

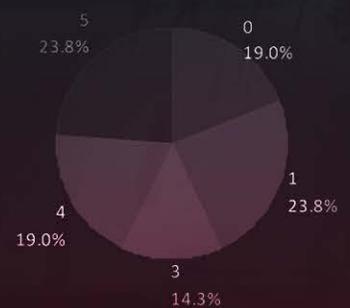
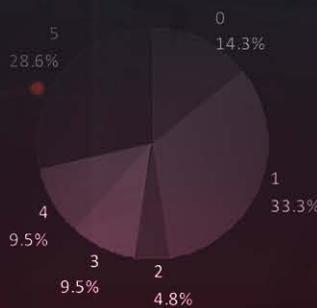
# UTGJ THEOREMA

## REVISTA CIENTÍFICA

EDICIÓN ESPECIAL /  
/ DICIEMBRE 2021

# 17

Eje Z Eje Y Velocidad Presion  
SOP INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. JUAREZ



ISSN: 2448-7007





**UTeJ THEOREMA**  
Revista Científica

<https://utcjtheorema.wixsite.com>

# DIRECTORIO

## GOBIERNO DEL ESTADO

**Mtra. María Eugenia Campos Galván**  
Gobernador Constitucional del Estado de Chihuahua

**Lic. Javier González Mocken**  
Secretario de Educación y Deporte

## SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

**Dr. Herminio Baltazar Cisneros**  
Director General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ

**Lic. Carlos Ernesto Ortiz Villegas**  
Rector

**Lic. Francisco Javier Reza Pacheco**  
Abogado General

**Mtro. Édgar Omar Lara Enríquez**  
Secretario Académico

**Lic. Adrián García Castro**  
Director de Vinculación

**M.E.R. José Luis Peinado Martínez**  
Director de la Carrera de Mecatrónica y Energías Renovables

**M.A.N.I. Javier Zepeda Miranda**  
Director de la Carrera de Logística Internacional

**M.E. Ricardo Pérez Santellana**  
Director de las Carreras de Mantenimiento Industrial y Nanotecnología

**Ing. Olga Lidia Maldonado Arrieta**  
Encargada de las Carreras Financiera y Fiscal, Innovación de Negocios y Mercadotecnia

**M.C. Ana Eréndira Rascón Villanueva**  
Directora de las Carreras Terapia Física y Protección Civil y Emergencias

**Dra. Rosa Elba Corona Cortez**  
Dirección de las Carreras Procesos y Operaciones Industriales, Redes Inteligentes y Ciberseguridad y Desarrollo y Gestión de Software

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**UTCJ THEOREMA REVISTA CIENTÍFICA**

Edición No. 17 especial, diciembre 2021

📍 Av. Universidad Tecnológica No. 3051

Col. Lote Bravo II

C.P. 32695

Ciudad Juárez, Chihuahua

☎ Teléfono (656) 649 0600 Ext. 3870

## CONSEJO TÉCNICO

**M.C. Consuelo Catalina Fernández Gaxiola**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Presidente del Consejo Técnico

**Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín**

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (SNI I)

Director de Obra

**Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina**

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

**Dra. Lucía Monserrat Pérez Navarro**

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición

**Dra. María de los Ángeles López Martínez**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**Dr. Manuel Iván Rodríguez Borbón**

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (SNI I)

**Dra. Esmeralda Cervantes Rendón**

El Colegio de Chihuahua (SNI I)

**Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis**

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

**Dra. Perla Ivette Gómez Zepeda**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**M.I.I. David Oliver Pérez Olguín**

Instituto Tecnológico de Los Mochis

**M.C. Miriam Margarita Ruiz Sánchez**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**M.A. Luis Alonso De Santiago Romero**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**M.C.S.P. Alfredo Alfonso Cabel Acevedo**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**Dr. César David Fierro Ruiz**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (SNI C)

