

ISSN 2523-6806

Volumen 3, Número 9 — Enero — Marzo - 2019

Revista de Operaciones Tecnológicas



ECORFAN-Taiwan

Editor en Jefe

BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Operaciones Tecnológicas, Volumen 3, Número 9, de Enero a Marzo - 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD. ISSN: 2523-6806. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo del 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista de Operaciones Tecnológicas

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Operaciones Tecnológicas es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

NAZARIO - BAUTISTA, Elivar. PhD
Centro de Investigacion en óptica y nanofisica

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

Comité Arbitral

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

CRUZ - BARRAGÁN, Aidee. PhD
Universidad de la Sierra Sur

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

BARRON, Juan. PhD
Universidad Tecnológica de Jalisco

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Operaciones Tecnológicas emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de sistemas de producción, propiedades mecánicas, transmisión de datos, estandarización de procesos, ingeniería industrial, materiales compuestos, análisis cinemático, estudio cinético, generador de energía, procesos industriales y tecnológicos y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo*, mediante herramientas de manufactura esbelta, por CONANT-PABLOS, Marco Antonio, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Sonora, como segundo artículo presentamos, *Alcances de la regulación de los activos virtuales en México*, por GUTIÉRREZ-RANGEL, Héctor Fabián, ESPINOSA-MOSQUEDA, Rafael y MORA-OLIVARES, Enrique, con adscripción en la Universidad de Guanajuato, como tercer artículo presentamos, *Implementación de la manufactura esbelta en una línea de arneses eléctricos automotrices*, por CANO-CARRASCO, Adolfo, VÁSQUEZ-TORRES, María del Carmen, GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth y BELLIZIA-GUZMÁN, Héctor, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Sonora, como último artículo presentamos, *Evolución química del agua subterránea a través del acuífero del Valle de Mexicali*, por GÓMEZ-PUENTES, Francisco Javier, REYES-LÓPEZ, Jaime Alonso y AMADO-MORENO, María Guadalupe, con adscripción en Instituto Tecnológico de Mexicali y la Universidad Autónoma de Baja California.

Contenido

Artículo	Página
Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta CONANT-PABLOS, Marco Antonio, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián <i>Instituto Tecnológico de Sonora</i>	1-14
Alcances de la regulación de los activos virtuales en México GUTIÉRREZ-RANGEL, Héctor Fabián, ESPINOSA-MOSQUEDA, Rafael y MORA-OLIVARES, Enrique <i>Universidad de Guanajuato</i>	15-20
Implementación de la manufactura esbelta en una línea de arneses eléctricos automotrices CANO-CARRASCO, Adolfo, VÁSQUEZ-TORRES, María del Carmen, GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth y BELLIZIA-GUZMÁN, Héctor <i>Instituto Tecnológico de Sonora</i>	21-29
Evolución química del agua subterránea a través del acuífero del Valle de Mexicali GÓMEZ-PUENTES, Francisco Javier, REYES-LÓPEZ, Jaime Alonso y AMADO-MORENO, María Guadalupe <i>Instituto Tecnológico de Mexicali</i> <i>Universidad Autónoma de Baja California</i>	30-36

Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta

Proposals for the continuous improvement of the production area of a pork production company, using lean manufacturing tools

CONANT-PABLOS, Marco Antonio†*, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián

Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Ingeniería Industrial. Ciudad Obregón, Sonora. Colonia Villa ITSON. C.P. 85000

ID 1^{er} Autor: *Marco Antonio, Conant-Pablos* / ORC ID: 0000-0002-3364-3702, **Researcher ID Thomson:** G-3911-2018, **CVU CONACYT ID:** 687331

ID 1^{er} Coautor: *René Daniel, Fornés-Rivera* / ORC ID: 0000-0002-7438-0056, **Researcher ID Thomson:** G-3906-2018, **arXiv Author ID:** rene_fornes, **CVU CONACYT ID:** 280435

ID 2^{do} Coautor: *Adolfo, Cano-Carrasco* / ORC ID: 0000-0002-3392-3667, **Researcher ID Thomson:** G-5035-2018, **arXiv Author ID:** Adolfo.cano, **CVU CONACYT ID:** 266064

ID 3^{er} Coautor: *Adrián, Sánchez-Osuna* / ORC ID: 0000-0001-8233-8918

DOI: 10.35429/JTO.2019.9.3.1.14

Recibido 10 de Enero, 2019, Aceptado, 30 de Marzo, 2019

Resumen

El presente proyecto tuvo lugar en una empresa productora de carne de cerdo, la cual desea disminuir los desperdicios de los productos del área de rebanado, específicamente en los productos Belly Slice, Kataroso Slice 120 gr y Belly Slice (3cm), teniendo como objetivo identificar actividades que no agregan valor, a través de herramientas de manufactura esbelta, para proponer acciones de mejora en el proceso de rebanado en el área de producción. El procedimiento utilizado consistió en describir las actividades del proceso, generar tabla de especificaciones de los productos, determinar tiempo de ciclo y capacidad productiva, determinar tamaño de muestra, elaborar mapa de valor (VSM, por sus siglas en inglés) del proceso actual, identificar actividades que generan desperdicio, realizar VSM de la situación futura y, por último, generar propuestas de mejora. Como resultado, se obtuvo un programa para el monitoreo de la producción, adaptar la línea de producción a modo de celda de manufactura y la creación de un formato para el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo; así como también la información que sentará las bases para los productos bajo estudio. Con dichas acciones se pretende aportar a la mejora continua de los indicadores de rendimiento, productividad y eficiencia.

Desperdicio, Manufactura esbelta, Mejora continua

Abstract

The present project took place in a pork production company, which wants to reduce the waste of the products of the slicing area, specifically in the products Belly Slice, Kataroso Slice 120 gr and Belly Slice (3cm), aiming to identify activities that do not add value, through lean manufacturing tools, to propose improvement actions in the slicing process in the production area. The procedure used was to describe the activities of the process, generate specifications table of products, determine cycle time and productive capacity, determine sample size, prepare Value Stream Map (VSM) of the current process, identify activities that generate waste, perform VSM of the future situation and, finally, generate proposals for improvement. As a result, was obtained a program to monitor production, adapt the production line as a manufacturing cell and create a format for preventive maintenance of machinery and equipment; as well as the information that will lay the foundations for the products under study. With these actions, the intention is to contribute to the continuous improvement of performance, productivity and efficiency indicators.

Waste, Lean manufacturing, Continuous improvement

Citación: CONANT-PABLOS, Marco Antonio, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián. Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta. *Revista de Operaciones Tecnológicas*. 2019. 3-9: 1-14

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: marco.conant@itson.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Debido al crecimiento económico que se experimentó durante el año 2018 en un contexto mundial, detonaron un aumento en la producción mundial de carne, permitiendo alcanzar un volumen de 335 millones de toneladas, lo que equivaldría a un crecimiento de 1.5% (5 millones de toneladas) con respecto al año 2017. Dejando, de acuerdo al informe realizado por la FAO en el mes de julio del año 2018, un consumo per cápita promedio de 43.9 kilogramos, es decir, un 0.6% más que en 2017 y se prevé que la carne de cerdo siga siendo la que más contribuya al aumento de la producción mundial de carne este año, seguida de la carne de aves de corral, de bovino y ovino (División de comercio y Mercados de la FAO, 2018).

Como refuerzo al argumento anterior, y con especial enfoque en la carne de cerdo, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estimó un crecimiento de 2.2% con respecto al año 2017, lo que permitiría alcanzar una producción mundial de 113.4 millones de toneladas. Éste mercado, el de la carne porcina, ha crecido significativamente durante las últimas décadas, incrementándose su consumo en más de un 80% en los últimos 30 años a nivel mundial (Sigauo y Terré, 2018).

De acuerdo a Sigauo y Terré (2018), el gran determinante de estos cambios es China, al ser el principal productor y consumidor a nivel mundial, cuya producción representa cerca del 50% del volumen total (54 millones ton). Por otra parte, la producción porcina de la Unión Europea (UE) representaría aproximadamente el 21% del total mundial (unos 24 millones de ton en el 2018), posicionándose como la segunda entidad con mayor producción de carne de cerdo. En tercer lugar, se encontraría Estados Unidos con una proyección del 11% del total mundial equivalente a 12 millones de ton y en cuarto lugar Brasil con 3.6 millones de toneladas (3%). Juntos, los primeros cuatro productores de cerdo constituirían más del 80% de la producción mundial (Sigauo y Terré, 2018).

En lo que respecta a las exportaciones de carne de cerdo, la Unión Europea (UE) participó con 35.7% de las exportaciones totales en el 2018 colocándose como principal exportador. En segundo y tercer lugar se encuentra Estados Unidos (EU) con 31.8% y Canadá con 15.8% respectivamente y por último figura Brasil como la cuarta potencia exportadora.

Estos países en conjunto concentran el 91% de las exportaciones mundiales (Gaucín, 2019). En contraparte, del lado de la demanda, los principales importadores son: China, Japón, México, Corea del Sur, Hong Kong y Estados Unidos, que concentran el 74% de las importaciones globales. China encabeza el listado como principal importador, superando desde 2017 al hasta entonces líder, Japón. Las importaciones chinas se duplicaron en los últimos 5 años, siendo la UE el principal proveedor de carne porcina de China, secundado por Canadá y Estados Unidos (Sigauo y Terré, 2018).

El tercer mayor importador a nivel mundial es México, cuyas compras ascenderían al 14% del total en 2018 (1.2 millones de toneladas). Gracias al tamaño y dinamismo de su economía, México es un importador clave. En la última década, las compras de éste país crecieron a un ritmo promedio del 9% anual. (Sigauo y Terré, 2018).

Entre los factores que explican el aumento en el consumo de carne de cerdo se encuentran los precios relativamente accesibles del cárnico, el aumento en el ingreso de los consumidores, así como la creciente confianza del consumidor, ya que, se cuenta con mayor información sobre las medidas de salubridad e inocuidad en las unidades de producción porcina. De ésta forma la percepción de que la carne de cerdo es una fuente de proteína saludable, similar a la carne de res y pollo ha crecido considerablemente (FIRA, 2016)

Aunado a lo anterior, el aumento del consumo de cerdos crece tanto en países con mercados ya consolidados, como en aquellos en vía de desarrollo. En América Latina el consumo porcino creció en los últimos años, especialmente en Colombia, México, Uruguay y algunos países de América Central; por lo que, dado que la demanda en la región crece a un ritmo mayor que la oferta interna, estas economías deben importar parte de lo que consumen a otros países productores. (Sigauo y Terré, 2018).

Focalizándose en el mercado mexicano, actualmente la demanda interna de carne de cerdo excede la producción, lo que lleva a una fuerte dependencia de las importaciones extranjeras.

De acuerdo con cifras preliminares del SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) a diciembre del 2017, la Producción Nacional de carne de cerdo alcanzó 1'439,933 toneladas anuales, cantidad 4.6% mayor al observado en el 2016, con un valor estimado de 56,893 millones de pesos (Lobato, Gonzalez, y Teresa, 2018).

Por lo anterior, el gobierno de México detectó la oportunidad para llevar esta práctica a un nivel de mayor sofisticación y eficiencia, implementando programas de financiamiento gubernamental, los cuales tuvieron especial impacto en la región norte de México, en donde grandes empresas han conseguido refinar sus procesos para adentrarse en el mercado mundial (Hernández & Parrish, 2017).

Dado que el gobierno del país ha tomado cartas en el asunto, las instalaciones inspeccionadas por el gobierno federal (conocidas como TIF o Tipo de Inspección Federal) continúan expandiéndose, puesto que en los últimos años SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) ha declarado que la tendencia a expandir la producción basada en TIF y reducir la producción municipal permitirá al sector garantizar la producción y el procesamiento de productos seguros para el consumo en el hogar y en el mercado de exportación (Hernández y Parrish, 2017).

En los últimos años, México ha trabajado de forma intensa para conquistar al mercado japonés y tenerlo en su cartera de clientes frecuentes. Cabe señalar que recientemente México recibió el reconocimiento por parte de Japón como productor libre de la Peste Porcina Clásica (PPC), lo que permitiría exportar carne de cerdo proveniente de todas las entidades federativas del país. Además, México continúa impulsando el desarrollo de otros mercados de exportación en Asia (FIRA, 2016).

En México, los seis principales estados productores de carne de cerdo son Jalisco, con 265 mil 217 toneladas; Sonora, 234 mil 639; Puebla, 166 mil 947; Yucatán, 135 mil 442; Veracruz, 122 mil 329, y Guanajuato, 110 mil 489 toneladas. Se registró que el inventario nacional es de más de 1.7 millones de cabezas de ganado porcino y el consumo Per Cápita en México es de 16.3 kilogramos (SAGARPA, 2017).

Así pues, en palabras del subsecretario de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura (SAGARHPA), la porcicultura sonorenses concentra el 17% de la carne de cerdo en México, ocupando el segundo lugar en la producción nacional y generando más de 19 mil empleos. Además, subrayó que durante 2019 se contempla incrementar las exportaciones debido a la gran aceptación y calidad de esta carne en los mercados internacionales; logros alcanzados por los productores sonorenses en base a las buenas prácticas de producción (Redacción Entorno, 2018).

Es importante destacar que en 2016 cinco establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) pertenecientes a la UGRPS (Unión Ganadera Regional de Porcicultores de Sonora), exportaron 67 mil 419 toneladas de carne de cerdo a países como, Japón, China, Corea y Estados Unidos, con valor superior a los 272 millones de dólares, ocupando el primer lugar nacional con el 66% de las exportaciones. A términos del año 2017 se incrementó la cantidad de producto exportado a más de 80 mil toneladas de carne de cerdo con valor superior a los 300 millones de dólares (Gobierno del estado de Sonora, 2018) Es así que la Unión Ganadera Regional de Porcicultores de Sonora, agregó el Subsecretario de Ganadería de la SAGARHPA, está conformada por cuatro asociaciones ganaderas locales (Hermosillo, Cajeme, Navojoa y Huatabampo), y cuenta con 335 granjas y 148 mil 674 vientres. (Redacción Entorno, 2018).

La Unión Ganadera Regional de Porcicultores de Sonora tiene su sede en Cd. Obregón; de esta forma en el municipio de Cajeme se encuentran algunas de las granjas exportadoras más importantes del país, las cuales cuentan con todo un complejo de crianza y procesamiento para éste insumo primario. Con una producción estimada de un millón 200 mil cerdos al año, la región del Valle del Yaqui es la que más destina cerdo hacia el mercado de exportación (Monteverde, 2018). Sin embargo, de acuerdo al presidente de la Asociación Ganadera Local de Porcicultores de Cajeme (AGLPC), a pesar de que los índices de producción local han ido en aumento, las importaciones estadounidenses no han parado, al contrario, éstas van en aumento, lo que afecta seriamente a los productores de la región, los cuales no pueden competir con los precios ofrecidos por el vecino del norte. (Redacción, 2018).

Para lograr lo anterior, las empresas productoras de carne de cerdo de la región deben ser capaces de satisfacer a su mercado objetivo con la suficiente eficiencia, de tal forma que les permita ser competitivos en precio. En pocas palabras, las empresas se verán beneficiadas a partir de unos procesos de negocio eficientes. (Gisbert, 2018).

Además de los factores externos como los valores internacionales de la carne, que afectan la competitividad de los productores locales, existen otros factores, los cuales son de carácter interno, por lo que están al alcance de las organizaciones para ser controlados. Uno de los principales es el desperdicio, que, de acuerdo a los autores Jiménez y Gisbert (2017), la palabra desperdicio está ligada con aquellas actividades realizadas en el proceso productivo que hace uso de recursos como materia prima, tiempo, equipo, materiales y personas, pero que no agregan valor al producto, por lo que, en resumidas cuentas, es todo aquello por lo que el cliente no está dispuesto a pagar.

Mientras que para Giannasi (2012), desperdicio es: “Todo aquello que no agrega valor a un producto o servicio para sus clientes, por lo que es toda mal utilización de los recursos y/o posibilidades de la empresa”. Egas (2017), define desperdicio como: “El desprendimiento de material que no representa valor agregado al cliente y que no puede ser aprovechado en la generación del mismo, pero que, en sí, es necesario para generar el producto”

Este factor tiene tanto efecto en la eficiencia, el rendimiento, como en la productividad; los cuales son definidos, en el caso de la eficiencia, como aquella comparación entre los valores observados y los valores óptimos, tanto para sus entradas como para sus salidas, haciendo énfasis en su grado de aprovechamiento, por lo que es de vital importancia una constante vigilancia (Álvarez, 2014). El rendimiento sería la proporción entre el resultado que se obtiene y los medios que se emplearon para alcanzar al mismo. (Quezada, 2016). Y la productividad, otro concepto que complementa al de desperdicio, es la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). (Carro y Gonzalez, 2012).

