manipulación de variables, a consecuencia de que este trabajo se centra en recabar información de forma independiente acerca de cuáles son los factores a tener en cuenta al momento de medir la productividad de una pequeña empresa de fundición. Así mismo se describirá el proceso productivo de dicha empresa.

Partiendo de lo que se entiende como una investigación documental planteado por Bernal (2010), en la que se describe ésta como, un análisis de la información escrita acerca de un tema determinado, con el propósito de establecer diferencias, relaciones, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio. Por lo antes presentado, este trabajo de investigación es de documental, puesto que la información encontrada se origina a partir de fuentes bibliográfica. La información conseguida se sustenta en fuentes primarias relacionadas a la medición de la productividad, y que este ampliamente estudiada. Asimismo, este trabajo de investigación podrá contribuir aportando información aprovechable a futuras investigaciones donde el tema desarrollado sea la medición de la productividad.

Las fuentes consideradas para esta investigación, fueron principalmente bibliográficas, artículos científicos en revistas indexadas, tesis de grado tanto de nivel de pregrado como de postgrado, con el objetivo de garantizar que la información encontrada en esta investigación sea lo más pertinente y fehacientemente posible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para lograr determinar los índices que permita estimar la productividad es conveniente en primer lugar describir el proceso de fundición como tal, ya que, y a pesar que se plantee para la investigación que sea una pequeña empresa, el proceso de fundición no deja de ser complejo.

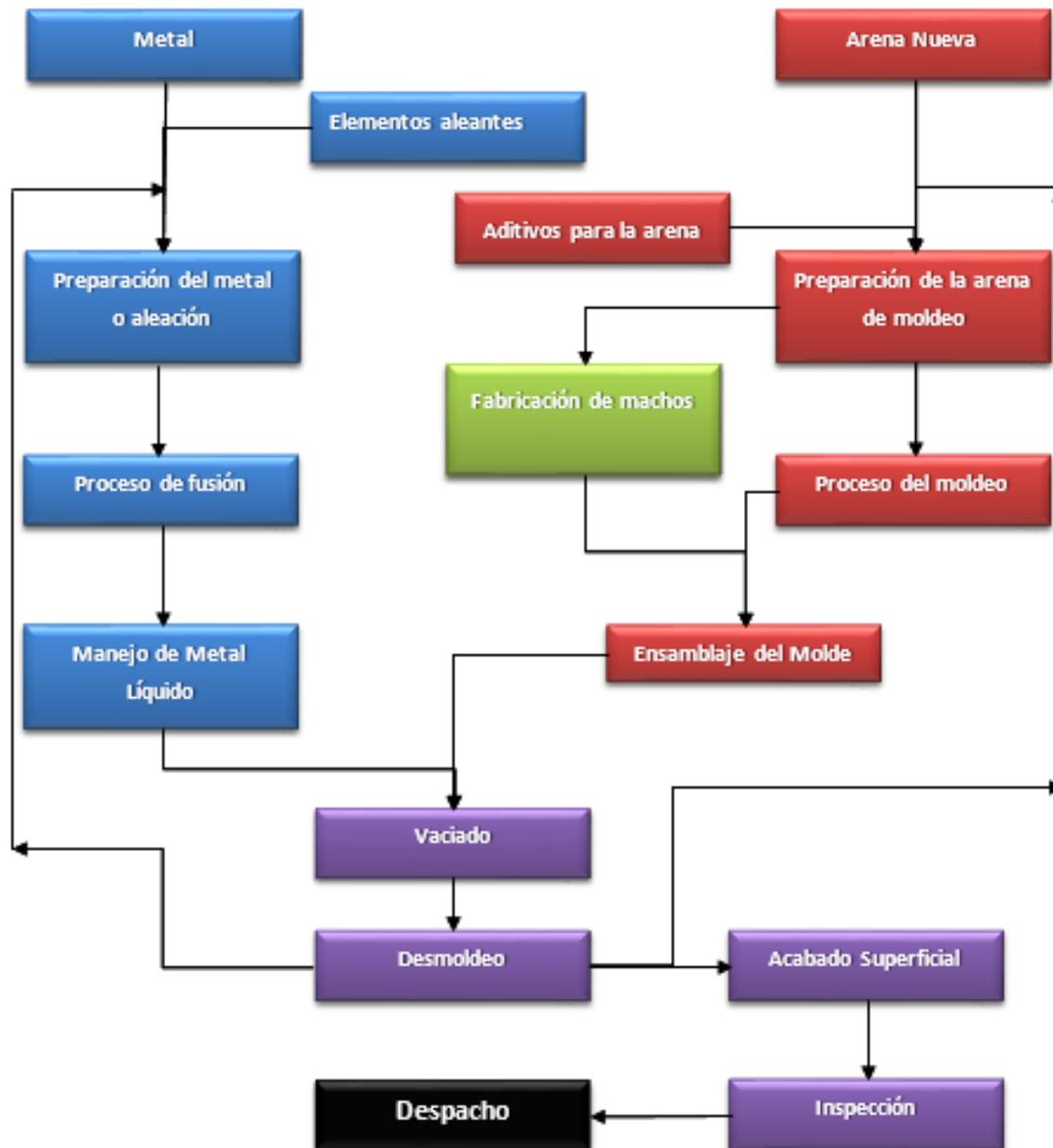
Partiendo de un concepto general, el proceso de fundición según Quintero (1998) es un proceso térmico de manufactura donde se procesan los metales y aleaciones a elevada temperatura para transformarlo completamente al estado líquido, para luego ser vaciado sobre un molde que contiene la geometría del producto a fabricar donde se le deja solidificar y enfriar. De este concepto se puede visualizar algunas consideraciones, la necesidad de un instrumento que permita fundir el metal o aleación (el horno de fusión), el molde y las particularidades de este (fabricación, material de fabricación) y la preparación de metal o aleación (preparación de la carga).