**Dra. Vanessa Alderete Acosta**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

**Dr. Sergio David Villalobos Acosta**

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

## CONSEJO EDITORIAL

**Lic. María Teresa Álvarez Esparza**

Subdirectora de Extensión Universitaria

**Mtro. Ricardo Antonio Yáñez Félix**

Jefe del Departamento de Editorial

**Lic. Idalí Meléndez Domínguez**

Jefe del Departamento de Prensa y Difusión

**Lic. José Castro Castruita**

Coordinador editorial y diseñador gráfico

**Lic. Rocío Alejandra Soto Torrez**

Diseñadora gráfica

# CONTENIDO

<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #1</b> ..... 08	<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #7</b> ..... 82
<b>El error humano y su impacto en la función de mantenimiento Industrial</b>	<b>Caracterización de proceso de rolado de resorte para la aplicación comercial y doméstica</b>
Alfonso Aldape Alamillo, Lizette Alvarado Tarango, Francisco Zorrilla Briones, Manuel Alonso Rodríguez Morachis e Inocente Yuliana Meléndez Pastrana	Trinidad Espinoza Quintero y Francisco Zorrilla Briones
<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #2</b> ..... 14	<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #8</b> ..... 88
<b>Elaboración de mejoras del servicio de una IES con enfoque “despliegue de calidad”</b>	<b>Los estilos de liderazgo y la administración de proyectos de manufactura</b>
Lizette Alvarado Tarango, Jorge Adolfo Pinto Santos, Luz Elena Tarango Hernández, Luz Elena Terrazas Mata y Francisco Zorrilla Briones	Francisco Zorrilla Briones, Alfonso Aldape Alamillo, Manuel Alonso Rodríguez Morachis y Juan Manuel Bernal Ontiveros
<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #3</b> ..... 20	<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #9</b> ..... 96
<b>Efectos de las estrategias de reducción de costos en el diseño del producto en una empresa del ramo automotriz</b>	<b>Reducción del tiempo de ciclo en el proceso de validación de computadoras en el laboratorio de calidad usando el enfoque de sistemas</b>
Gilda Felicia Aguirre Baca y Manuel Alonso Rodríguez Morachis	Luz Elena Tarango Hernandez, Diego Sandoval Chávez, Lizette Alvarado Tarango y Sayra Manely Viaña Arreola
<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #4</b> ..... 26	<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #10</b> ..... 102
<b>Estrategias didácticas para minizar los índices de reprobación-deserción en el área de ciencia básicas del TECN-Campus Cd. Juárez</b>	<b>El entorno del VPH Factores de adquisición y prevención</b>
José Alanís Villaseñor, Geovana Jadai Chávez Moreno, Ashly Michelle López Retana, Elisa Martínez Gausin, José Luis Requenes Ruiz y Anselmo Meza Galván	Alejandra Flores Sánchez, Perla Ivette Gómez Zepeda, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina y Laura Cinthia Álvarez Gutiérrez
<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #5</b> ..... 32	<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #11</b> ..... 106
<b>Indicadores de Logística inversa en PYMES de Maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua</b>	<b>Implementación de manufactura esbelta en un proceso de troquelado para la aplicación de terminales</b>
Perla Ivette Gómez Zepeda, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Alejandra Flores Sánchez, Manuel Alonso Rodríguez Morachis, José Luis Anaya Carrasco y Luis Jesús Alamilla Ocaña	Edwin Ernesto Espinoza Hernández y Luz Elena Terrazas Mata
<b>+ ARTÍCULO ARBITRADO #6</b> ..... 38	<b>MANUAL DE ESTILO</b> ..... 112
<b>Redes Bayesianas Aplicadas a sistemas de transporte urbano: Un caso semihipotético</b>	
Luz Angélica Aguilar Chávez, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina, Jorge Luis García Alcaraz, Rafael Eduardo Poblano Ojinaga y Roberto Díaz Reza	

# UTCJ THEOREMA

## Revista Científica

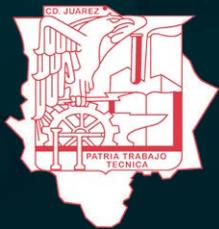
Diciembre  
**2021**

**No. 17**

**UTCJ THEOREMA REVISTA CIENTÍFICA**

Año 7, No. 17, es una publicación semestral, diciembre 2021, editada por la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Avenida Universidad Tecnológica #3051, Col. Lote Bravo II, C.P. 32695, Tel. (656) 649 0604, [www.utcj.edu.mx](http://www.utcj.edu.mx). Editor responsable: José Castro Castruita. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-061713532700-203, ISSN: 2448-7007, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Coordinación Editorial, L.D.G. José Castro Castruita. Avenida Universidad Tecnológica #3051, Col. Lote Bravo II, C.P. 32695, fecha de la última modificación 13 de febrero de 2022.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.