Gracias al fuerte impacto que tiene este mercado en el municipio de Cajeme, el presente proyecto se enfocará en una de las principales empresas porcícolas de la región, en donde se analizarán a detalle sus procesos productivos, misma que se describe a continuación. La planta tiene una capacidad para procesar 1250 cerdos diarios y los productos que genera se exportan hacia el mercado de Japón, Corea, Estados Unidos y algunos países europeos. La empresa atiende su demanda nacional mediante sucursales en México, Acapulco y Cancún que operan mayoreo hacia: Yucatán, Campeche, Tabasco, Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Estado de México y Morelos. En cuanto a su demanda regional cuenta con una oficina matriz en Cd. Obregón, cubriendo el noroeste del país (Empresa, 2019b).

De esta forma la compañía pertenece a aquellas empresas que cuentan con la calidad e higiene suficiente de acuerdo a lo establecido, con el claro objetivo de brindar a los consumidores un producto en condiciones favorables. La empresa posee una Planta de Rastro TIF, que divide su infraestructura en la estancia de corrales, sacrificio, corte, valor agregado y embarques.

En la planta existen distintas áreas, en donde cada una abastece a otra. En el área de sacrificio se reciben los cerdos que cumplen con todas las características necesarias para ser sacrificados y que son criados en granjas de la organización. En ésta área se sacrifican los cerdos, posteriormente pasan al área de corte, se clasifican y se canalizan a su área correspondiente. Bajo esta perspectiva y a grandes rasgos las áreas más importantes de la empresa son las siguientes: el área de sacrificio, el área de corte y el área de valor agregado. En ésta última se dispone de trabajos mucho más elaborados y detallados que los encontrados en el área de corte o sacrificio.

De acuerdo a Gisbert (2018), al definir cada proceso de la empresa, se deben formular aquellos indicadores que servirán al responsable para controlarlo, así como para informar del desempeño del proceso a otros miembros de la organización.

Por lo que, aunque la mayoría de las actividades realizadas en el objeto bajo estudio presentan un alto grado de mecanización, éstas se deben monitorear constantemente con ayuda de parámetros tan críticos como lo es el desperdicio, la eficiencia, la productividad y el rendimiento, que de acuerdo a entrevistas con los directivos del departamento de producción, la asociación de éstos indicadores permite conocer si los productos obtenidos por sus procesos están siendo elaborados de modo que se cumplan con los niveles mínimos de desperdicio, que para la situación bajo estudio, varían de un producto a otro (Empresa, 2019a).

A pesar de que lo que se obtiene como “desperdicio” es aprovechado para la elaboración de subproductos, actualmente la empresa tiene establecido como meta que, para el producto Belly Slice 2.5 mm el porcentaje de desperdicio permisible no debe de sobre pasar el 17.6% de la materia prima introducida, para el producto Kataroso Slice 120 gr, la cifra se reduce hasta el 12.32% y por último se encuentra el producto Belly Slice 3 cm, el cual tiene como nivel máximo de desperdicio un 11% (Empresa, 2019b).

Debido a la introducción de productos nuevos en la línea de rebanado, se requieren establecer los estándares para aquellos indicadores asociados con el control de desperdicios (el rendimiento, la productividad y eficiencia), que se describen con detalle a continuación:

- El rendimiento, que varía para cada producto y que se obtiene a partir del porcentaje de materia prima que se convirtió en producto terminado, está representando un obstáculo para la organización, ya que debido a la introducción de estos nuevos productos (Belly Slice, Belly Slice (3cm) y Kataroso Slice 120gr), se desconoce dicho parámetro y por consecuente el estándar al que debe estar trabajando cada uno de ellos.
- El segundo indicador de interés es la productividad, que se obtiene al contabilizar la cantidad de producto terminado (en kg) obtenidos por operario.

- El tercer parámetro en cuestión es la eficiencia, que no es más que la comparación del rendimiento obtenido contra el estándar establecidos (Empresa, 2019a).

A partir de la presente situación en la que se desconocen los parámetros más críticos como lo son el desperdicio, rendimiento, eficiencia y productividad, de aquellos productos de nueva introducción en la línea de rebanado, la empresa bajo estudio requiere de una intervención para la realización de un análisis determinístico que permita identificar aquellas acciones que generan desperdicios en el proceso, en virtud de un óptimo aprovechamiento de sus recursos tanto financieros, como materiales, tecnológicos y humanos, que presentan margen de mejora en materia de desperdicio, como lo evidencia la información obtenida del proceso mostrada a continuación (Empresa, 2019a).

A continuación, en la tabla 1, se muestra los indicadores con los que está trabajando cada uno de los productos bajo estudio (ver Tabla 1).

Producto	Belly Slice 2.5 mm	Belly Slice 3 cm	Kataroso Slice 120 gr
Productividad (Kg/Operario)	70	75	60
Subproductos (%)	27.6	12.18	23.22
Desperdicio (Kg)	1186	352	2861
Merma (%)	0.82	1.02	1.4
Rendimiento (%)	71.2	86.8	74.9
Rendimiento Estándar	82.4	89	87.68
Eficiencia (%)	86.4	97.5	85.4

Tabla 1 Eficiencia de los Productos

Fuente: Departamento de Producción (Empresa, 2019b)

En la Tabla 1, se puede observar una brecha considerable en el indicador de eficiencia del proceso de rebanado en los productos de interés, especialmente en los productos Belly Slice 2.5 mm y Kataroso Slice 120 gr, los cuales distan 13.6% y 14.58% respectivamente del objetivo que es alcanzar en su totalidad el porcentaje de rendimiento establecido y con ello conseguir una eficiencia del 100%. Además, se debe poner un especial cuidado en el producto Kataroso Slice 120 gr, ya que es un producto realizado con materia prima importada de Canadá, lo que impacta fuertemente su desperdicio en los costos de producción (Empresa, 2019b).

Una vez expuesta la situación en la que se encuentra el área de producción y siendo más específicos, el área de rebanado, dado que los indicadores de rendimiento, productividad y eficiencia se encuentran por debajo de los niveles deseados, es necesario plantear acciones de mejora que permitan el aumento de dichos indicadores, buscando impactar positivamente en la disminución de los desperdicios generados por los productos introducidos.

Planteamiento del Problema

Debido a la introducción de nuevos productos en el proceso de rebanado, la empresa bajo estudio desconoce si los productos Belly Slice, Kataroso Slice 120gr y Belly Slice (3cm) son elaborados de manera que se aprovechen al máximo los recursos disponibles; haciendo necesario plantear acciones de mejora que permitan el aumento de los indicadores de rendimiento, productividad y eficiencia.

Objetivo

Identificar actividades que no agregan valor, a través de la herramienta VSM, para proponer acciones de mejora en el proceso de rebanado en el área de producción.

Revisión de Literatura

Proceso productivo es la creación de un producto, el cual puede ser un bien o servicio mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la demanda del mercado mediante la utilización de elementos fundamentales como: el material, el recurso humano, la tecnología y el capital (Montoyo, 2011). Este proceso busca añadir valor y solo lo hace durante el tiempo en el que modifica la forma o las propiedades del producto para lograr los requisitos que el cliente valora. De forma puntual, valor agregado es todo aquello por lo que el cliente está dispuesto a pagar (Madariaga, 2013).

El producto no se ve reducido sólo al objeto físico, sino que es un completo conjunto de beneficios o satisfacciones que los consumidores perciben que obtienen cuando lo adquieren (Abdú, 2013), y de acuerdo a Suñé (2010) puede ser tangible (producto) o intangible (servicio).

Así es que de acuerdo a Madariaga (2013), todo aquello, que como parte o consecuencia del proceso productivo que no agrega valor para el proceso o producto y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar, se considera desperdicio, y a decir de Corredor (2015), estos se clasifican en siete diferentes tipos (sobreproducción, espera, transportes, movimientos, defectos, sobre procesamiento e Inventario).

De acuerdo a Hernández y Vizán (2013), el modelo de fabricación esbelta, conocido como Lean Manufacturing es una alternativa consolidada, por lo que su aplicación debe ser considerada por aquellas empresas que quieran desarrollar su mayor potencial, y consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios. En cambio, Rojas y Gisbert (2017), la definen como aquella filosofía que trabaja bajo el enfoque de la mejora continua y optimización de un sistema de producción o de servicio, mediante la eliminación o disminución de desperdicio de todo tipo ya sea inventarios, tiempo, productos defectuosos, transportes, retrabajos o toda acción que no agregue valor al producto y por lo que el cliente no está dispuesto a pagar.

Sarria, Fonseca, y Bocanegra (2017), también la definen como una filosofía, pero agregan que cuenta como una metodología que consta de herramientas para el diagnóstico, la operatividad y seguimiento de áreas de oportunidad que propician el desarrollo de actividades o circunstancias que no agregan valor para el producto, proceso o para la empresa en general.

Lean Manufacturing consta de una “caja de herramientas” compuesta por: 5'S, Mantenimiento Productivo Total (TPM), SMED, Kan-ban, Value Stream Mapping (VSM). Esta última también conocida en Latinoamérica como mapeo de flujo de valor, la cual es un modelo gráfico que mediante símbolos específicos representa la cadena de valor, mostrando tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente.

Tiene por objetivo plasmar en un papel, de una manera sencilla, todas las actividades productivas para identificar la cadena de valor y detectar, a nivel global, donde se producen los mayores desperdicios del proceso (Hernández y Vizán, 2013), y la cual, de acuerdo a Benítez (2012), habitualmente se enfoca en la mejora del flujo de los materiales y actividades a lo largo de todo el proceso productivo.

Método

El objeto bajo estudio fue el área de rebanado en el departamento de producción del área de valor agregado y los materiales fueron: Cronómetro digital para la determinación de los tiempos de las actividades, báscula para el pesaje de la materia prima cuando era necesario determinar los rendimientos para cada producto, bitácora utilizada para registrar las lecturas generadas en la toma de tiempos y rendimientos, termómetro usado para verificar las condiciones de temperatura en las materias primas, y tabla de porcentajes para asignar márgenes o tolerancias editada por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT).

El procedimiento utilizado se basó en Socconini (2017), Ruíz (2016), Sánchez y Baldenegro (2018), y consistió en lo siguiente:

1) Describir las actividades del proceso: Como medio para la descripción del proceso de rebanado, se elaboró un diagrama SIPOC detallando los recursos necesarios y las métricas de control pertinentes.

2) Generar tabla de especificaciones de los productos: Estas fueron proporcionadas por el jefe del departamento de producción y se elaboró una tabla con las especificaciones de los productos.

3) Calcular tiempo de ciclo de las actividades: Para la determinación del tiempo de ciclo de elaboración de cada uno de los productos se sondeó cada una de las actividades que conforman el proceso. Se cronometraron un total de tres actividades, el rebanado, realizado por la máquina de rebanado y las actividades de pesaje y embolsado, realizadas por operarios. Para cada una de las actividades se tomaron un total de 20 lecturas, que son las que requiere el departamento de producción. Para el caso del rebanado de la materia prima, se tomó el tiempo que le toma a la rebanadora procesar la materia prima.

En cuanto a los tiempos de pesaje y embolsado, debido a que son actividades realizadas por operarios, se consultó con el encargado de línea sobre quien era apto para la realización de un muestreo, el cual debía ser aquel operario que demostraba mantener tiempos constantes, ni muy rápidos para trabajar por encima de la demanda, ni muy lentos como para no cumplirla, con el fin de que los tiempos obtenidos fueran equilibrados y alcanzables por todos los operarios en general.

El tiempo de ciclo se obtuvo del promedio de las lecturas generadas en los operarios sondeados, aplicando sus respectivas tolerancias conforme lo indica la tabla editada por la OIT, y la siguiente fórmula:

$$\text{Ajuste por tolerancias} = \frac{100}{100 - \sum \text{Tolerancias}} \quad (1)$$

Con la finalidad de recopilar información concerniente a los tiempos de las actividades implicadas en la realización de los productos, así como también para obtener información relacionada con el producto en proceso, se determinó el tamaño de muestra que representa al total de la población, con ayuda de la siguiente fórmula:

$$N_i = \left(\frac{ZS_i}{E\bar{X}_{ij}} \right)^2 \quad (2)$$

Donde:

S_i = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo i .

X_{ij} = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo i , en la observación j .

N_i = Número de observaciones requeridas.

Z = Calificación Z correspondiente al nivel deseado de confiabilidad

E = Error permisible (5%) (Freivalds y Niebel, 2014).

Dicha fórmula se aplicó para cada uno de los productos bajo estudio, para la determinación del tamaño de muestra idóneo que representara al total de la población y con ello obtener información verás del proceso.

4) Construir VSM actual: Para construir el VSM actual primero se dibujaron los íconos del cliente, proveedor y producción, los cuales se colocan en la parte superior del formato.

Del lado derecho del formato se coloca el recuadro correspondiente al cliente y debajo de él se ingresan los requisitos correspondientes a la demanda de los productos bajo estudio, cuidando tener uniformidad en los valores, ya sean cajas o unidades demandadas. En el centro del formato se coloca el ícono correspondiente al área de producción y del lado izquierdo del formato se colocan a los proveedores del proceso, luego se dibujaron los íconos de entradas del proceso, luego, debajo del recuadro correspondiente a los clientes, se dibuja el ícono de las entradas, que son los insumos necesarios para que el proceso funcione, se agrega información de utilidad como lo son la cantidad y la frecuencia con la que se reciben los insumos, se colocan cada una de las actividades u operaciones que componen al proceso, agregando información de relevancia como:

Tiempo de ciclo de la actividad, disponibilidad del equipo, número de operarios y el tiempo total disponible para la realización de dicha actividad, y f Finalmente se añade una línea de tiempo en la parte inferior de la hoja, en donde se coloca el tiempo muerto generado por los inventarios a lo largo del proceso, así como también el tiempo de procesamiento o de valor agregado para el proceso de rebanado.

5) Identificar actividades que generan desperdicio o no agregan valor: Se identificaron todas aquellas oportunidades de mejora que estaban generando desperdicio mediante análisis de parte de todos los involucrados en el proceso de mejora y se resaltaron en el VSM actual con ayuda de un estallido kaizen.

6) Realizar VSM de la situación futura: Para la realización del mapa de flujo de valor futuro se consideraron todas las áreas de oportunidad identificadas en el mapeo actual y con ello se diseñó el proceso que busca combatir la proliferación de desperdicios en cualquiera de las actividades que lo componen, por lo que se plasmó en el VSM de la situación futura la forma en cómo debe cambiar el proceso para alcanzar niveles de eficiencia más elevados, considerando los aspectos críticos que habían sido encerrados por un estallido kaizen, plasmando los valores ideales para la organización, los cuales se busca alcanzar con las propuestas de mejora.

7) Generar propuestas de mejora: Se presentaron las mejoras que ayudarán a alcanzar la situación plasmada en el mapeo de flujo de valor futuro, con las cuales se busca atender a aquellas áreas que presentan desperdicios y que fueron identificadas con un estallido kaizen.

Resultados

- 1) En el diagrama SIPOC que se muestra en la figura 1, se describe con detalle cada uno de los factores que interactúan en el proceso productivo (ver Figura 1).

S	I	P	O	C
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers / Stakeholders
Abastecimiento de materia prima	Cabeza de lomo Tocino	- Abastecer materia prima en canastillas. - Colocar materia prima en la rebanadora. - Rebanar materia prima de acuerdo a las especificaciones. - Pesary contar materia prima de acuerdo a la especificación. - Empacar producto terminado. - Sellar producto al vacío	Belly Slice 2.5 Belly Slice (3cm) Barranco slice	
	Performance Measures for Inputs	Resources	Performance Measures for Outputs	
	- Dimensiones - Temperatura	- Rebanadora - Pateo hidráulico - Canastillas - Tarmas - Cochillo - Báscula - Banda transportadora - Guante anticorte - Chapa - Roba tipo pouches - Máquina de sellado al vacío	Parámetros de - Peso - Dimensiones - Unidades	Congeladores
		Controls		
		- Productividad por operador - Balanceo de línea - Meta de producción - Rendimiento - Peso - Dimensiones - Defectivos en las piezas (cambio de color, moretes, fibrosas)		
Major Process Steps				
Process Start Boundary	Abastecer → Colocar → Rebanar → Cortar y pesar → Empacar → Sellar al vacío			Process End Boundary
Transportar materia prima al área de rebanado				Transportar producto terminado a congeladores

Figura 1 Sipoc del proceso de rebanado
Fuente: Elaboración propia con información del departamento de producción del área de valor agregado

El diagrama SIPOC, presentado en la tabla 2, muestra la interacción que existe entre cada una de las actividades, así como los aspectos críticos a cuidar en sus entradas y salidas. 2) A continuación en la tabla 2, se muestran las especificaciones de los productos bajo estudio (ver Tabla 2).