Una empresa que se dedica a la manufactura de piezas por el proceso de fundición además de cumplir con los parámetros descritos anteriormente también realiza diferentes procesos como la creación de patrones, la fabricación de núcleos, machos o corazón, el moldeado y el ensamblaje de moldes, los procesos de fundición, la carga del horno, la fusión, la retención y el vaciado del metal líquido, y los procesos posteriores a la fundición, el desmoldeo, acabado superficial, la inspección de la piezas y el envío. En la figura 2 se observa un diagrama de flujo de una empresa de fundición. Ganguly y Rana (2018)

Continua Ganguly y Rana (2018) y reafirma Sari et al., (2018) junto con Quintero (1998) que, el proceso de fundición implica interacciones complejas entre varios parámetros y operaciones

relacionadas con la composición del metal, el diseño de métodos, el moldeo, la fusión, el vertido, el desbarbado, el mecanizado como la molienda y la inspección, etc. Varias operaciones realizadas

Figura 2.
Diagrama de flujo de una empresa de fundición.



Fuente: Ganguly y Rana (2018) y Quintero (1998), Elaborado por Autor.

Como se ha explicado anteriormente en este trabajo, el proceso de fundición es complejo, como se puede visualizar en la figura 2, hay elementos que se puede reutilizar como la arena de

moldeo, así como los recortes del sistema de alimentación y vaciado que necesita la pieza para ser llenada, Quintero (1998). Así mismo, el proceso de fundición es muy versátil ya que se pueden una pieza de gran peso, como miles de muy bajo peso, así como piezas de geometría simple, como de geometría intrincada.

Por lo que, para calcular la productividad partiendo del concepto de Vergès y Genescà (2021) así como el presentado por Carro y González (2012), que se expresa a continuación:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

Donde la dificultad radica en definir el sistema, es decir, que se entenderá como entradas, a que se llama salidas, puesto que pueden ser tan variadas como, por ejemplo, horas de mano de obra por cantidad de acero producido, cantidad de combustible necesario para producir Kw de electricidad. (Romero, 2020).

Entonces para en caso en estudio se puede considerar diferentes índices para definir el sistema, con el objeto de facilitar la estimación de la productividad, entre las cuales se recomienda:

Relación entre el peso de la o las piezas terminadas con la cantidad de horas hombre empleadas, en fórmula se desarrollaría como:

$$Productividad = \frac{\text{peso pieza terminada}}{\text{horas hombre empleadas}}$$

Este índice es un indicador útil a la hora de evaluar la productividad debido a que independientemente el tamaño de las piezas que se fabriquen en la empresa, se pueden estimar el índice de productividad y lograr comparar continuamente a través del tiempo y hacer los correctivos necesarios.

Relación entre la cantidad de las piezas terminadas con cantidad de piezas programadas, cuya fórmula se plantea a continuación

$$Productividad = \frac{\text{Cantidad de piezas terminadas}}{\text{Cantidad de piezas programadas}}$$

Este indicador permite estimar la productividad en función de una jornada de trabajo donde previamente se haya estimado la cantidad de piezas a fabricar, con lo que se podría comparando la productividad dar incentivos a los equipos de trabajo que labores en ese intervalo de tiempo, por otro lado, a su vez, y complementando con un estudio más amplio que factores interno o externo de la empresa influye en el proceso productivo.