TEC. DE  
JUÁREZ  
Forjando el futuro...

# Editorial



## *Semblanza de la Dra. Gabriela Aldape García*

Gabriela Aldape García<sup>†</sup> nació en Cd. Juárez, Chihuahua, el día 20 del mes de marzo de 1967, hija de la señora Guadalupe García García y el señor Alfonso Aldape Alamillo.

En su ciudad natal cursó los estudios básicos: En el jardín "Cri Cri"; la Escuela Primaria Abraham González y la secundaria en la Estatal No. 2. El bachillerato en la Preparatoria del Chamizal.

A mediados de sus estudios de primaria, acompañó a sus padres y sus dos hermanas a la ciudad de Rolla, Missouri, USA, donde su padre cursaría un programa de maestría en Engineering Management.

Al término del bachillerato realizó trámites para ingresar a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Guadalajara; donde efectuó residencias en varias localidades del país y en un hospital en Costa Rica. Obtuvo su título en 1989, en la Generación Dra. Ma. Celina Preciado Limas 1985-1989.

Su primer desempeño como médico fue dar servicio médico a personal de un grupo de empresas maquiladoras. En 1990 una de esas empresas le ofreció un puesto permanente para que se hiciera cargo de las funciones del Consultorio Médico y de Higiene y Seguridad Industrial. Funciones que ejerció hasta el cierre de la empresa.

En el año 1991 nació su hijo Rubén, a quien inculcó el hábito del estudio y el de buscar constantemente la superación personal y profesional. Actualmente es egresado de la New Mexico State University donde cursó la carrera de Economía con un semestre en la Uniwersytet Wroclawsk en Polonia.

En el 2011, fue invitada por el director del ITCJ a fungir como coordinadora del proyecto de la recién formada revista CATHEDRA. Trabajando en colaboración con el cuerpo editorial de la revista, formó un cuerpo arbitral interno, sirviendo como intermediaria, entre los interesados en publicar en la revista y los árbitros para procesar los artículos del personal de ITCJ, antes de ser enviados a Academia Journals para su arbitraje final.

Viendo la amplia experiencia de la doctora, el director la quita de las funciones que ejercía para Cathedra, y la invita a hacerse cargo del Consultorio Médico del Campus II y funciones de Higiene y Seguridad Industrial. Sin embargo, por su cuenta y en su propio tiempo siguió apoyando a CATHEDRA.

Superándose continuamente, llevó tres cursos de latín en la UACJ. Creía en el poder de las palabras expresadas en forma oral o escrita. Decía que conocer la lengua latina le permitiría comprender mejor la gramática y raíces etimológicas de la lengua española, aumentar su conocimiento de la medicina, donde muchas palabras se expresan en latín.

Siempre estuvo muy interesada por los problemas per-

sonales o académicos de los estudiantes, docentes y personal de apoyo. Propició a que los docentes y personal del Campus II, al mencionar el nombre de un estudiante antepusieran el título que lograrían: Ing. Pérez, Licenciada Mayorga: decía que eso elevaría la autoestima y motivación.

En el 2014, cambiaron sus funciones al Campus I, con gran descontento de la gente del Campus II. Estuvo desempeñándose como médico en el Campus I, hasta su fallecimiento en abril del 2021. Sus dos querencias en el ITCJ fueron CATHEDRA y el Campus II.

Concluimos esta semblanza, con la carta que la Dra. Gabriela Aldape García envió, en el 2014, a los alumnos del octavo semestre del Campus II cuando fue cambiada al Campus I:

### ***Para los licenciados e ingenieros de 8vo semestre campus II***

*¡Holaaaaaaa! No crean que no nos acordamos de uds. este semestre iniciamos con un montoncito de alumnos inquietos, pero con mucha tenacidad ausentes de nuestras aulas, teniendo que migrar al Campus I para terminar su formación y alcanzar uno de sus tantos objetivos de vida.*

*A decir verdad, nos dio un poco de tristeza el saber que no podríamos recorrer la última parte de este camino a su lado, pero tengan la seguridad que ahí estaremos con el anhelo de que nuestros alumnos salgan adelante con ese impulso con el que día a día los levantaba para recorrer ese largo camino al campus para alcanzar su meta.*