Producto	Materia prima	Temperatura materia prima (°C)	Condiciones de materia prima
Kataroso Slice 120gr	Cabeza de lomo importada	-4 a -7	Libre de los siguientes 1. Cambios de color 2. Quemaduras por el frío 3. Moretones 4. Fibrosis 5. Coágulos 6. Cartón
Belly Slice 2.5 mm			Libre de los siguientes 1. Cambios de color 2. Quemaduras por el frío 3. Moretones 4. Fibrosis 5. Cartílago 6. Cartón
Belly Slice 3cm	Tocino nacional	-4 a -4.5	Libre de los siguientes 1. Cambios de color 2. Quemaduras por el frío 3. Moretones 4. Fibrosis 5. Cartón
Belly Slice 3cm	Tocino nacional	-4 a -4.5	Libre de los siguientes 1. Cambios de color 2. Quemaduras por el frío 3. Moretones 4. Fibrosis 5. Cartón

Producto	Unidades por empaque	Peso (gr)	Media y desviación permisible	Especificaciones
Kataroso Slice 120gr	06-ago	120	122.5 ± 2.5	Grosor: 2.2 mm Composición: 80% carne 20% grasa
Belly Slice 2.5 mm	No especificada por el cliente	500	510 ± 10	Largo natural del Ancho: 21-23 Grosor: 2.5mm Altura: 2.5 cm
Belly Slice 3cm	No especificada por el cliente	1000	1010 ± 10	Ancho: 2.5 cm Espesor: 2.5 No pedacería

Tabla 2 Especificaciones de los productos
Fuente: Elaboración propia con información del departamento de producción del área de valor agregado

De acuerdo con el contenido de la tabla 2, los productos bajo estudio comparten una serie de características que deben de cumplir para ser aptos para su procesamiento, así como otras que son muy particulares a cada uno de los productos.

3) A continuación, en la tabla 3, se presenta el tamaño de la muestra.

Productos	Número de observaciones a cronometrar
Kataroso Slice 120 gr	198
Belly Slice 2.5 mm	138
Belly Slice 3 cm	111

Tabla 3 Número de observaciones para estudio de tiempo
Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidas todas las observaciones requeridas se calculó el tiempo de ciclo considerando las tolerancias constantes (9%) y variables (2% por estar de pie y 4% por condiciones de baja temperatura), además de un 1% adicional, para el caso de congelado y enfundado de Belly Slice 2.5 mm. (ver Tabla 4).

Producto	Actividad	Tiempo promedio (segs.)	Tolerancias (pts.)	Tiempo de ciclo (segs.)
Todos	Congelado (transporte)	133	16	158
Belly Slice 3cm	Corte en sierra	17	15	20
	Acomodo en rebanadora	80.75	15	95
	Rebanado	38.55	15	38.55
	Pesaje	12.19	15	14.34
	Embolsado	101.85	15	120
Belly Slice 2.5 mm	Rebanado	25	15	25
	Pesaje	36.41	15	43
	Embolsado	45.4	15	53.41
Kataroso Slice 120 gr	Enfundado	63.69	16	75
	Rebanado	55.45	15	55.45
	Pesaje	9.95	15	11.7
	Embolsado	12.31	15	14.5
Kataroso y Belly 2.5 mm	Empacado al vacío	11	15	13+20(tiempo máquina) = 33

Tabla 4 Tiempos de ciclo de las actividades del proceso de rebanado
Fuente: Elaboración Propia

4) Con la información anterior se dibujó el VSM actual, quedando como se muestra a continuación en la figura 2 (ver Figura 2).

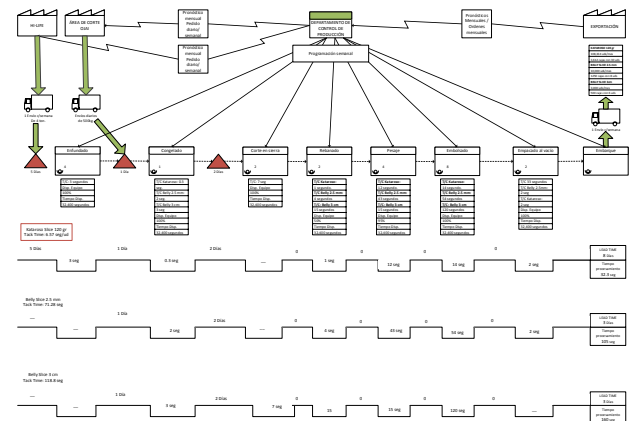


Figura 2 VSM actual del proceso de rebanado
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 2 se puede observar, además del flujo de los materiales y la información a través de las actividades del proceso productivo de rebanado, datos importantes de la actividad, como el tiempo de ciclo, el número de operarios, la disponibilidad del equipo y el tiempo disponible.

5) A continuación, en la figura 3, se muestra el VSM con la identificación de aquellas actividades que generan algún tipo de desperdicio para el proceso de rebanado (ver Figura 3).

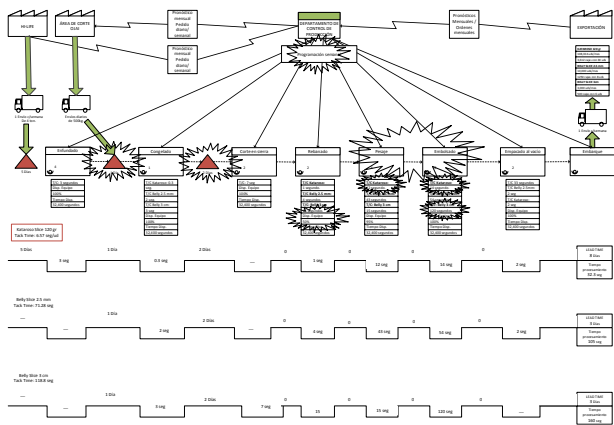


Figura 1 VSM con identificación de desperdicios
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 3, se logra observar una serie de actividades encerradas en un estallido kaizen, las cuales no se apegan a la filosofía Lean, bajo la cual trabaja la herramienta de VSM, por lo que su identificación ayuda para dirigir los esfuerzos hacia aquellas actividades que requieren de medidas correctivas, y con ello dirigirse hacia el camino de la mejora continua.

6) En la tabla 5, se enlistan las propuestas de mejora para la solución de las fuentes de desperdicio identificadas previamente (ver Tabla 5).

Mejora propuesta	Área de aplicación	Actividad involucrada	Indicador al que impacta
Programa para el monitoreo de la producción	Oficina de producción	Planeación de la producción	Rendimiento, Productividad y Eficiencia
Celda de manufactura	Área de rebanado	Pesaje y embolsado	Productividad
Formato para mantenimiento preventivo	Mantenimiento del Área de rebanado	Mantenimiento de la maquinaria y equipo de rebanado	Productividad
Determinación del tamaño de la muestra	Oficina de producción	Muestreo de productos y operarios	Rendimiento

Tabla 5 Propuestas de mejora
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 4, se ilustra el VSM de la situación futura, en donde se aplicaron las mejoras descritas en la Tabla 6 (ver Figura 4).

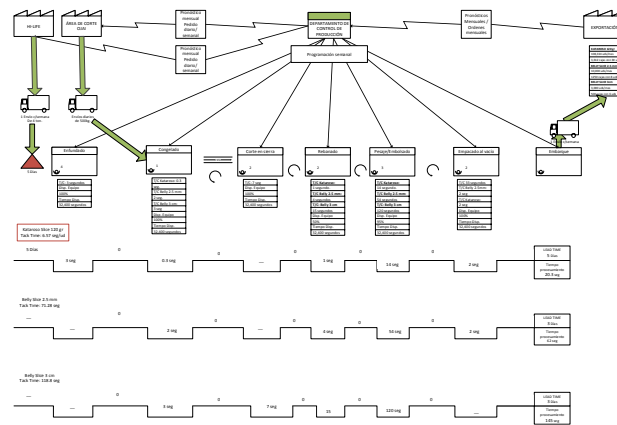


Figura 4 VSM futuro
Fuente: Elaboración Propia

En el VSM Futuro mostrado en la figura 4, se plasmaron las acciones de mejora propuestas, para la eliminación de las fuentes de desperdicio identificadas en la Figura 2.

7) A continuación se detallan las propuestas de mejora desarrolladas para combatir los desperdicios previamente identificados:

a) **Programa para el monitoreo de la producción.** Como parte de las propuestas de mejora, se diseñó una programa de monitoreo en Microsoft Excel, la cual lleva por nombre “Registro”. En ella, en la primera hoja se muestra una interfaz, la cual dispone de los apartados de: Día (en donde se elaboró una lista con los días que labora el área), Fecha, Producto (en donde se elaboró una lista con todos los productos que produce el área), Materia prima (en donde se captura la cantidad de materia prima utilizada).

Producto terminado (donde se captura la cantidad total de producto terminado obtenido), Subproducto (nombre del subproducto obtenido), Cantidad de subproducto, Merma (en donde se elaboró una formula que resta la cantidad de producto terminado y de subproducto a la materia prima, para obtener con ello la merma), Operadores (donde se captura el número de operadores involucrados en el proceso), Rendimiento (donde se realizó una formula que determina el porcentaje de materia prima que se convirtió en producto terminado) y Productividad (división entre producto terminado y operadores).

En la segunda hoja, correspondiente a la hoja de “Resumen”, la interfaz muestra un concentrado de la información disponible en el programa. En la interfaz del lado izquierdo se dispone de una lista a modo de menú que contiene todos los productos del departamento, e inmediatamente debajo de ella se encuentra una tabla que concentra un acumulado de los siguientes criterios: Materia prima, producción total, operadores, rendimiento, productividad, y merma; así como también un indicador que muestra si se cumple o no con los indicadores de rendimiento y productividad, ilustrando también el margen de oportunidad a mejorar. La información de las tablas localizadas debajo de la lista de productos se actualiza de acuerdo al producto que se haya seleccionado.

Por último, la hoja tres, contiene la interfaz correspondiente al programa de monitoreo, que lleva por nombre “Datos”, se realizó una tabla dinámica con los siguientes encabezados: día, fecha, producto, materia prima (kg), producto terminado (kg), subproducto 1, cantidad subproducto 1, subproducto 2, cantidad subproducto 2, subproducto 3, cantidad subproducto 3, merma, operadores, rendimiento y productividad. Es en esta hoja a donde se dirigen los datos capturados en la hoja de registro, inmediatamente después de que se presiona el botón “Guardar” el cual contiene un macro de registro.

b) **Celda de trabajo.** Atendiendo al estallido kaizen localizado en las actividades de pesaje y embolsado, en donde se detectó una sobrecarga de trabajo en los primeros cuatro embolsadores, como acción de mejora se propuso una celda de manufactura para tratar de balancear las cargas de trabajo en cada uno de los operarios, como se muestra a continuación (ver Figura 5).

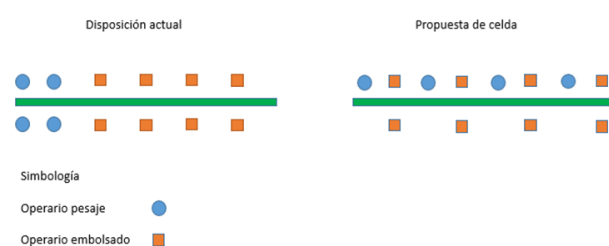


Figura 5 Propuesta de celda de manufactura.
Fuente: *Elaboración Propia*

En la figura 5 se puede observar la distribución actual de la línea de rebanado, en donde ésta se encuentra dividida en dos secciones, la de pesaje y la de embolsado. En la situación actual persiste un desbalanceo en la carga de trabajo entre los operarios de embolsado, sobrecargando a la primera mitad de los operarios y presentando tiempo de ocio en la última mitad. En la propuesta de mejora los operarios se dispusieron a modo de celda de manufactura, en donde un pesador abastece a dos operarios de embolsado, repitiéndose la secuencia a lo largo de toda la banda transportadora, y con ello eliminando los tiempos de ocio y sobrecarga presentes en el escenario actual.

c) **Formato para el mantenimiento preventivo.** Como propuesta de solución a la problemática identificada en la disponibilidad de la maquinaria y equipo, en donde se cuenta con un porcentaje de 50%, muy por debajo de los requerimientos de la organización, se diseñó un formato para el mantenimiento preventivo, donde se establece la periodicidad con la que se realiza el mantenimiento, el tipo de actividad realizada, así como las observaciones encontradas a lo largo de la actividad.

En su encabezado, además del título del formato, tiene apartados para anotar el número consecutivo del formato, nombre, código y ubicación del equipo. Su cuerpo es una cuadrícula donde su primera columna indica el mes del año, las siguientes cuatro columnas el número de semana del mes y una sexta columna para observaciones.

En cada recuadro de semana se anotan los correspondientes al tipo de intervención o mantenimiento que se le haya aplicado al equipo, los cuales pueden ser, por ejemplo: L) Lubricación, A) Aseo, R) Reparación, I) Inspección, entre otros. Por último, en la sección inferior del formato, se encuentran tres recuadros de texto.

Del lado izquierdo se escribe el nombre y firma de la persona que realiza la actividad, en el centro el nombre y firma del revisor de la actividad y del lado derecho el nombre y firma de la instancia aprobatoria, que es a quien se reporta la realización del formato.

Conclusiones

Con la realización de la presente investigación, se pudieron proponer acciones de mejora mediante la identificación de los indicadores de rendimiento, productividad y eficiencia de los productos bajo estudio, con lo cual se pudo concluir con el logro del objetivo, el cual requería de la identificación de fuentes de desperdicio para la propuesta de mejoras. En este caso, las propuestas que ayudarían a disminuir los desperdicios presentes en el proceso fueron: el programa para el monitoreo de la producción, adaptar la línea de producción a modo de celda de manufactura y la creación de un formato para el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo.

La naturaleza del proyecto, el cual fue un proyecto de mejora con bases en Lean Manufacturing, no tuvo limitantes de aplicación, ya que, la organización bajo estudio se encuentra en el giro alimenticio, en donde es poco frecuente trabajar con conceptos de manufactura esbelta, por lo que quedó evidenciado que cualquier empresa puede ser diagnosticada bajo este enfoque, independientemente de su giro productivo.

La adopción de una filosofía Lean permite a las empresas un uso más eficiente de los recursos de los que dispone, impactando en cada una de las áreas de la empresa, así como también en los factores externos a ella, como lo son los clientes y los proveedores. Un ejemplo fehaciente es el desarrollo de un VSM, una herramienta Lean que permite el mapeo de procesos, en favor de la detección de actividades que no agregan valor, desde cada una de las áreas o actividades que componen el proceso, hasta aquellas entidades que desempeñan el papel de cliente y proveedor.

Se puede decir que la razón de existir de toda empresa es la generación de bienes monetarios, por lo que una exhaustiva búsqueda de desperdicios en sus procesos permitirá alcanzar con mayor facilidad sus objetivos económicos, volviéndola en una empresa competente, que agrega valor a su entorno. De hacer caso omiso de los hallazgos aquí encontrados en el proceso, las pérdidas económicas generadas por el desperdicio de materias primas, que rondan en torno a los 200 mil pesos, seguirán aquejando al área de rebanado.

La implementación de las tres propuestas en conjunto, no representará costos a la organización, debido en gran medida a que no requiere de una inversión en herramienta o equipo nuevo, sino que las mejoras consisten en la generación de formatos en programas con los que ya dispone la organización, así como una reorganización de la plantilla de trabajo con la que ya cuenta la empresa.

Referencias

Abdú, H. (2013). La planeación y desarrollo de productos. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

Álvarez, A. (2014). La medición de la eficiencia y la productividad. En A. Á. Pinilla, La medición de la eficiencia y la productividad (págs. 19-38). Madrid: Pirámide.

Benítez, M. (2012). Análisis y mejora de los Procedimientos de una Empresa de Ingeniería Eléctrica. Obtenido de Biblioteca de Ingeniería Universidad de Sevilla: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30176/fic_hero/03_Capitulo+3%252FIntroduccion+al+Lean+Manufacturing.pdf

Carro, R., y Gonzalez, D. (2012). Productividad y Competitividad. Obtenido de Nulan: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

Corredor, I. (Agosto de 2015). Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería - UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bits/tream/handle/132.248.52.100/7710/Tesis.pdf>

División de comercio y Mercados de la FAO. (2018). Perspectivas Alimentarias Noviembre 2018. Ettore Vecchione.

Egas, D. (2017). Proyecto de disminución de desperdicios en el proceso productivo de las máquinas generadoras en la planta Proquinal, S.A. Colombia. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario Carne de Cerdo 2016. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200634/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_Cerdo_2016.pdf

CONANT-PABLOS, Marco Antonio, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián. Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019

Freivalds, A. y Niebel, B. W. (2014). Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México: Mc Graw Hill Educación.

Gaucín, D. (11 de Febrero de 2019). Carne de cerdo, un sector con perspectivas de expansión. Obtenido de El economista: <https://www.economista.com.mx/opinion/Carne-de-cerdo-un-sector-con-perspectivas-de-expansion-I-20190211-0094.html>

Giannasi, E. (Octubre de 2012). Unión Industrial de Córdoba. Obtenido de Desperdicios en la producción: <http://www.uic.org.ar/Archivos/Revista/File/Desperdicios%20de%20la%20producci%C3%B3n-%20Ef.%20Em..pdf>

Gisbert, J. F. (03 de Septiembre de 2018). Procesos eficientes de negocio como base de la rentabilidad. Obtenido de Inforges: <https://www.inforges.es/post/procesos-de-negocio-eficientes-como-base-de-la-rentabilidad>

Gobierno del estado de Sonora. (22 de Enero de 2018). Preven porcicultores sonorenses exportar más en 2018. Recuperado el 9 de Febrero de 2018, de https://www.sonora.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3873:prev%C3%A9n-porcicultores-sonorenses-exportar-m%C3%A1s-en-2018&catid=84:noticias&Itemid=1048

Hernández, G., y Parrish, M. R. (2017). Mexico's Livestock Sector Remains Healthy. Ciudad de México: Global Agricultural Information Network.

Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Fundación EOI.

Jiménez, J., & Gisbert, V. (22 de Diciembre de 2017). 3 Ciencias . Obtenido de Guía Metodológica de la Gestión de Desperdicios en una PyMe: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_7.pdf

Lobato, M., Gonzalez, Y., & Teresa, G. (17 de Abril de 2018). Carne de cerdo, retos y oportunidades en la exportación. Obtenido de El economista:

<https://www.economista.com.mx/opinion/Carne-de-cerdo-retos-y-oportunidades-en-la-exportacion-I-20180417-0107.html>

Madariaga, F. (2013). Lean Manufacturing. Madrid: Bubok Publishing S.L.

Monteverde, A. (9 de Diciembre de 2018). Porcicultores podrían finalizar año en números rojos. Obtenido de Uniradio noticias: <https://www.uniradionoticias.com/noticias/cdoregon/549624/porcicultores-podrian-finalizar-año-en-numeros-rojos.html>

Montoyo, A. (2011). Universidad de Alicante. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19047/1/Tema_4_-_Proceso_de_produccion.pdf

Empresa. (20 de Febrero de 2019a). Entrevista con responsable del proyecto. Obregón, Sonora, México.

Empresa. (22 de Febrero de 2019b). Principales indicadores de desempeño. Obregón, Sonora, México.

Quezada, J. E. (Octubre de 2016). Repositorio usac. Obtenido de Usac (Universidad de San Carlos de Guatemala): <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5829/1/Josu%C3%A9%20Eduardo%20Quezada%20Palacios.pdf>

Redacción. (15 de Noviembre de 2018). Importaciones desmedidas afectan porcicultura mexicana. Ciudad Obregón, Sonora, México.

Redacción Entorno. (26 de Diciembre de 2018). Se consolida Sonora en exportación de carne de cerdo. Obtenido de Entorno Informativo: <http://www.entornoinformativo.com.mx/2018/12/26/se-consolida-sonora-en-exportacion-de-carne-de-cerdo/>

Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). Lean Manufacturing: Herramienta para Mejorar la Productividad en las Empresas. Alcoy Alicante, España: 3C Empresa. Investigación y pensamiento crítico.

Ruíz, J. (2016). Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria. Sevilla: Universidad de Sevilla.

SAGARPA. (15 de Marzo de 2017). Boletín de prensa. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/jalisco/boletines/2017/marzo/Documents/2017B03015.PDF>

Sánchez, R., y Baldenegro, C. (2018). VSM: Aplicación en la reducción de desperdicios en una fábrica de detergentes. Obregón : ITSON.

Sarria, M., Fonseca, G., & Bocanegra, C. (12 de Junio de 2017). Modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing. Bogotá, Cundinamarca, Colombia .

Sigauco, D., y Terré, E. (5 de Octubre de 2018). Mercado mundial de cerdos: Argentina en el puesto 13° de los productores y consumidores. Rosario, Santa Fe, Argentina.

Socconini, L. (2017). Lean Manufacturing , Paso a paso. Guadalajara: Grupo Editorial Norma.

Suñé, A. (2010). Manual práctico de diseño de sistemas productivos. Madrid: Díaz de Santos.

Alcances de la regulación de los activos virtuales en México

Scope of the regulation of virtual assets in Mexico

GUTIÉRREZ-RANGEL, Héctor Fabián, ESPINOSA-MOSQUEDA, Rafael y MORA-OLIVARES, Enrique

Universidad de Guanajuato, Departamento de Gestión y Dirección de Empresas

ID 1^{er} Autor: *Héctor Fabián, Gutiérrez-Rangel* / ORC ID: 0000-0001-6970-723X, Researcher ID Thomson: S-8514-2018, CVU CONACYT ID: 745113

ID 1^{er} Coautor: *Rafael, Espinosa-Mosqueda* / ORC ID: 0000-0002-6675-1259, Researcher ID Thomson: S-6908-2018

ID 2^{do} Coautor: *Enrique, Mora-Olivares* / ORC ID: 0000-0001-5136-1584, CVU CONACYT ID: 569170

DOI: 10.35429/JTO.2019.9.3.15.20

Recibido 10 de Enero, 2019, Aceptado, 30 de Marzo, 2019

Resumen

El avance tecnológico ha dado un mayor crecimiento hacia a las nuevas plataformas digitales que facilitan o permiten la accesibilidad a los activos. El siguiente trabajo de investigación tiene el objetivo de analizar los alcances de la regulación del mercado de los activos virtuales en México. La metodología utilizada para esta investigación fue la cualitativa la cual consistió en revisar fuentes internacionales y nacionales de estudios en esta materia y analizar el alcance que tiene la Ley Fintech sobre la regulación en dichos activos. La inversión en criptomonedas y su funcionamiento son muy atractivos para las personas, pero tienen su lado negativo para la economía global ya que pueden afectar a los sistemas financieros debido a los riesgos inherentes del mercado. Una vez analizado desde diversas perspectivas se concluye que México es referente en Latinoamérica en la regulación de dicho mercado, sin embargo, el Banco de México no reconoce este tipo de activos como moneda de curso legal ya que carecen de las características de depósito de valor, medio de cambio y unidad de cuenta. Además la ley solo regula a las operaciones internas de las empresas de tecnología financiera y no respalda las operaciones que realiza el público en general.

Activos virtuales, Ley Fintech, Criptomonedas

Abstract

The technological advance has given greater growth towards the new digital platforms that facilitate or allow accessibility to assets. The following research work aims to analyze the scope of the regulation of the virtual asset market in Mexico. The methodology used for this research was the qualitative, which consists of reviewing international and national sources of studies in this area and analyzing the scope of the Fintech Law on the regulation of said assets. The investment in cryptocurrencies and their operation are very important for people, but they have their negative side for the global economy and can affect financial systems due to the inherent risks of the market. Once analyzed from different perspectives, it's concluded that Mexico is a reference in Latin America in the regulation of said market, however, the Bank of Mexico does not recognize this type of assets as legal tender and that they lack the characteristics of value deposit, medium of exchange and unit of account. In addition, the law only regulates the internal operations of financial technology companies and does not support the operations carried out by the general public.

Virtual assets, Fintech Law, Cryptocurrencies

Citación: GUTIÉRREZ-RANGEL, Héctor Fabián, ESPINOSA-MOSQUEDA, Rafael y MORA-OLIVARES, Enrique. Alcances de la regulación de los activos virtuales en México. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-9: 15-20

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: fabiangr@ugto.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente el mundo se está enfrentando ante una tecnología que crece a pasos agigantados. El Internet tiene la característica de poder transferir información que cruza las fronteras y no entiende de naciones, en este afán de libertad los cibernautas desarrollaron tecnología como el blockchain. Esta tecnología innovadora, creada por Satoshi Nakamoto trae a nosotros las criptomonedas y el deseo de los cibernautas por hacer transferencias con estas nuevas monedas sin la intervención de un Estado regulador. Las criptomonedas, también conocidas como criptodivisas o criptoactivos son una revolución tecnológica que tiene la misión de convertirse en una moneda de uso común para el intercambio de bienes y servicios. Esto ha preocupado a los diversos países del mundo porque temen que su moneda caiga en desuso o porque las transacciones realizadas con estos activos virtuales son prácticamente imposibles de rastrear y se pueden usar para cometer actos y transacciones ilícitas.

Algunos países del mundo han empezado a regular el uso e intercambio de las criptodivisas mientras que otros las han prohibido tajantemente. México es uno de los líderes en regulación en América Latina y el Mundo, por medio de la Ley Fintech se ha dado certeza legal a las llamadas Instituciones Tecnológicas Financieras y a los clientes que interactúan con este tipo de empresa. Esta investigación se centró en analizar y comparar cuál es el alcance de la regulación de este mercado en México a través de la Ley Fintech y cuál es la postura de las principales entidades gubernamentales respecto a este nuevo tipo de activos virtuales. El documento se divide en la identificación de la problemática de dichos activos, en un segundo apartado el marco conceptual, luego se tiene el apartado de desarrollo con el análisis y comparativo sobre la regulación con otros países y finalmente los resultados y conclusiones.

Descripción del método

En el presente trabajo de investigación se utilizó un enfoque cualitativo, donde se realizó un análisis de fuentes secundarias como: libros, tesis, trabajos de investigación y circulares de instituciones de gobierno con la finalidad de contar con información desde distintas perspectivas y se pudiera concluir sobre el alcance de la regulación de los activos virtuales en México.

Además a través de la teoría fundamentada se procuró dar una explicación sobre el fenómeno de estudio en un contexto concreto y desde la perspectiva de diversos participantes.

Objetivo general

Analizar de manera rigurosa la Ley Fintech y el impacto que tiene en el mercado de las criptomonedas.

Objetivos específicos

- Comparar la regulación mexicana con la existente en otros países.
- Proponer opciones fiscales para el tratamiento de las ganancias obtenidas por este mercado.
- Reconocer la naturaleza de las criptodivisas y la filosofía detrás de ella.

Proposiciones

- La falta de regulación de los activos virtuales es causante de incertidumbre en los mercados y desestabilidad económica.
- La falta de regulación en los activos virtuales motiva a no contar seguridad jurídica de los inversionistas.

Problemática

El valor de las criptodivisas, en especial el Bitcoin, suele fluctuar demasiado. Es común que las personas que invierten sus ahorros en Bitcoin pierdan buena parte de su capital por comprar a un precio determinado y vender a un precio menor. La regulación es insuficiente en materia de protección a los clientes y/o consumidores. En caso de pérdidas la responsabilidad recae totalmente en el cliente. Existen vacíos legales y regulatorios que no dejan claro la forma de pagar impuestos. Al ser imposible rastrear los movimientos realizados por este medio, las criptodivisas pueden usarse para el intercambio de bienes y servicios ilícitos por parte de organizaciones delictivas. Además, la falta de una eficiente regulación por parte de las autoridades de este mercado puede ocasionar desestabilidad financiera y económica que traería como consecuencia la salida de capitales a otros mercados.

Marco conceptual

Según el Banco de México (BANXICO) define a este tipo de monedas como la unidad de información que no representa la tenencia de algún activo subyacente a la par, y que es unívocamente identificable, incluso de manera fraccional, almacenada electrónicamente. (Banxico, 2019).

Por otra parte la Ley Fintech la define como la representación de valor registrada electrónicamente y utilizada entre el público como medio de pago, cuya transferencia únicamente puede llevarse a cabo a través de medios electrónicos.

La aparición de la primera criptomoneda fue el 3 de enero de 2009 lanzada con el nombre de Bitcoin, creada por Satoshi Nakamoto. Estas criptomonedas (activos virtuales) dirigidas hacia el acceso a nuevas tecnología financieras. La primera criptomoneda creció a raíz de la crisis financiera de los Estados Unidos de América en el 2008, debido a un colapso de grandes instituciones financieras dado que estos sistemas tenían defectos; la crisis generó gran desconfianza hacia los sistemas financieros. (Carbellido, 2017)

Los activos virtuales son considerados un sistema contable monetario digital que llegó para no usar la tercerización en los sistemas financieros a demás que garantizar la seguridad a través del uso de criptografía para codificar de modo que impide ser difícil de alterar o hackear. La criptografía surge a raíz del movimiento de Cyberpunks la cual su prioridad era codificar los mensajes de manera secreta.

El avance tecnológico ha dado un mayor crecimiento hacia a las nuevas plataformas digitales que facilitan o permiten la accesibilidad a estos activos virtuales así como mecanismos que ayuda al funcionamiento de este sistemas monetario. La tecnología que implementan estos activos es el blockchain (cadena de bloques), considerado un libro mayor abierto. Este es un sistema que nos permite registrar en forma de bloques cada una de las transacciones realizadas por los usuarios, trabaja de una manera descentralizada ya que no es regulada por un servidor central (gobierno o institución ya sean de carácter nacional o mundial). Una de las partes más importantes de la estructura de las criptomonedas es minar bloques, es decir la creación de nuevos activos.

Así mismo como instrumentos financieros permiten la entrada de efectivo o cualquier otro activo financiero. El tenedor de estos activos participa en los flujos de efectivo futuros generados, así mismo la obtención de un beneficio económico por su tenencia de la apreciación del valor del activo virtual (Villar, 2019).

Desarrollo

Es muy difícil separar a los activos virtuales de su naturaleza política. La moneda nace como una alternativa al dinero emitido por los bancos centrales de cada país, después de las diversas crisis económicas; en especial la de 2008. Los ciudadanos empezaron a temer a un sistema que demostró ser frágil y corrupto.

Una de las grandes misiones que tienen los activos virtuales, es solucionar el problema de inflación en los países en desarrollo donde el gobierno es parte principal o central de los problemas económicos. Al no ser emitidas por ningún gobierno el valor del criptoactivo dependerá únicamente de la oferta y de la demanda por lo que el sistema tiene la capacidad de auto-regularse y no necesita de un banco central. Sin embargo, hoy día en México no está reconocida por el Banco de México como una moneda de cambio.

El mercado de las criptodivisas evoluciona a pasos agigantados y la tecnología utilizada es muy compleja. Esto provoca que los gobiernos piensen de qué manera deben de abordar este nuevo mercado para poder regularlo de una manera correcta.

Buenos Aires, Argentina se puede considerar como la capital del Bitcoin en Latinoamérica. Organizaciones estatales del Estado Argentino dialogaron con representantes del mercado del Bitcoin y las criptomonedas para analizar una posible regulación (Manfredi, 2019). El objetivo de la regulación es lograr un ecosistema seguro para los inversores y a las compañías que trabajan con los criptoactivos y que el Estado tenga las herramientas para prevenir actos ilícitos y el lavado de dinero. En el año 2017 Argentina presentó una Ley, donde se buscaba cobrar hasta un 15% de impuesto a las ganancias obtenidas por las monedas digitales.

Prasolov (2018) en un estudio sobre activos virtuales realizó un análisis sobre la regulación de las criptomonedas en Estados Unidos, Rusia y la Unión Europea donde concluyó que la situación política es muy diferente en las regiones mencionadas, por lo que la regulación se llevó a cabo de distinta manera. En Estados Unidos desde 2014 hubo cambios para los prestadores de servicios financieros, las criptomonedas son consideradas como propiedad y son sujetos de impuestos.

En Nueva York las empresas que quieran realizar actividades empresariales con bitcoin deben de solicitar una BitLicense. Mientras tanto, en la Unión Europea se emitió un acuerdo donde las transacciones con Bitcoin serán exentas del VAT, lo que facilita el comercio entre los países miembros de la Unión.

Por su parte en Rusia, el uso de dinero digital se está desarrollando de una manera restrictiva pero no está prohibido. El tema de las criptomonedas evoluciona a pasos agigantados, para los gobiernos es muy difícil general regulaciones sobre el tema. Entienden que por la naturaleza del blockchain no pueden rastrear los movimientos.

En México Hernández (2018) concluyó que la Ley Fintech genera certidumbre a los usuarios que participan en la especulación por medio de instituciones tecnológicas. Ahora, las empresas tecnológicas que ofrezcan servicios financieros se ven obligados a divulgar los riesgos y responsabilidades por las actividades que se llevan a cabo, las empresas tienen que separar los recursos propios de los recursos de los clientes y la información de los consumidores debe ser confidencial.

Por otro lado Riquelme, (2019) hace mención que el peso mexicano es respaldado y protegido por el Banco de México, las criptomonedas son respaldadas por un sistema descentralizado donde participan los usuarios en forma de cadena de bloques. La Ley Fintech considera a las criptomonedas como un medio de pago electrónico con el que el público puede conseguir bienes y servicios. Después de la aprobación de la Ley, Banxico ha estado trabajando en seleccionar las criptomonedas que podrán ser utilizadas como medio de pago en nuestro país, hasta la fecha no han publicado la lista de los criptoactivos seleccionados.

En contraste Díaz (2018) aborda la problemática de la regulación de la tecnología financiera en México involucrando un análisis de la ley Fintech partiendo de la Ley Mercante, pues existe una transformación histórica que comienza con el derecho mercantil y financiero. Concluye que la regulación a este cibercomercio debe dar lugar al surgimiento a la creación de una nueva rama del derecho comercial y económico mexicano. Menciona que el “activo virtual” no será en ningún caso considerado como una moneda de curso legal.

Resultados

La “Ley para Regular las Instituciones de Tecnología Financiera (LRITF)”, actualmente llamada Ley Fintech, se originó derivado de la iniciativa lanzada por el ejecutivo el día 10 de octubre del 2017, a la cámara alta, donde, el pleno del senado, con ligeras modificaciones, aprobó por unanimidad con 103 votos a favor y ninguno en contra el día 5 de Diciembre de 2017, y la turnó a la cámara de diputados, para que el día 1 de marzo de 2018 aprobara con 264 votos a favor, 61 votos en contra, y una abstención, dicha ley, por lo que fue turnada de nuevo al ejecutivo federal para su publicación, la cual se realizó el día 9 de Marzo de 2018.