Relación entre el peso de la o las piezas terminadas con peso de aditivos empleados para la preparación de las arenas de molde, que se puede expresar como sigue:

$$Productividad = \frac{\text{peso pieza terminada}}{\text{peso de aditivos empleados}}$$

Partiendo de la base que en el proceso de fundición se puede reutilizar tanto la arena de moldeo, este indicador de la productividad, permite estimar el grado de reutilización de los retornos del sistema puestos que los aditivos se emplean solo cuando a partir de análisis de laboratorio de arenas determinen que son necesarios.

Relación entre el precio-kg pieza terminada con el precio-kg de metal o aleación a fundir, que se puede expresar como:

$$Productividad = \frac{\text{precio - kg pieza terminada}}{\text{precio - kg metal aleación en bruto}}$$

Con este indicador se puede estimar la productibilidad valorizada es decir cuando capital se recibe por capital invertido en función de la materia prima utilizada, considerando el retorno que se puede reutilizar de los recortes del sistema de alimentación y vaciado, y que se puede usar en la carga del horno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración* (Tercera ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
- Bernard, E., & Shankarrao, G. (2020). Productivity improvement through identifying hazardous conditions in steel foundry. *Conference Series: Materials Science and Engineering*, 872. Tamil Nadu. doi:<https://doi.org/10.1088/1757-899X/872/1/012091>
- Carro, R., & González, D. (2012). Productividad y competitividad. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Obtenido de <http://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607>
- Elias, M. M. (2005). *Metodología de la Investigación Científica* (Primera ed.). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Unidad de Potgrado.
- Favela, M., Escobedo, M., Romero, R., & Hernández, J. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 16(1), 115 - 133. doi:10.22507/rli.v16n1a6
- Fontalvo, T., De La Hoz, E., & Morelos, J. (2018). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 16(1), 47 - 60. doi:10.15665/dem.v16i1.1375
- Ganguly, P., & Rana, R. (2018). A review on reducing casting defects and improving productivity in a small scale foundry using DMAIC approach. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, 7(7), 115 - 122. doi:10.5281/zenodo.1312726
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw Hill.
- Medina, B. (2018). *Metodología Kaizen para Mejorar la Productividad de los Procesos en una Fundidora de Aluminio*. Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12848/825>

- Orduña, M. (2016). Diseño de un sistema integral de gestión del costo y medición de la productividad (SIGCMEPROD) para las áreas de producción. Caso: metalúrgica artesanal. Tesis de grado para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Apizaco, Tlaxcala. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/680>
- Quintero, O. (1998). Principios de la Tecnología de Fundición. Caracas: Universidad Simon Bolívar, Departamento de Ciencias de los Materiales. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/361873472/mt-3312-Intr-pdf>
- Rodriguez, F., & Gomez, L. (1991). Indicadores de calidad y productividad de la empresa (Primera ed.). Caracas: Corporación Andina de Fomento. Obtenido de <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/863>
- Romero, J. (2020). Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad del área de esmerilado de una empresa de fundición. Lima, 2020. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima: Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/65226>
- Salas-Navarro, K., Meza, J., Obredor-Baldovino, T., & Mercado-Caruso, N. (2019). Evaluación de la Cadena de Suministro para Mejorar la Competitividad y Productividad en el Sector Metalmeccánico en Barranquilla, Colombia. *Información tecnológica*, 30(2), 25 - 32. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200025>
- Saravanan, V., Nallusamy, S., & Balaji, K. (2018). Lead Time Reduction through Execution of Lean Tool for Productivity Enhancement in Small Scale Industrie. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 116 - 127. doi:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.34.116>
- Sari, A., Hardiansa, F., & Suryoputro, M. (2018). Workload assessment on foundry SME to enhance productivity using full time equivalent. The 2nd International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development. 154, pág. 5. MATEC Web of Conferences. doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401081>
- Vergès, J., & Genescà, E. (2021). La Medición De La Productividad a Nivel De Empresa. Análisis Crítico. Centre de Serveis Científics i Acadèmics de Catalunya. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2072/435318>
- Vinayagasundaram, R., & Kannan, V. (2015). Implementation of Lean Manufacturing Practices and its Impact on Productivity in Coimbatore Foundrie. *Journal of Entrepreneurship and Management*, 4(1), 34 - 41. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52714576/04-with-cover-page->



v2.pdf?Expires=1647112902&Signature=B3Jvr9ofN~Tbaxe1J2ALAAVvZcXk7aGpZ
Dr-
ntcy4eGjqDiLe80ZBKILm5bEtjvBBbfX49boFwKM3cFEamyLQ6~4LrzvtF2wWFZw
iCCGVzbevfmY0LsHedAv50ga4JEMFGMMdepCRuBV0RzCf0aqlfx-c