*Jóvenes, siéntanse orgullosos de todo este camino recorrido y gracias por permitirnos formar parte de ello.*

*¡¡¡Nos vemos en la graduación!!!*

Atte:

*Con cariño hoy y siempre, **La Dra. Gabriela Aldape.***

*Sapientia Ducet Ad Astra*

# EL ERROR HUMANO Y SU IMPACTO EN LA FUNCIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Artículo arbitrado 01

Edición 17

Alfonso Aldape Alamillo<sup>1</sup>, Lizette Alvarado Tarango<sup>2</sup>, Francisco Zorrilla Briones<sup>3</sup>, Manuel Alonso Rodríguez Morachis<sup>4</sup> e Inocente Yuliana Meléndez Pastrana<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Tecnológico Nacional de México/  
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez  
Ave. Tecnológico No. 1340, Fracc. El Crucero  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32500.

aaldape@itcj.edu.mx



Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Octubre 27, 2021.

Aceptado: Noviembre 3, 2021.

**Resumen:** En los últimos 50 años se ha tenido un gran desarrollo tecnológico. Como beneficio inmediato, hoy día se dispone de un arsenal de herramientas tecnológicas que facilitan los quehaceres diarios, consiguiendo transformar los hábitos de vida y de trabajo. De tal modo que a muchas personas podría parecerles terrible la vida sin ellas, automóvil, refrigerador o medios de transporte más rápidos, pueden ser ejemplos de este fenómeno. Esta revolución tecnológica ha permitido la realización de procesos productivos cada vez con mayor exactitud y confiabilidad, lo que ha llevado a creer erróneamente, que las herramientas sustituirían algún día al hombre.

Sin embargo, al día de hoy, en la mayoría de estos procesos en los que se insertan herramientas tecnológicas, las acciones humanas siguen siendo imprescindibles: Tanto al rallar una zanahoria con un procesador de cocina, como en el manejo de una central nuclear, siguen siendo necesarios actos tales como apretar un determinado botón, vigilar, atender a una señal sonora o leer visores. En este artículo se presentan varias consideraciones para entender la interacción entre persona y tecnología. En la actualidad, a medida que se cuenta con herramientas y medios más poderosos, se hacen más necesarios y urgentes los esfuerzos por entender en qué circunstancias y por qué se puede presentar el error humano, con el fin de prevenirlo.

+ **Palabras clave:** *Error humano, mantenimiento, tecnología, interacción.*

**Abstract:** In the last 50 years there has been a great technological development. As an immediate benefit, today there is an arsenal of technological tools that facilitate daily chores, managing to transform life and work habits. In such a way that many people might find life terrible without them, car, refrigerator or faster means of transport, they can be examples of this phenomenon. This technological revolution has allowed the realization of production processes with increasing accuracy and reliability, which has led to the erroneous belief that tools would one day replace man. However, to this day, in most of these processes in which technological tools are inserted, human actions are still essential: Both when grating a carrot with a kitchen processor, and in the management of a nuclear power plant, acts such as pressing a certain button, monitoring, attending to an audible signal or reading viewers are still necessary. This article presents several considerations for understanding the interaction between person and technology. Today, as more powerful tools and means become available, efforts to understand under what circumstances and why human error can occur in order to prevent it become more necessary and urgent.

+ **Keywords:** *Human error, maintenance, technology, interaction.*

## Introducción

En la actualidad, a medida que se cuenta con herramientas y medios tecnológicos más poderosos, se hacen más necesarios y urgentes los esfuerzos por entender en qué circunstancias y por qué se puede presentar el error humano, con el fin de prevenirlo. No son iguales las consecuencias de un error al conducir un coche a 50 km/h que a 200 km/h. En este sentido, los informes de la comunidad económica europea muestran que la amenaza de catástrofes de origen tecnológico está firmemente presente en nuestra sociedad (Lechat, 1986). Esta situación viene determinada por el hecho de que los seres humanos trabajan cotidianamente en sistemas complejos como plantas nucleares, salas de control, aviones entre otros sistemas en los que sus características internas que, Funke (1995), las describió como: opacidad, presencia de múltiples metas, complejidad, desarrollo dinámico, interrelación entre elementos y efectos a tiempo demorado, aunadas a la urgencia de decisiones en momentos críticos impiden, por un lado, la generación de soluciones rápidas mediante mecanismos cognitivos simples ante situaciones de emergencia (usando el sentido común, por ejemplo) y por otro lado, la visión global y el control real del proceso por parte de los operadores.