La Ley que se menciona anteriormente contiene 7 títulos y cuenta con 145 artículos, divididos en capítulos. El gobierno ha puesto un gran énfasis en la parte financiera; donde tuvo que reformar otros 9 ordenamientos para que entrara en armonización con otras leyes financieras y reguladoras de la prevención del lavado de dinero, entre las cuales destacan las siguientes:

- Ley de Instituciones de Crédito
- Ley del Mercado de Valores
- Ley General de Organizaciones y Actividades Auxiliares del Crédito
- Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita

Esta ley da pauta a un marco institucional y político que permite el crecimiento de la tecnología Fintech en México. Sin embargo, su aplicación no es clara.

De acuerdo al análisis elaborado se deduce que México en América Latina es pionero en la emisión de una ley que permite la regulación de los activos virtuales y las actividades de las Instituciones Tecnológicas Financieras (ITF). Por medio de la Ley, el Estado mexicano ha dado certeza jurídica a las empresas que buscan trabajar con activos virtuales y/o productos financieros por medios tecnológicos.

La actual Ley ha permitido mayor inversión extranjera y da las herramientas a las instituciones del Estado para seguir el movimiento de capitales y analizar la procedencia del capital que se invierte en este nuevo mercado. Lo anterior produce mayor certidumbre entre las instituciones de tecnología financiera.

En materia de criptomonedas la legislación actual es muy deficiente, las cataloga como monedas y no hace mucho más. No da información o un mapa de ruta sobre como gravar las ganancias obtenidas y no regula las operaciones entre particulares, solo aquellas que son llevadas mediante las ITF.

Las operaciones que son llevadas a cabo entre personas físicas también deber ser vigiladas y reguladas, estas operaciones suelen contener ganancias para ambas partes, por lo que debe ser gravado.

La Ley Fintech está acorde a los avances tecnológicos y la forma en la que se ha desarrollado el mercado. La forma en la que evoluciona el comercio y las transferencias electrónicas es muy grande, por lo que la Ley debe de ser actualizada porque correrá el riesgo de quedar obsoleta en un par de años. La Comisión Nacional Bancaria y de Valores, el Banco de México y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público deberán mantenerse actualizadas respecto a este mercado y elaborar las actualizaciones constitucionales pertinentes.

Por otro lado el Banco de México no busca restringir el uso de tecnologías que pudieran tener un beneficio desde la perspectiva de eficiencia o funcionalidad, siempre y cuando estas tecnologías sean utilizadas en el contexto de la operación interna de las Instituciones de Tecnología Financiera (ITF) e Instituciones de Crédito.

Además de que estos activos han presentado diversos problemas para ser un sustituto de la moneda, pues que no cumplen con las características del dinero: depósito de valor, medio de cambio ni unidad de cuenta.

Agradecimiento

A mi esposa e hijo por darme la oportunidad de seguir trabajando en proyectos de investigación y a la Universidad de Guanajuato por propiciar los espacios y equipo para el trabajo de investigación.

Conclusiones

Sin duda los avances tecnológicos han propiciado nuevas formas de hacer negocios y a su vez nuevos riesgos financieros y económicos. El surgimiento de los activos virtuales como esquema alternativo para realizar pagos electrónicos de forma anónima sin intervención de instituciones de gobierno generó mucha polémica en varios países, a su vez la tecnología conocida como blockchain que utilizan para encriptar dichas monedas, ha permitido que muchas personas utilicen estos activos como medio de inversión y ganen dinero de forma fácil con atractivas ganancias. Sin embargo, en algunos países por falta de regulación en este tipo de mercado no reconocen todas las operaciones derivadas de estos activos y existe un alto riesgo para los usuarios que decidan invertir en este mercado.

Es importante mencionar, que en México se promulgó desde 2018 la Ley Fintech para regular este mercado por el fortalecimiento de los activos virtuales en los mercados internacionales pero el Banco de México recientemente emitió un comunicado donde solo reconoce las operaciones entre instituciones de tecnología financiera en este ámbito, es decir, que el riesgo de perder el dinero es muy alto para aquellos usuarios que decidan invertir en este tipo de activos. Por otro lado, no reconoce a dichos activos como medio de pago, ya que no cumplen con las características del dinero: depósito de valor, medio de cambio ni unidad de cuenta y a las instituciones gubernamentales les preocupa que grupos delictivos usen este mercado para incorporar dinero ilícito al sistema financiero, lo cual podría tener un alto riesgo para la seguridad y economía el país.

En este sentido se propone abrir debates y foros ciudadanos para que la gente tenga el conocimiento de los riesgos que implica este mercado y también regular puntualmente en un capítulo en las diversas normas el pago de impuestos a través de las ganancias en este mercado y desarrollar plataformas tecnológicas para detectar posibles fraudes y actividades vulnerables.

Referencias

Banco de México. (s.f.). Banco de México. Recuperado el 16 de julio de 2019, de Preguntas frecuente:<http://www.anterior.banxico.org.mx/preguntas-frecuentes/#pf02>

Carbellido, O. A. (23 de 08 de 2017). Redalyc.org. Recuperado el 24 de 06 de 2019, de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/2932/293258387006/index.html>

Hernández, G. (2018). Tratamiento fiscal de las criptomonedas. Horizonte de la Contaduría en Ciencias Sociales.

Fintech México. (s.f.). Fintech México. Recuperado el 20 de julio de 2019, de ¿Qué es fintech?: <https://www.fintechmexico.org/qu-es-fintech>

Manfredi, M. (08 de abril de 2019). El Cronista. Obtenido de <https://www.cronista.com/Finanzas/mercados/Reuniones-entre-el-sector-bitcoin-local-y-la-UIF-para-disenar-una-regulacion-0190405-0057.html>

Prasolov, V. (2018). Aspects of Crypto Currency's Legislative. Utopía y Práxis Latinoamericana.

Riquelme, R. (Día de Febrero de 2019). El Economista. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/sectorfinanciero/Como-regulara-Banxico-las-criptomonedas-20190214-0114.html>

Implementación de la manufactura esbelta en una línea de arneses eléctricos automotrices

Implementation of lean manufacturing in an automotive electric harness line

CANO-CARRASCO, Adolfo†*, VÁSQUEZ-TORRES, María del Carmen, GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth y BELLIZIA- GUZMÁN, Héctor

Instituto Tecnológico de Sonora

ID 1^{er} Autor: *Adolfo, Cano-Carrasco* / **ORC ID:** 0000-0002-3392-3667, **Researcher ID Thomson:** G-5035-2018, **arXiv Author ID:** adolfo.cano, **CVU CONACYT ID:** 266064

ID 1^{er} Coautor: *María del Carmen, Vásquez-Torres* / **ORC ID:** 0000-0003-0938-4955, **Researcher ID Thomson:** X-2104-2018, **CVU CONACYT ID:** 286266

ID 2^{do} Coautor: *Elizabeth, González-Valenzuela* / **ORC ID:** 0000-0003-3774-5324, **Researcher ID Thomson:** G-5042-2018, **arXiv Author ID:** elizabeth_gonzalez_v, **CVU CONACYT ID:** 276316

ID 3^{er} Coautor: *Héctor, Bellizia- Guzmán* / **ORC ID:** 0000-0001-9030-3344

DOI: 10.35429/JTO.2019.9.3.21.29

Recibido 8 de Enero, 2019, Aceptado, 30 de Marzo, 2019

Resumen

Esta investigación analiza la implementación de la filosofía de Manufactura Esbelta a través de un caso práctico en la línea de ensamble final en una empresa elaboradora de arneses automotrices eléctricos y pretende demostrar que los desperdicios actuales del proceso productivo bajo estudio serán eliminados mediante la aplicación sostenible de la Teoría de la Manufactura Esbelta. La metodología utilizada se realizó con ayuda del círculo Deming: Planificar objetivos, línea modelo, equipos, capacitación, Ejecutar: diseñar estaciones, Reconocer desperdicio, Establecer flujo, crear lotes mixtos, calcular Tak-time, Determinar operaciones coincidentes, Determinar sistema de jalar, Verificar: el lanzamiento y Actuar: determinar verificación y seguimiento. Posteriormente se analizó los programas aplicados y las actividades utilizadas para el desarrollo de la filosofía de manufactura esbelta. La principal contribución es compartir los resultados de un caso de éxito en la implementación de la filosofía de manufactura esbelta al analizar la efectividad de los programas y actividades de soporte en su desarrollo.

Filosofía, Manufactura Esbelta, Kaizen

Abstract

This research analyzes the implementation of the Lean Manufacturing philosophy through a case study in the final assembly line in an electric automotive harness manufacturing company and intends to demonstrate that the current waste from the production process under study will be eliminated through the sustainable application of The Theory of Lean Manufacturing. The methodology used was carried out with the help of the Deming circle: Plan objectives, model line, equipment, training, Execute: design stations, Recognize waste, Establish flow, create mixed lots, calculate Tak-time, Determine matching operations, Determine pull system, Verify: launch and Act: determine verification and monitoring. Subsequently, the programs applied and the activities used for the development of the lean manufacturing philosophy were analyzed. The main contribution is to share the results of a successful case in the implementation of the lean manufacturing philosophy when analyzing the effectiveness of the programs and support activities in its development.

Philosophy, Lean Manufacturing, Kaizen

Citación: CANO-CARRASCO, Adolfo, VÁSQUEZ-TORRES, María del Carmen, GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth y BELLIZIA- GUZMÁN, Héctor. Implementación de la manufactura esbelta en una línea de arneses eléctricos automotrices. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-9: 21-29

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: adolfo.cano@itson.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

No obstante que las técnicas, métodos y filosofías de mejora continua ofrecen muchas ventajas para las organizaciones. En México es poca la evidencia empírica acerca de investigaciones que utilicen estadísticas descriptivas o análisis multivariados que muestren el nivel de su adopción en plantas mexicanas. (Monge y Cruz, 2015).

En una investigación realizada en el sector de Apodaca Monge y Cruz (2015) obtuvieron resultados que coinciden con lo establecido por Liker (2011) y Bowen (1999) en la que el uso de herramientas y técnicas de manufactura lean fue implementado de forma aislada y no consistente produciendo como resultado un programa insostenible de la filosofía lean (Liker et al, 2011; Spear y Bowen, 1999). Un hecho relevante es que las empresas de todo el mundo se jactan de los resultados que han conseguido por sus programas Lean sin embargo, a pesar de todos los proyectos realizados, ninguna compañía en ninguna industria en el mundo ha alcanzado el nivel de excelencia operacional que Toyota ha logrado (Liker y Convis, 2011).

Por otra parte (Klochkov, Gazizulina y Muralidharan, 2019) señalan que el objetivo de implementar la manufactura esbelta varía desde la organización del control y las pruebas hasta la optimización de los esquemas logísticos, siendo enfocado para reducir los costos de producción, mejorar la confiabilidad del proceso, reducir el ciclo de producción y garantizar la calidad, por lo que es requerido tener objetivos establecidos, plazos, asignación de responsabilidad y autoridad, requisitos para determinar riesgos y mantener registros implicando tener un liderazgo empresarial sólido, conocimiento de mano de obra y tecnología.

En este sentido un primer aspecto a considerar para el éxito en la aplicación de la manufactura esbelta es la visualización del largo camino que implica el llegar a una implementación exitosa, la excelencia operacional implica el desarrollo de un proceso profundo y paciente en el cual se involucra los distintos niveles de la organización (Liker y Convis, 2011).

Esta investigación se llevó a cabo en una empresa dedicada a la elaboración de arneses automotrices en la línea de ensamble final, en dicha línea la materia prima es surtida (de almacén) por los manejadores de materiales a la ubicación que le fue asignada dentro de la línea en donde coloca todos los componentes necesarios para la construcción del arnés como son: Circuitos, Conectores, Mallas, Tape etc.



Figura 1 Espacio ocupado en líneas por materia prima

Sin embargo la ubicación de la materia prima ocupa gran espacio en las líneas de ensamble final (véase figura 1), los inventarios son altos (véase figura 2), así como los costos por mantener stock, el tener demasiado surtido de material en la línea puede provocar daños y problemas que ponen en riesgo la calidad del producto.



Figura 2 Niveles de stock en líneas

En lo que respecta al ensamble de circuitos éstos se van arrastrando dentro y fuera de la línea de ensamble final, los cuales pueden enredarse, ensuciarse, e incluso dañarse.

En las estaciones de ensamble por lo general cuando se va a tomar un circuito, éste se enreda con los demás circuitos ya que los mazos de circuitos colocados en el rack se componen de entre 50 y 100 circuitos por mazo, ésta es una operación en la que se detectan más lapsos de tiempos muertos debido a que se ensamblan con rapidez un gran número de circuitos o conectores sin respetar el flujo por estación (número de piezas permitidas por estación de trabajo).

En la operación de misceláneos los rollos de tape son tomados de los contenedores en los que llega la materia prima (en algunas ocasiones) o de las grandes charolas ubicadas en la línea (ver figura 3), dentro de la misma y donde se lleva a cabo la transformación de la materia prima.



Figura 3 Ubicaciones para rollos de tape

Existen operaciones complejas ya que el diseño del tablero no permite al operador realizar con facilidad la operación o estas requieren una mayor habilidad, por lo que cuando un operador tiene asignada una operación clave y llega a faltar no es fácil cubrir este hueco, la mayoría de las ocasiones se cubre con cualquier operador y no se informa al inspector de control de calidad para tener un mayor cuidado con los defectos que se pudieran generar durante el turno.

Por otra parte al momento de una auditoria no hay un sistema que señale cuáles son las operaciones claves, y no existe un documento en donde se pueda ver que operación realiza cada operador, y en caso de que exista algún tipo de problema en una línea solamente se enteran los involucrados que se encuentran más cerca de la problemática.

Los operadores no cuentan con un área delimitada dentro de cada estación de trabajo y esto se refiere al atraso o adelanto de su ejecución, por lo que no se conoce cuando un operador se encuentra trabajando en las condiciones normales de trabajo, o si tiene tiempo de ocio.

Gracias a las normas de certificación cada operador, trabaja bajo procedimientos e instrucciones de trabajo, sin embargo, la mayoría de los trabajadores ni siquiera los conocen debido a que se encuentran en una carpeta donde solamente tiene acceso el supervisor.

Uno de los recursos más valiosos para las empresas hoy en día son “los operadores”, por lo tanto es necesario enfocarse a las operaciones que realizan y como lo hacen para determinar la mejor opción en cuanto a las operaciones que desarrollan, así como la seguridad del personal, que tipo de riesgos sufre, si la estación de trabajo está diseñada de tal manera que les permita realizar adecuadamente su trabajo o qué tipo de modificaciones tienen que realizarse para lograr una mejora, si es que hacen movimientos innecesarios, lo que significa ir por materia prima lejos de la estación de trabajo.

Problema

“Existencia de operaciones que no agregan valor y desperdicio en la línea de ensamble final”.

Objetivo

Implementar la filosofía de manufactura esbelta en una línea de ensamble final de una empresa manufacturera de Cd. Obregón, Sonora, para eficientar su operación.

Hipótesis: Los desperdicios actuales del proceso productivo bajo estudio serán eliminados mediante la aplicación sostenible de la Teoría de la Manufactura Esbelta.

Marco teórico

La manufactura esbelta es una filosofía derivada del sistema de producción Toyota, y se fue acuñando gracias a las aportaciones de Kichiro Toyoda, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno.

Las principales aportaciones que fueron conformando esta filosofía fueron en un primer momento la creación de un sistema de “eliminación completa de todos los residuos” y la búsqueda de métodos más eficientes en la producción, posteriormente el desarrollo de una filosofía basada en el “justo a tiempo”, la cual representa uno de los pilares básicos del sistema de producción Toyota y retomando el trabajo W. Edwards Deming se desarrolló el “método de control de calidad”, basado en la mejora tecnológica de cada etapa de un negocio logrando así la puesta en práctica de los principios de justo a tiempo y Kaizen, dirigidos al aumento de la productividad Ohno (1988).

El término Lean o Esbelto fue utilizado por Womack y Jones (2003) como un descriptor de la puesta en práctica de los cinco principios bajo los cuales se rige esta filosofía un constante enfoque a la creación del valor, una visión de proceso a través de la cadena de valor, establecer el flujo, jalar la producción para control y la búsqueda de la perfección.

Es así como una organización que pretende poner en práctica este pensamiento esbelto debe comenzar con un intento consciente de definir con precisión el valor en términos de productos específicos con capacidades específicas ofrecidas a precios específicos a través de un diálogo con clientes específicos.

De este modo la manufactura esbelta representa un sistema de producción el cual tiene como meta trabajar con menos recursos, menos desperdicio, menos esfuerzo humano, menos espacio para la operación, menos inversión en herramientas y menos complejidad para desarrollar nuevos productos (Alireza, Yusuf and Seyed, 2011).

Alireza et al (2011) argumenta que lo que distingue a la manufactura esbelta de otras metodologías de mejoramiento es que esta se enfoca en el flujo de valor a lo largo de toda la cadena de producción mientras que otros son más específicos, otras metodologías se enfocan a los procesos de mayor valor agregado mientras que la manufactura esbelta lo hace enfocándose en las actividades que no agregan valor.

El impacto de la manufactura esbelta apunta a distintas áreas organizacionales las cuales contribuyen a la sostenibilidad tal como lo expone Galdino, Gomes y Toledo (2017) en una investigación sobre el estado del arte, siendo las principales la reducción de costos, el incremento de la calidad del producto, la reducción de la variabilidad del proceso, la aceleración del tiempo de entrega, la reducción de la tasa de defectos, la reducción de desperdicio, el incremento en la satisfacción del cliente, la reducción del tiempo de ciclo, el incremento en la satisfacción del empleado, el incremento en la calidad del servicio, reducción del tiempo de procesos, reducción de tiempo de espera y la reducción de los niveles de almacenamiento.

De igual forma Cherraf, Elfezazi, Chiarini, Mokhlis, y Benhida, en el (2016) mencionan como principales técnicas dentro de la filosofía la aplicación de las 5S, el Kaizen, el mapeo de procesos de valor (Value Stream Mapping), el sistema de jalar (Kan ban/pull), la Manufactura celular, el Mantenimiento total productivo, la reducción de tiempo de preparación (SMED), la relación con el proveedor, los mecanismos a prueba de error (pokayoke), Six sigma, Control estadístico de proceso, Administración visual (Andon), Herramientas de análisis (5Why's, Diagrama de Pareto, Diagrama causa y efecto etc.), Trabajo estándar y Distribución de planta.

Método

Sujetos: El personal participante en este proyecto tuvo una edad promedio de 25 años, nivel académico en su mayoría de preparatoria en el área administrativa y en el área operativa nivel primaria. Los roles implicados fueron: Gerente de Ing. Industrial, Superintendente de Ing. Industrial, Gerente divisional, Gerente de Calidad, Superintendente de calidad, Supervisor de control de calidad, supervisores y operadores de línea.

Las actividades relativas a la implementación se distribuyeron en las cuatro fases del círculo Deming el total de actividades consideradas es el siguiente: 1) Capacitar en la cultura de la manufactura esbelta, 2) Definir línea modelo a través de la identificación de las actividades y su distribución física, 3) Definir objetivos al implementar la cultura, 4) Establecer y capacitar equipos para implementación actividades.

6) Definir estaciones de trabajo 7) Reconocer el desperdicio en el proceso, 8) Establecer el flujo de producción a través de la producción nivelada, crear lotes mixtos, calcular tiempo de alistamiento reducido y determinar operaciones coincidentes 9) Determinar sistema de jalar, 10) Lanzar la línea modelo, 11) Planear actividades para la verificación y seguimiento.

Resultados

Como parte de la planificación del proyecto se plantearon los siguientes objetivos.

1. Establecer un flujo continuo en las operaciones del proceso.
2. Eliminar el desperdicio en el proceso.
3. Mejorar a través de eventos kaizen las estaciones de trabajo.
4. Establecer tableros para monitoreo y control de indicadores de seguimiento.

Un layout de la línea de ensamble final elegida como línea modelo para implementación de la filosofía se muestra en la fig. 4.

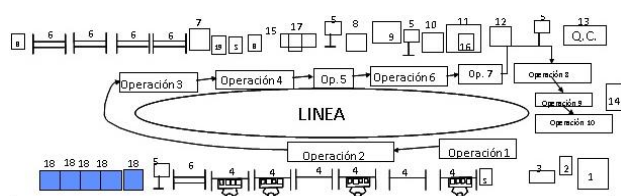


Figura 4 Lay out de la línea modelo antes de la implementación de la Manufactura Esbelta

En la figura 4 se pueden observar los componentes de una línea normal de producción, así como el flujo que sigue el proceso y por las estaciones que pasa para ser transformado en el producto terminado (arnés).

Las áreas incluidas en la distribución antes de aplicar la manufactura esbelta incluyen 1) Área de empaque, 2) Área de amarres, 3) Escritorio para supervisor de producción, 4) Rack para cablea y componentes, 5) Caballete para gráficos, 6) Rack para misceláneos, 7) Centro de carga de la línea, 8) Locker para material de alto valor, 9) Rack para cover, 10) Computadora, 11) Expansora, 12) Inspección de fusibles, 13) Mesa de inspección, 14) Mesa de amarres, 15) Recipientes vacíos, 16) Solidos impregnados, 17) Tablero auditoría integral, 18) Banco de circuitos.

Operadores		
Operadores	Antes	Después
Pre ensamble	8	4
Ensamble	6	6
Encinte	14	13
Prueba eléctrica	2	1
Visual	2	1
Empaque	1	1
Amarres	1	2
Terminado de arnés	1	1

Tabla 1 Cantidad de operarios antes y después

Después de redistribuir los espacios y aplicar los principios de balancear operaciones se tuvo una reducción de 35 a 29 operadores ver tabla 1.

Así mismo la nueva distribución fig. 5 se compactó a las áreas siguientes 1) área de empaque, 2) área de amarre 3) centro de carga de la línea 4) computadora 5) Expansora 6) Inspección de fusible 7) Mesa de amarre 8) Mesa de amarre 9) Auditoría integral 10) Banco de circuitos 11) Preformado 12) Carrito surtido y 13) Información.

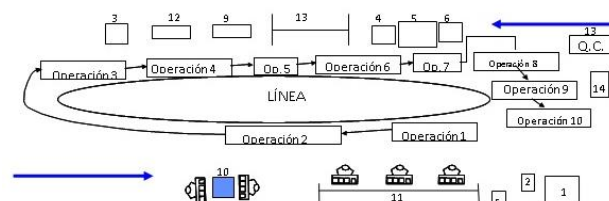


Figura 5 Lay out de la línea modelo después de la implementación de la Manufactura Esbelta

Computadora bar code, 5) Expansora, 6) Inspección de fusible, 7) Mesa de inspección, 8) Mesa de amarre, 9) Tablero de auditoría integral, 10) Banco de circuitos, 11) Mesa de preformado, 12) Carrito de surtido, 13) Información.

En la línea se producen los modelos de arneses A, B y C Considerando 516 min/día de disponibilidad en el turno y una demanda diaria de 240u de modelo A, 120 de modelo B y 60 de modelo C, se calculó el tak time para cada modelo a producir en la línea (tiempo asignado para la producción de una unidad en minutos o segundos es calculado con el tiempo disponible considerando las horas oficiales de trabajo, menos descanso y comida).

$$\text{Tak time} = \frac{\text{tiempo disponible}}{\text{demanda}} \quad (1)$$

$$\text{Tak time} = \frac{516}{240} = 2 \text{ seg/u} \quad \text{Para modelo A de igual modo resultan 4 seg/u para B y 8 seg/u y C.}$$

La corrida de producción normal es: AAAAAAAAAABBBBCC lo que representaría un lote mixto de producción como AABAABCAABAABC.

Debido a los cambios en el diseño de las estaciones fue necesario modificar la secuencia de operaciones, para elevar la productividad se realizó una asignación multi-procesos considerando el Tak time y las operaciones coincidentes ver fig. 6 y una vez que se logró nivelar la producción el siguiente paso es establecer el flujo de producción, para el logro de éste fue necesario realizar un flujo ininterrumpido de producto, esto significa una pieza después de otra, creando un marco de trabajo sincronizado en todos los procesos (ver anexo 15) ver figura 6.

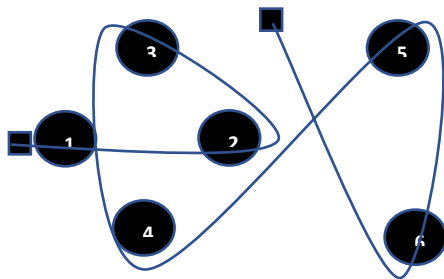


Figura 6 Operaciones coincidentes

Además se delimitaron estación de trabajo, y se mejoró el flujo de materiales a través de estas (ver figura 7).

1)



Figura 7 Kaizen de estación de trabajo antes de la implementación

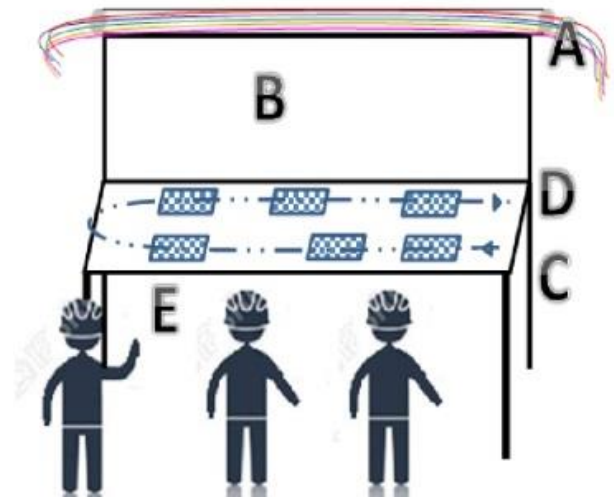


Figura 8 Kaizen de estación de trabajo después de implementación

La imagen 7 muestra una estación de preformado del proceso antes de la implementación de la manufactura esbelta, en donde las charolas de colores azul y amarillo contienen los componentes y en la parte superior los circuitos montados en una estructura de metal. Por otra parte la figura 8 presenta la conformación de la estación de preformado para las 3 primeras operaciones mejorada en la que el surtido de circuitos se realiza desde el área superior A, el flujo de componentes corre de desde C hasta D pasando a través de tres operaciones en la sección E teniendo en la sección B un soporte de ayuda visual de las operaciones. Se disminuyó el nivel de inventario con nuevos dispositivos e abastecimiento ver fig. 9 y 10.



Figura 9 Kaizen inventario antes de la implementación



Figura 10 Kaizen de estación de trabajo después de la implementación

También se mejoró el manejo de materiales al implementar cambios en la forma de proporcionar los materiales a la vez que se redujo el nivel de inventario de estos ver figura 11 y 12.



Figura 11 Kaizen de manejo de material antes de la implementación



Figura 12 Kaizen de manejo de material después de la implementación

Otro aspecto relevante fue la utilización de ayuda visual en las estaciones a través de hojas de especificaciones técnicas y la implementación de un sistema de señales de andon para administrar los paros ver figura 13.



Figura 13 Sistema andon

El entrenamiento que recibió el personal de la línea fue cruzado multi-hábil ver tabla 2, para lograr un flujo rápido y sin movilidad de material.

A	B	C	D	← Multi máquinas
1	1	1	1	
2	2	2	2	
3	3	3	3	
4	4	4	4	↑ Multi operaciones
5	5	5	5	

Tabla 2 Matriz de asignación de capacitación

Debido a que en la asignación multi-máquinas presenta dos tipos de problemas que son: 1) Las demoras Ínter- procesos, estas no podrían ser eliminadas, como consecuencia se ve afectado tanto el flujo en el proceso como el tiempo de entrega; 2) Aun si el Tak time es aplicado a este sistema la carga de operación del personal no puede ser ajustada rápidamente si hay un cambio en las tendencias de venta.

Lo anterior es argumento de la asignación multiprocesos considerando un layout con disposición de máquinas acorde a secuencia del proceso, un flujo ininterrumpido de producto (lote de transferencia unitario), un marco de tiempo de trabajo sincronizado y estándar, una asignación de personal para procesos múltiples y un entrenamiento cruzado (fuerza de trabajo multi-hábil) y un diseño del trabajo para que el personal pueda moverse para crear el flujo de producción.

Se implementó un sistema Kanban el cual considera la siguiente información; 1) "Qué se produce y cuanto", 2) cuando el kanban es removido o tiempo de iniciar producción, 3) La prioridad de producción es establecida en el orden en el cual el kanban llegó.

El kanban funciona como orden de producción y control visual, para clarificar la siguiente información: 1) Grado de conformidad con operaciones coincidentes, 2) Capacidad actual del proceso, 3) Niveles de existencias actuales en el proceso, 4) Niveles apropiados de mano de obra en el proceso, 5) La situación de producción al final del proceso y 6) la urgencia de necesidades de material en el final del proceso.

Las reglas de kanban de órdenes se establecieron como 1) el volumen de producción debe coincidir con el volumen indicado en el kanban removido y la orden de producción es el orden en que los kanban fueron removidos, 2) Kanban debe viajar siempre con las partes. Las Reglas para kanban de retiro: 1) El kanban es removido del contenedor de partes exactamente cuando la primera parte es sacada del contenedor, 2) El kanban removido es llevado hacia el inicio del proceso para jalar partes, 3) El retiro de kanban es intercambiado con el kanban de orden de producción en el almacén de la parte inicial del proceso 4) Partes sin tarjetas de kanban no deben ser transportadas.

Es importante administrar el sistema con las siguientes consideraciones: 1) no usar kanban junto con el plan de producción, el plan de producción es proveído solo para la primera estación de ensamble final, 2) siempre trate de minimizar el número de kanban, 3) Transfiera kanban frecuentemente y trate de mantener las transferencias en volúmenes pequeños, 4) inicie usando kanban solamente dentro de la compañía y desde el proceso final, después de que esté establecido internamente pueden desplegarse a través de la cadena de proveedores, 5) Evite usar un kanban "todo incluido" en las fases iniciales.

La figura 10 ilustra la conformación del Kan ban para la línea de ensamble final el lote de procesamiento es unitario y el mismo Kanban hace las veces de producción y retiro.

Control 7/20	TIPO kan ban Ensamble Final	Fecha 10/27/2015 cantidad 1Pza
Origen Buzón	IDLINE AC84	No parte 6
Programador		Destino PERCHA-01

Figura 10 Kan ban de ensamble final

Para el lanzamiento de la línea modelo fue necesario diseñar los formatos para registro de datos de la operación, construir los tableros alusivos a aspectos críticos del proceso y del programa de manufactura esbelta, las siguientes actividades fueron establecidas para este propósito: 1) Identificación de operaciones, 2) Sistema automático de paro de línea cada tres estaciones, 3) Hoja de trabajo estandarizado, 4) Determinación de operaciones difíciles, 5) Diseño de estación de subensamble, 6) Hoja de auto evaluación, 7) Sistema cero defectos, 8) Tablero de medibles, 9) Tablero QCD, 10) Tablero de soluciones Kaizen, 11) Tablero GEMBA, 12) Plan de actividades para la verificación, 13) Auditoría al proceso, 14) Acciones correctivas y 15) Flujo ininterrumpido de producto.

Cada equipo de trabajo se encargó de realizar un tablero para dar seguimiento al proceso y a la par dar cumplimiento a los principios de la filosofía de manufactura esbelta. El tablero de control de la implementación del programa 5S, el cual pretende monitorear los resultados de la implementación de dicho programa a través de la auditoria a las áreas teniendo como indicador el porcentaje de cumplimiento de requisitos, los cuales se dividen en cada una de las S del programa.

Un tablero de control QCD (quality, cost, delivery), referente a la Calidad, Costo y Entrega el cual mide el desempeño de la línea en relación a Scrap, Defectos, Costo, Tiempo de entrega de órdenes y control estadístico de variables críticas para la calidad. Un tablero Gemba, el cual permite el control de incidencias en el área de trabajo, en él se monitorea los cambios que se susciten en las 4M, Materiales, Métodos, Mano de obra y Maquinas, cada cambio es controlado para mantener los requisitos de calidad establecidos en cada uno de estos cuatro rubros.

Por último un tablero para monitoreo de Cero defectos en el cual se registra una bitácora de las acciones correctivas asociadas a defectos registrados durante el proceso. Por último un tablero de solución para operaciones difíciles en el cual se exponen las áreas de oportunidad identificadas en el proceso y el kaizen establecido para resolverla. Todo lo anterior arrojará información relevante para la toma de decisiones durante la operación de la línea de ensamble final.

Conclusiones

Por los resultados presentados se puede argumentar que se logró implementar la filosofía de manufactura esbelta a lo largo de la línea de ensamble final, por lo cual es posible afirmar la hipótesis inicial por el hecho de que la implementación exitosa de la Manufactura esbelta, condujo a que los desperdicios actuales del proceso productivo bajo estudio fueran eliminados mediante la aplicación sostenible de la Teoría de la Manufactura Esbelta, aun que el proyecto se encuentra en la etapa inicial la ejecución a través de una metodología de mejora continua como el círculo Deming garantiza su sostenibilidad y permitió mostrar resultados significativos en el incremento de la productividad en el proceso, al ser tratado con herramientas de manufactura esbelta. Sin perder de vista el sentido holístico de esta filosofía, la experiencia de la línea modelo marca el punto de partida para migrar a un nivel superior que incluya de forma integral la operación de la empresa.