La interacción del ser humano con los artefactos y muy especialmente con los sistemas complejos, no es fácil; de hecho, se estima que el error humano es la causa primaria del 60-70% de los accidentes e incidentes que tienen lugar en estos sistemas (Wickens, 1992). El análisis del error humano y de la confiabilidad de sus actos, es un tema de gran complejidad, en el que conviene tener presente que el ser humano actúa siempre bajo la influencia de un gran número de variables: Personales, organizacionales, situacionales y/o ambientales, que a menudo imposibilitan la determinación definitiva de las causas del error (Sebastián, 2002).

## Marco de referencia

### *Elementos del Error Humano*

La complejidad del comportamiento humano, ante la cantidad y diversidad de variables a tener en cuenta, hace que la cuestión de cómo prevenir el error se complique a medida que se profundiza en su análisis, de modo que aún no se tiene un modelo científico integrador que, abarcando todos los elementos importantes, nos dé una explicación completa. Existen, eso sí, respuestas parciales a través de modelos que a lo largo de la historia han enfatizado algunas variables importantes en detrimento de otras, según las corrientes científicas de las que forman parte.

Sin atender a un modelo concreto, podemos afirmar que entender el error del factor humano es entender una complejidad de elementos interrelacionados, entre los que se encuentran: 1) Los procesos mentales, 2) Los factores organizacionales, 3) Los factores fisiológicos, 4) Los factores personales, 5) Los estados transitorios de ansiedad, fatiga, estrés, etc., 6) El nivel de rutina y monotonía de la tarea y 7) La cuestionable necesidad de “desvío” de las normas.

Simplificando, se podría decir que esta multitud de elementos se interpone entre las normas que se establecen para evitar el riesgo y los comportamientos que, en última instancia, realizan las personas, de modo que hablar hoy de prevención del error humano y sus consecuencias es hablar del esfuerzo, por diversos medios, de tender puentes entre las normas y los comportamientos.

Es propio del ser humano equivocarse, como expresa el dicho latino “errare humanum est” y, como dijera Tagore (2020), celebre poeta y filósofo hindú, “*Si cerráis la puerta a todos los errores, también la verdad se quedará fuera*”, es decir, si los errores forman parte de la naturaleza humana entonces sólo queda aprender de ellos desde la comprensión de cuándo y por qué el ser humano es falible. De hecho, desde la comprensión de la naturaleza humana y desde la multiplicidad de variables implicadas en los errores, las investigaciones no avalan los mitos del trabajo perfecto y del castigo (si se trabaja duro, no habrá errores y el resultado será perfecto; si se castiga a los que cometen errores, se esforzará en trabajar duro para no cometerlos y el trabajo será perfecto).

### *¿Qué es un error humano?*

El temor al error humano está en el origen de multitud de accidentes y es, por lo tanto, un elemento clave a evitar. No obstante, hemos de familiarizarnos con la versatilidad del error para aparecer en los lugares más inesperados de las situaciones laborales, pues sólo conociendo la explicación de porqué erramos encontraremos el camino para solucionarlo.

Orlady (2014), menciona que, de modo general, los factores causales de las pérdidas en aviación pueden clasificarse según Heino Caesar (1988), responsable de operaciones de vuelo de las líneas aéreas alemanas Lufthansa en 1988, en: factores humanos (76%), factores técnicos (11%) y factores medioambientales (13%).

Otro ejemplo paradigmático de la presencia del error humano está en las estadísticas de un estudio realizado por la NASA (1993), donde se reveló que, en la aviación, más del 60% de los incidentes tienen su origen en la fase de operaciones antes del vuelo. Estos incidentes estaban relacionados con la presión temporal percibida; fenómeno conocido como The hurry-up syndrom. Así mismo, una carga excesiva de trabajo estaba relacionada con el 80% de los casos de accidente o incidente resultantes de un error de la tripulación.