Aunque el sistema de producción pase a lotes más pequeños, aunque eliminamos los malos pasos de la operación, y aun que se tengan los indicadores clave de rendimiento mostrando mejoras que nunca pensamos que fueran posibles, Las malas noticias suelen presentarse, a medida que pasa el tiempo, los procesos parecen volverse contra sí mismos y degradarse, con la variabilidad y el desperdicio creciendo nuevamente. La sostenibilidad de la manufactura esbelta a largo plazo depende de una amplia variedad de factores tales como el involucramiento de la administración en el programa, la resistencia al cambio, la comunicación, la infraestructura organizacional, el entrenamiento y la capacitación, el enfoque al cliente, el enfoque hacia la relación con el proveedor, el factor humano, el entendimiento de técnicas y herramientas para el mejoramiento, habilidades para el manejo de los proyectos etc.

Por ello la mejora continua en cualesquier organización es una tarea constante, así tengamos décadas operando con la filosofía de manufactura esbelta estamos expuestos al fracaso.

Referencias

Alireza A., Yusof I. and Seyed M. H. H., (2011). A Study on Total Quality Management and Lean Manufacturing: Through Lean Thinking Approach. World Applied Sciences Journal 12 (9): 1585-1596.

Cherraf A., Elfezazi S., Chiarini A., Mokhlis A., Benhida K., (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. Elsevier, Journal of Cleaner Production 139 (2016) 828e846.

Galdino de Freitas J, Gomes C. H., Toledo F. F., (2017). Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A survey Study. Elsevier, Journal of Cleaner Production 156 (2017) 262e275.

Liker, J y Convis, G., (2011). The toyota way to lean leadership, CRC Press, New York.

Monge C. y Cruz J., (2015). Manufacturing and continuous improvement performance level in plants of mexico; a comparative analysis among large and medium size plants. European Journal of Business and Economics, VOLUME 10, ISSUE 2.

Ohno, T., (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Portland: Productivity Press.

Womack J. and Jones T. D (2003). Lean Thinking. Banish waste and create wealth in your corporation. FREE PRESS. New York.

Evolución química del agua subterránea a través del acuífero del Valle de Mexicali

Chemical evolution of groundwater through the Mexicali Valley aquifer

GÓMEZ-PUENTES, Francisco Javier^{1†*}, REYES-LÓPEZ, Jaime Alonso² y AMADO-MORENO, María Guadalupe¹

¹Tecnológico Nacional de México/I.T. Mexicali, Av. Tecnológico S/N Col. Elías Calles, Mexicali, B.C., C.P. 21376

² Universidad Autónoma de Baja California / Instituto de Ingeniería, Blvd. Benito Juárez y Calle de la Normal s/n, Col. Insurgentes, Mexicali, B.C, CP 21280

ID 1^{er} Autor: *Francisco Javier, Gómez-Puentes* / ORC ID: 0000-0002-8778-8173, CVU CONACYT ID: 228457

ID 1^{er} Coautor: *Jaime Alonso, Reyes-López* / ORC ID: 0000-0001-7962-9191, CVU CONACYT ID: 12637

ID 2^{do} Coautor: *María Guadalupe, Amado-Moreno* / ORC ID: 0000-0001-6363-5888, CVU CONACYT ID: 63559

DOI: 10.35429/JTO.2019.9.3.30.36

Recibido 10 de Enero, 2019, Aceptado, 27 de Marzo, 2019

Resumen

Se evaluó la calidad del agua del acuífero del Valle de Mexicali afín de estimar los procesos geoquímicos involucrados con el incremento de su salinidad y la subsecuente mineralización del subsuelo. El área de estudio se ubica en el municipio de Mexicali, Baja California, México, en un tramo donde el corredor ripario del río Colorado converge con una zona agrícola. El agua de este río contiene menos de 1000 ppm de sólidos disueltos en promedio, pero a medida que el agua es canalizada y utilizada en el riego de cultivos, experimenta un proceso de enriquecimiento de solutos hasta alcanzar 2400 ppm en el acuífero superior. De acuerdo con los análisis químicos, la salinización que presenta el agua es provocada principalmente por los iones sodio, sulfato y cloruro mientras que la modelación geoquímica realizada con el programa PHREEQC indica que los procesos relacionados con la precipitación de calcita, disolución de dolomita y yeso, y evaporación de agua, son los principales responsables de la evolución química del agua en la zona.

PHREEQC, Modelación geoquímica, Proceso de mineralización

Abstract

The water quality of the Mexicali Valley aquifer was evaluated in order to estimate the geochemical processes involved with the increase of its salinity and the subsequent subsoil mineralization. The study area is located in the municipality of Mexicali, Baja California, Mexico in a section where the riparian corridor of the Colorado River converges with an agricultural area. The water of this river contains less than 1000 ppm of dissolved solids on average, but as the water is channeled and used in the crop's irrigation, it undergoes a solute enrichment process until 2400 ppm in the upper aquifer. According to chemical analyzes the water salinization is mainly caused by sodium, sulfate and chlorine ions, while the geochemical modeling carried out with the PHREEQC program indicates that the processes related to calcite precipitation, dolomite and gypsum dissolution and water evaporation are primarily responsible for the water chemical evolution in the area.

PHREEQC, Geochemical modeling, Mineralization process

Citación: GÓMEZ-PUENTES, Francisco Javier, REYES-LÓPEZ, Jaime Alonso y AMADO-MORENO, María Guadalupe. Evolución química del agua subterránea a través del acuífero del Valle de Mexicali. Revista de Operaciones Tecnológicas. 2019. 3-9: 30-36

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: javiergomezp@itmexicali.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En el Valle de Mexicali, las principales corrientes son: el Río Colorado, el Río Hardy y el Río Nuevo. El caudal del Río Colorado se ha visto controlado para la utilización del agua en actividades agrícolas, industriales y urbanas en el mismo delta y aguas arriba (Glenn et al., 1998). El río Colorado se origina en territorio estadounidense y desemboca en el golfo de California, cruzando aproximadamente 90 km en territorio mexicano. Su escurrimiento anual es de 1850 Mm³, volumen que corresponde a la cuota asignada a nuestro país (Ramírez-Hernández, 1997). Sus aguas se almacenan en la Presa Morelos, desde donde se distribuyen a través de un complejo sistema de canales.

En el valle de Mexicali coexisten dos acuíferos superpuestos y separados entre sí, de forma irregular, por una capa de sedimentos de baja permeabilidad. El nivel profundo es conocido como “yacimiento geotérmico de Cerro Prieto”. El nivel más somero corresponde al acuífero superior, el cual tiene su nivel freático aproximadamente de 2 a 6 metros bajo la superficie del suelo. Este acuífero es de tipo libre y es considerado el de mayor capacidad en Baja California. El volumen de extracción es aproximadamente de 750 Mm³/año de agua, lo que representa una sobreexplotación de 50 Mm³ en relación con el volumen de recarga estimado (Ramírez-Hernández, 1997). La dirección de flujo regional del acuífero somero es de noreste a suroeste, con un gradiente hidráulico estimado en 0.042 m/km. Su agua se destina al uso agrícola y en menor escala al uso doméstico-urbano de la ciudad de Mexicali.

Por las características geológicas de ambiente deltaico, la principal explotación de los suelos del valle de Mexicali ha sido la agricultura, de modo que el riego de las tierras de cultivo se ha venido llevando a cabo mediante el aprovechamiento de las únicas fuentes de agua disponibles, las aguas del Río Colorado y las del acuífero de la región. Con éstas aguas se abastecen, a través de una amplia red de canales, 207,935 hectáreas de tierras agrícolas del Distrito de Riego 014. A partir de 1956 se empezó a hacer uso de fertilizantes en el valle de Mexicali. Para 1990, toda la superficie agrícola estaba fertilizada y en el periodo de 1982-1985 tan solo en el cultivo algodónero se aplicó un volumen total de 1,607,287 litros de insecticida (Ramírez-Hernández, 2006).

La calidad del agua del acuífero del Valle de Mexicali se ha degradado paulatinamente desde el inicio de su explotación. Al cambiar el régimen de recarga del acuífero, el cual el Río Colorado deja de ser el principal aportador y la infiltración vertical descendente se convierte en el proceso de recarga más importante. El agua infiltrada de parcelas y drenajes agrícolas sufre un proceso muy intenso de evaporación y, por tanto, de mineralización. Los volúmenes actuales de extracción de agua hacen necesario que el agua de infiltración migre rápidamente hacia capas más profundas y sea bombeada de nuevo a la superficie para su uso en la agricultura. Entre los años 1999 y 2002, se reportaron valores promedios, para el agua del acuífero, de 1 307 mg/L de sólidos disueltos (Ramírez-Hernández, 2006).

Área de estudio. El sitio de estudio se localiza en el Valle de Mexicali, B.C. en el noroeste de México, esta enclavado dentro del corredor ripario del Río Colorado, a una distancia aproximada de un kilómetro de su cauce. Las coordenadas geográficas correspondientes son: 32° 12' Latitud Norte y 115° 09' Longitud Oeste (Figura 1). El sitio colinda al norte con varias parcelas de cultivo de riego por inundación siendo el asentamiento humano más cercano el poblado Oviedo Mota. Los cuerpos de agua superficiales más importantes en la zona de estudio son: (1) el río Colorado, ubicado en el extremo sur, (2) un canal para riego agrícola localizado en el extremo norte, y (3) el dren de desagüe agrícola.

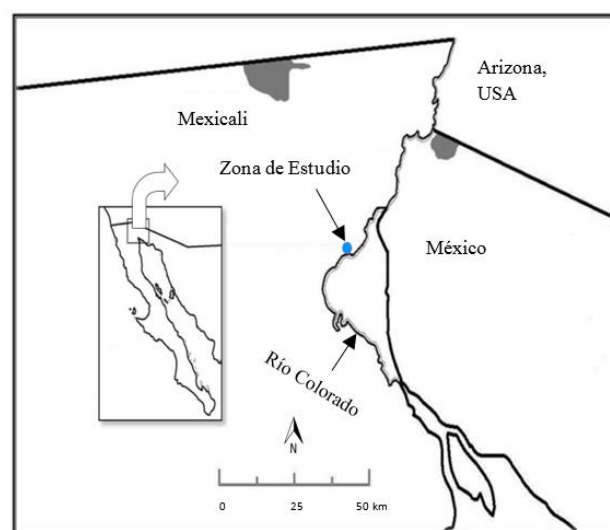


Figura 1 Localización del área de estudio

La interacción agua superficial-agua subterránea en la zona de estudio se hace evidente por correspondencia entre la variación del nivel estático del acuífero con el ciclo agrícola. Durante los periodos de riego algunas porciones del río Colorado actúan como dren colector del agua subterránea, así como del agua en exceso transportada por el sistema de drenes agrícola (Pérez-González, 2008). Debido a la escasa precipitación en la región, el agua aplicada a las zonas de cultivo constituye la principal fuente de recarga al acuífero, convirtiéndose también en el principal componente del agua superficial de la zona.

Metodología desarrollada

Muestreo de agua. Se tomaron muestras de agua del Río Colorado, así como de 06 pozos de monitoreo de agua subterránea instalados en la proximidades de una parcela de cultivo ubicada en el Distrito de Riego 14 del Valle de Mexicali. Se realizaron 04 campañas bimestrales de muestreo durante el año 2017 (Figura 2).

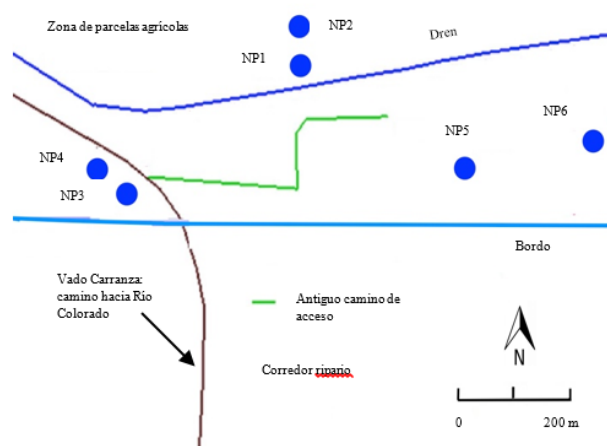


Figura 2 Ubicación espacial de los pozos de monitoreo de agua subterránea

Cada uno de los muestreos se realizó siguiendo las recomendaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana (Diario Oficial de la Federación, 1994). Las muestras de agua fueron colectadas mediante un sistema de vacío tipo manual (Fetter, Boving, & Kreamer, 2017). Se realizó la medición del nivel freático del agua subterránea en cada uno de los pozos procediéndose posteriormente a su extracción, esta agua no formó parte de la muestra final, sino que se desechó y se permitió la recuperación del agua a su nivel original procediéndose al muestreo definitivo. Para cada estación, se tomaron muestras por duplicado en botellas de polietileno de 1 L de capacidad para cationes y aniones respectivamente.

Las muestras destinadas al análisis de cationes fueron acidificadas a un pH menor a dos unidades según las recomendaciones de la literatura (Appelo & Postma, 2005). En la tabla 1 se indica la ubicación, en coordenadas UTM, de cada una de las estaciones de muestreo de agua subterránea.

Estaciones de muestreo	Coordenadas UTM	
	X	Y
NP1	673 715	3 564 638
NP2	673 715	3 564 692
NP3	673 392	3 564 474
NP4	673 351	3 564 492
NP5	674 029	3 564 510
NP6	674 266	3 564 535

Tabla 1 Ubicación de los pozos de monitoreo de agua subterránea

Análisis de agua. En la tabla 2 se resumen las diferentes técnicas empleadas en el análisis de las muestras de agua. Las mediciones en campo se llevaron a cabo mediante instrumentos portátiles previamente calibrados e incluyeron los siguientes parámetros: pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto.

Los análisis de los aniones fueron realizados de acuerdo con los procedimientos recomendados por la APHA (American Public Health Association, 1965) así como por la norma mexicana correspondiente.

La cuantificación de cationes se realizó mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica de flama de acuerdo con lo establecido por la norma mexicana NMX-AA-051-SCFI-2001 (Secretaría de Economía, 2001).

El coeficiente de correlación de las distintas curvas de calibrado para cada uno de los cationes analizados estuvo por encima del valor 0.995 y en lo que respecta a la exactitud metodológica de los análisis, los porcentajes de recuperación estuvieron en el rango comprendido entre 95 y 105.

Parámetro	Método	Observaciones
Conductividad eléctrica y sólidos disueltos	Medidor de conductividad, Marca Oakton 35608 Series	Medición en campo
pH y temperatura	Medidor de pH/ORP, Marca Hanna HI 98140	Medición en campo
Alcalinidad, CO_3^{2-} y HCO_3^-	Titulación de Gran	Método del punto de inflexión
Nitratos	Método 8039 Reducción de cadmio (ESEPA 1980)	Método colorimétrico Hach DR5000
Cloruros	Norma Mexicana NMX-AA-073-SCFI-1981	Método de Mohr
Sulfatos	Norma Mexicana NMX-AA-074-SCFI-1981	Método turbidimétrico
Cationes (Na, K, Ca y Mg)	Espectrometría de Absorción Atómica	Equipo GBC modelo Avanta

Tabla 2 Métodos utilizados para el análisis químico del agua

Predicción de mineralización. Los datos obtenidos a partir de los análisis efectuados a las muestras de agua subterránea se emplearon para llevar a cabo una modelación geoquímica inversa mediante el programa (Parkhurst & Appelo, 1999). Este tipo de modelación tiene por objetivo evidenciar los cambios químicos que experimenta un agua natural a través de una trayectoria de flujo. Se asume que un tipo de agua (solución origen) reacciona con minerales y gases para producir la composición química de un segundo tipo de agua (solución final).

La secuencia del proceso de modelación fue como sigue: 1) Los parámetros físicos y químicos de las dos soluciones seleccionadas (Río Colorado y pozo NP2) se introdujeron al programa, 2) Se procedió a obtener la especiación química de ambas soluciones con la finalidad de obtener los índices de saturación de cada una de las fases minerales asociadas, 3) La concentración del ion cloruro se igualo simulando un proceso de evaporación considerando el carácter conservativo de este ion, 4)

Se especificaron las incertidumbre asociada a los cálculos para cada solución, 5) Se seleccionaron las fases minerales para la modelación en base a la especiación química realizada y la paragénesis de minerales según la geología de la zona de estudio y 6) mediante la ejecución del programa se obtuvieron varios modelos, seleccionando el mejor de acuerdo a los criterios establecidos como balance de masa, incertidumbres y porcentaje de error.

Resultados

En la tabla 3 se presentan los valores promedio y desviación estándar de parámetros fisicoquímicos analizados para cada uno de los pozos de monitoreo de agua subterránea, así como del Río Colorado. Los valores promedio de la tabla señalada, corresponden a las diferentes campañas de muestreo

Parámetros fisicoquímicos. En general, los valores de pH tanto del agua del Río Colorado como del agua subterránea revelan aguas ligeramente alcalinas que en general caen dentro el rango promedio medio en aguas naturales continentales. Por otro lado, el contenido de sólidos disueltos en el agua subterránea, en general, superó en relación 3 a 1 al encontrado en el agua del Río Colorado en proporción ligeramente superior a 3:1 respecto a los pozos con el mayor contenido de sólidos disueltos (NP1 y NP2), evidenciando el enriquecimiento en solutos debido al proceso natural de infiltración, así como a la actividad agrícola en la zona.

Mientras que el contenido de sólidos disueltos en el agua del Río Colorado fue de 760 ± 80 ppm, los pozos de monitoreo de agua subterránea identificados como NP1 y NP2 presentaron el mayor contenido. Estos pozos son los mas cercanos a las parcelas de cultivo de la zona. En el caso del oxígeno disuelto (OD) las concentraciones obtenidas estuvieron en los rangos generalmente medidos según el tipo de agua respectivo. Para el Río Colorado el valor promedio fue de 7.8 mg/L que es típico para un agua superficial en tanto que para el agua subterránea estuvo entre 1.5 a 2.8 mg/L.

Aunque no queda evidenciado en la tabla 3, el OD sigue el patrón de comportamiento esperado de encontrarse en mayor concentración durante los meses de invierno. La marcada diferencia en el contenido de OD entre los dos tipos de agua puede explicarse dadas las condiciones reductoras prevalecientes en el acuífero. Finalmente, los valores correspondientes al potencial redox (ORP) confirman la diferencia entre las condiciones reducidas del acuífero a y las oxidadas de la superficie a pesar del nivel freático somero en la zona cuya profundidad máxima medida se encontró alrededor de los 3.5 m con relación a la superficie.

ID	Temperatura (°C)	pH	OD (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	ORP (mV)	STD (ppm)	Nivel Estático (m)
NP1	27.4 ± 3.0	7.62 ± 0.24	1.8 ± 0.5	3.54 ± 0.13	-119.4 ± 57	1790 ± 49	2.94 ± 0.35
NP2	24.6 ± 1.6	7.46 ± 0.29	1.5 ± 0.5	4.35 ± 0.09	-153.4 ± 41	2197 ± 69	2.98 ± 0.35
NP3	24.1 ± 1.5	7.49 ± 0.29	2.4 ± 0.6	2.14 ± 0.48	-184.1 ± 43	1070 ± 245	3.15 ± 0.32
NP4	24.6 ± 2.0	7.38 ± 0.35	2.9 ± 0.7	2.00 ± 0.44	-100.6 ± 35	985 ± 273	2.33 ± 0.36
NP5	25.4 ± 2.2	7.07 ± 0.12	2.2 ± 0.5	3.42 ± 0.23	-179.9 ± 23	1703 ± 105	3.10 ± 0.41
NP6	25.1 ± 1.8	7.36 ± 0.44	2.8 ± 0.3	2.35 ± 0.88	-184.9 ± 57	1390 ± 49	3.28 ± 0.33
Río Colorado	26.3 ± 4.4	7.10 ± 0.27	7.8 ± 2.5	1.50 ± 0.16	155.0 ± 22	760 ± 80	-

Tabla 3 Valores promedio y desviación estandar de los parametros fisicoquimicos medidos en agua

Iones Mayoritarios. En el caso del Río Colorado, los resultados obtenidos revelan que el sodio es el catión más abundante con una concentración promedio de 252 mg/L, seguido del magnesio (64 mg/L), el calcio (75 mg/L) y por último el potasio (4.7 mg/L). Por otro lado, el anión más abundante en esta agua es el sulfato (370 mg/L), seguido por los cloruros que presentan una concentración media de 340 mg/L. En el caso del agua subterránea, para el pozo con el mayor contenido de solidos disueltos (NP2) el sodio resultó ser el catión más abundante con un contenido que alcanzo 514 mg/L, seguido del magnesio (82 mg/L), el calcio (95 mg/L) y el potasio (6.6 mg/l).

Por lo que los resultados obtenidos evidencian el enriquecimiento progresivo de solutos a medida que el agua superficial del Río Colorado se infiltra para abastecer al acuífero del valle de Mexicali. Además, a dicho enriquecimiento contribuyen la sobreexplotación y reúso del agua del acuífero en actividades de riego agrícola, así como el proceso de evaporación que experimenta el agua durante la época de verano. Un patrón similar se observa con los resultados obtenidos de los aniones en los que el más dominante resulto ser el sulfato, seguido del cloro.

Estas características revelan aguas de tipo sulfatadas cloruradas sódicas tanto para el Río Colorado como para el agua del acuífero del Valle de Mexicali. En la figura 3, las relaciones iónicas de Na y Cl ponen en evidencia el enriquecimiento de solutos y mas específicamente el proceso de salinización a medida que el agua subterránea evoluciona químicamente, siguiendo su dirección de flujo, a partir del agua del Río Colorado (RC) a partir de la cual se origina y que posee el menor contenido de solidos disueltos hasta los pozos (NP1 y NP2) mas concentrados y que están en las inmediaciones de las parcelas de cultivo de la zona.

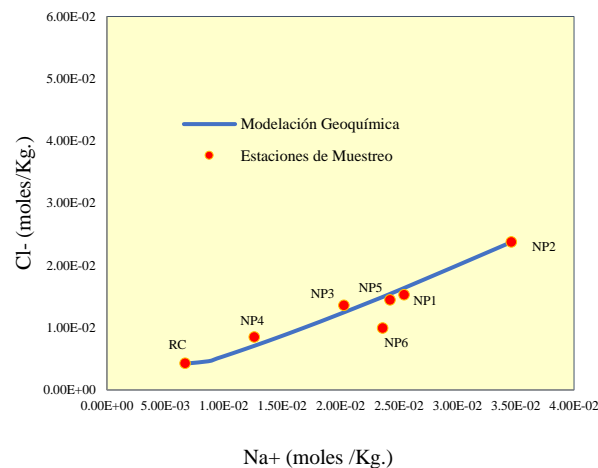


Figura 3 Relaciones ionicas entre los iones sodio y cloruro correspondientes al muestreo de abril de 2017

Predicción de mineralización. En la figura 4 se presenta los resultados obtenidos de la especiación química para las muestras de agua del Río Colorado y del pozo NP2 que resultó con la mayor concentración de solidos disueltos. Se presentan los índices de saturación (IS) para ambos tipos de agua. Se distingue claramente que los IS mas elevados corresponden al pozo NP2, alcanzando valores positivos para los minerales aragonito (CaCO_3), calcita (CaCO_3) y dolomita (CaMgCO_3)₂.

Estos valores predicen la tendencia a precipitar de estas fases minerales debido a la cantidad excesiva de los iones que les dan origen. Este incremento en los iones mayoritarios puede deberse tanto a las interacciones entre agua-roca conforme el agua del Río Colorado se infiltra y se desplaza en el subsuelo como también a los procesos de evaporación de agua debido a las características semiáridas del clima asociado a la zona de estudio.

Por otro lado, no menos importante es el incremento en el índice de saturación que experimenta el mineral halita, el cual a pesar de que conserva su valor negativo en agua subterránea evidencia su enriquecimiento de los iones Na y Cl. El valor negativo persistente de estos iones en agua subterránea son indicativos su elevada solubilidad.

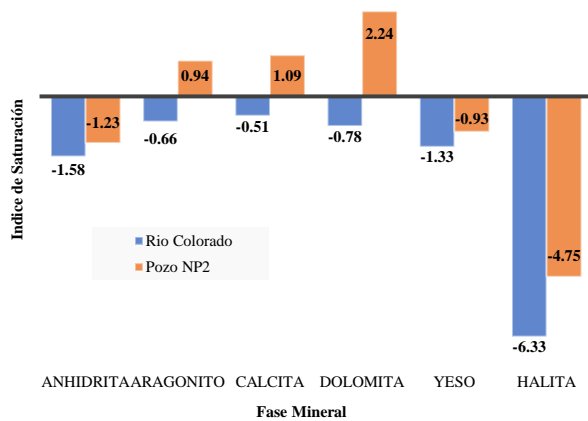


Figura 4 Índices de saturación de las fases minerales para el agua del Río Colorado y el pozo de monitoreo NP2

Finalmente, la modelación inversa realizada permitió reproducir la evolución química del agua subterránea a partir de un agua con las características del Río Colorado. La tabla 4 sintetiza los resultados más relevantes de esta modelación: la solución origen consiste en el agua superficial del Río Colorado que da origen a la solución final consistente en agua subterránea con las características químicas observadas en el pozo NP2. Aunque los resultados corresponden a la campaña de muestreo de octubre de 2017, para el resto de las campañas se obtuvieron esencialmente los mismos resultados.

Los valores en porcentaje para las incertidumbres indican que el programa PHREEQC permite hasta una variación de $\pm 5\%$ y de $\pm 7.3\%$ en las cantidades que son utilizadas en los cálculos iterativos de cada uno de los parámetros de las respectivas soluciones. En cada modelación se emplearon los valores de incertidumbre más bajos posibles. Con base en la especiación química y a la paragénesis de los minerales en la zona de estudio se seleccionaron las fases minerales.

A partir de la modelación se obtuvieron los procesos y las cantidades presentadas en la tabla 4. En la parte final de la de esta, se presenta la comparación entre las dos soluciones obteniéndose porcentajes de error menores al 5% entre la muestra real NP2 y la solución obtenida a partir de la modelación. El modelo obtenido predice los siguientes procesos geoquímicos como los más importantes: disolución de los minerales halita, dolomita, y yeso, precipitación del mineral calcita, y la evaporación de agua.

1. Definición de soluciones y porcentajes de incertidumbre			
Denominación	Tipo de Agua	Incertidumbre	
Solución origen: Río Colorado	Superficial	5.0%	
Solución final: Pozo NP2	Subterránea	7.3%	
2. Resultados de la Modelización			
Fase Mineral	Proceso	Cantidad (mol/kg H ₂ O)	
Halita	Disolución	0.25	
H ₂ O (g)	Evaporación	1.53	
Calcita	Disolución	5.4×10^{-2}	
Dolomita	Precipitación	2.2×10^{-2}	
Yeso	Disolución	3.2×10^{-2}	
3. Comparación de soluciones			
Parámetro	NP2 (Solución Real)	NP2 (Solución Modelada)	%Error
pH	7.5	7.5	0.03
HCO ₃ ⁻	2.6×10^{-2}	2.4×10^{-2}	4.6
Ca	2.5×10^{-3}	2.5×10^{-3}	0.0
Cl	2.6×10^{-1}	2.4×10^{-1}	3.7
K	2.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}	0.0
Na	2.8×10^{-1}	3.0×10^{-1}	3.5
Mg	1.4×10^{-2}	1.5×10^{-2}	3.5
SO ₄ ⁻	4.0×10^{-2}	3.8×10^{-2}	3.9
% error, medido como una diferencia porcentual relativa			

Tabla 3 Resultados de la modelación geoquímica inversa (Río Colorado – agua del acuífero superior del Valle de Mexicali)

La calcita es un mineral común principalmente en Europa y Norteamérica (Appelo & Postma, 2005). Análisis químicos de suelo realizados en la zona de estudio revelaron concentraciones de carbonatos de calcio y magnesio de alrededor de 8%. Asimismo, análisis cualitativos en suelo revelaron la ocurrencia de yeso en la zona de estudio. En el caso del mineral halita su no ocurrencia en la zona permite inferir que su origen es antropogénico.

Agradecimiento

Al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por el financiamiento otorgado para la realización de la presente investigación.

Conclusiones

El agua del Río Colorado contiene un promedio de 760 ppm de sólidos disueltos. A medida que esta agua es canalizada y utilizada preferentemente en el riego de cultivos experimenta un proceso de enriquecimiento en solutos hasta alcanzar concentraciones cercanas a los 2400 ppm en el acuífero del Valle de Mexicali. La química de estas aguas está dominada por los iones Sodio, Sulfato y Cloruro.

Los procesos geoquímicos más importantes que explican la evolución química del Río Colorado, de acuerdo con la modelización realizada con el programa PHREEQC, consisten en la precipitación de calcita, disolución de dolomita y yeso, evaporación de agua, así como en la salinización provocada por el enriquecimiento de los iones Na, Cl y SO_4^{2-} . La no ocurrencia natural del mineral halita en la zona de estudio permite establecer que las altas concentraciones de sodio y cloro en agua subterránea tienen un origen antropogénico.

Referencias

- American Public Health Association. (1965). *Standard methods for the examination of water and wastewater: Including bottom sediments and sludges*. New York.
- Appelo, C. A. J., & Postma, D. (2005). *Geochemistry, Groundwater and Pollution* (2a Ed.). the Netherlands: A. A. Balkema Publishers.
- Diario Oficial de la Federación. (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de http://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4728763&fecha=12/08/1994&cod_diarario=203795
- Fetter, C. W., Boving, T., & Kreamer, D. (2017). *Contaminant Hydrogeology: Third Edition* (3a Ed.). USA: Waveland Press.
- Glenn, E., Tanner, R., Mendez, S., Kehret, T., Moore, D., Garcia, J., & Valdes, C. (1998). Growth rates, salt tolerance and water use characteristics of native and invasive riparian plants from the delta of the Colorado River, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 40(3), 281–294.
<https://doi.org/10.1006/jare.1998.0443>
- Parkhurst, L., & Appelo, C. A. J. (1999). User's Guide to PHREEQC (Version 2)—A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One-Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations. Recuperado el 9 de septiembre de 2019, de https://wwwbrr.cr.usgs.gov/projects/GWC_coupled/phreeqc/html/final.html
- Pérez-González, D. (2008). *Interacción Hidrodinámica del Río Colorado y el Acuífero del Valle de Mexicali en el Tramo FFCC. – Vado Col. Carranza, México*. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.
- Ramírez-Hernández, J. (1997). *Estudio de las relaciones geohidrológicas del acuífero superior del valle de Mexicali con aguas geotermicas superficiales*. Universidad de Alcalá, Madrid.
- Ramírez-Hernández, J. (2006). *Una visión de la problemática ambiental de Mexicali y su valle: Elementos para su gestión*. UABC.
- Secretaría de Economía. (2001). NMX-AA-051-SCFI-2001 Análisis de agua—Determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas—Método de prueba. Recuperado el 10 de septiembre de 2019, de <https://agua.org.mx/biblioteca/nmx-aa-051-scfi-2001-analisis-de-agua-determinacion-de-metales-por-absorcion-atomica-en-aguas-naturales-potables-residuales-y-residuales-tratadas-metodo-de-prueba/>

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Operaciones Tecnológicas. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

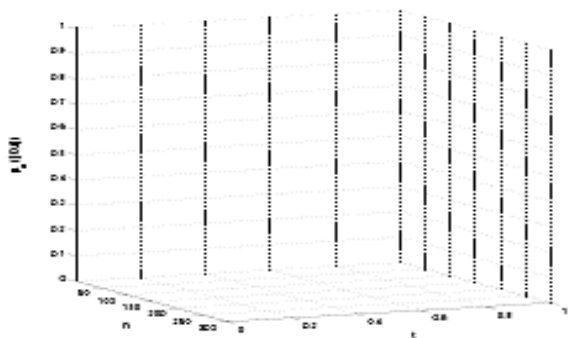


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

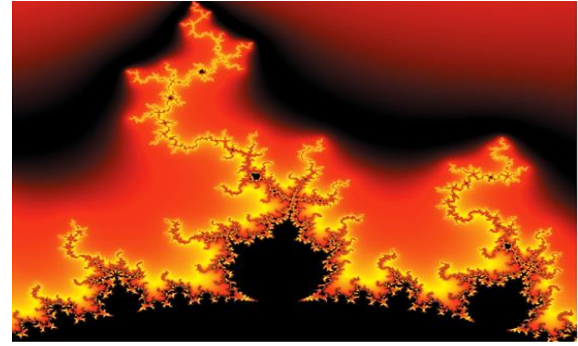


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Operaciones Tecnológicas se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Operaciones Tecnológicas emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Operaciones Tecnológicas, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

BARRERO-ROSALES, José Luis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán

Revista de Operaciones Tecnológicas

"Propuestas para la mejora continua del área de producción de una empresa productora de carne de cerdo, mediante herramientas de manufactura esbelta"

CONANT-PABLOS, Marco Antonio, FORNÉS-RIVERA, René Daniel, CANO-CARRASCO, Adolfo y SÁNCHEZ-OSUNA, Adrián

Instituto Tecnológico de Sonora

"Alcances de la regulación de los activos virtuales en México"

GUTIÉRREZ-RANGEL, Héctor Fabián, ESPINOSA-MOSQUEDA, Rafael y MORA-OLIVARES, Enrique

Universidad de Guanajuato

"Implementación de la manufactura esbelta en una línea de arneses eléctricos automotrices"

CANO-CARRASCO, Adolfo, VÁSQUEZ-TORRES, María del Carmen, GONZÁLEZ-VALENZUELA, Elizabeth y BELLIZIA-GUZMÁN, Héctor

Instituto Tecnológico de Sonora

"Evolución química del agua subterránea a través del acuífero del Valle de Mexicali"

GÓMEZ-PUENTES, Francisco Javier, REYES-LÓPEZ, Jaime Alonso y AMADO-MORENO, María Guadalupe

Instituto Tecnológico de Mexicali

Universidad Autónoma de Baja California