Desde una visión tradicional, se entiende por fallo humano al origen o desencadenante de un accidente relacionado con el hecho de que la persona que esté al frente de la actividad haya cometido alguna distracción o imprudencia en el desempeño de las funciones que tiene asignadas, sin mediar causa alguna de tipo técnico. Esta definición contiene dos errores fundamentales y está, a día de hoy, ampliamente superada. Por una parte, se basa en una obsoleta diferenciación entre error técnico y error humano y, por otra parte, concibe el error como resultado sólo de la persona que supone el último eslabón de la cadena productiva.

Como definición (entre muchas otras) de fallo o error humano podemos destacar la elaborada por Sanders y McCormick (1993, pág. 675), “Una inapropiada y no deseada decisión o conducta humana que reduce o tiene el potencial de reducir la efectividad, la seguridad o el rendimiento del sistema”.

Desde este postulado, podemos destacar los aspectos siguientes:

- **Potencialidad:** Una acción no tiene que resultar en una degradación del rendimiento del sistema o en efectos no deseados para ser considerada como error; es suficiente con que provoque (desencadene) esos efectos en el futuro.
- **Actores:** El error humano es cometido por: operadores, diseñadores, supervisores, directores, personal de mantenimiento.
- **Consecuencias:** El error es definido en términos de efectos no deseados sobre la efectividad, la seguridad o el rendimiento.
- **Origen:** Los efectos son “activados” por conductas inapropiadas y no deseadas; cabría hacer aquí un ejercicio de reflexión sobre si un desvío habitual de una norma que fuese necesario para efectuar una tarea y que es compartido por el equipo de trabajo (una conducta inapropiada pero deseada por compañeros y/o mandos), supone un fallo humano o es una perversión del sistema organizativo (una norma implícita); estas transgresiones en las prácticas, procedimientos o estándares (a veces obligadas por mandos y/o compañeros del operador) son determinadas frecuentemente por protocolos de actuación imposibles de cumplir y es un mal generalizado en los procesos de trabajo complejos (para una visión del tratamiento de los desvíos de las normas (Aslanides, Jollans y Amalberti, 2006).

## Metodología

Primero se hizo un análisis del impacto que tiene el error humano en la seguridad y desempeño del trabajador.

El error humano en el mantenimiento puede impactar en seguridad y desempeño en diferentes formas, reparaciones inadecuadas, por ejemplo, pueden incrementar la cantidad de interrupciones los cuales a su vez pueden incrementar los riesgos asociados a las fallas de los equipos y accidentes personales. Numerosas investigaciones han mostrado que más del 50% de todos los equipos fallan prematuramente después de que un trabajo de mantenimiento ha sido efectuado en ellos. En los casos más embarazosos, el trabajo de mantenimiento realizado fue pensado con el fin de prevenir las fallas que posteriormente ocurrieron.

El mantenimiento tiene una relevancia importante dentro del desempeño de la industria. Donde quiera que una máquina se detiene debido a una interrupción, o por una rutina de mantenimiento esencial, se incurre en un costo. El costo puede ser tan simple como el costo del trabajo de mantenimiento y el costo de cualquier material, o pudiera ser más grande si la interrupción detiene significativamente la producción.

Un operador del mantenimiento, motivado adecuadamente, bien entrenado, bajo ninguna presión de tiempo, con la información correcta, y trabajando con el equipo que se ha diseñado para hacer el mantenimiento más amistoso, seguramente completará todo el trabajo de mantenimiento especificado a un mayor nivel. Sin embargo, entre menos de estos requisitos se cumplan, menos probable será que el trabajo de mantenimiento recibirá la atención deseada, por lo que desviaciones en los métodos del trabajo llegarán a ser cada vez más frecuentes. Como resultado de esto, el equipo puede ser mantenido en mal estado causando pérdidas de confiabilidad y disponibilidad provocando daño directo a la empresa. Alternadamente, estas consecuencias pueden aumentar los riesgos de seguridad tanto en el personal de mantenimiento como en el resto de los empleados y público en general.

Como con la mayoría de los tipos de trabajo, el alcance para el error humano en operaciones del mantenimiento es extenso. Éstos pueden abarcar desde distracciones repentinas y olvidos de verificaciones importantes hasta desviaciones con conocimiento de procedimientos de trabajo con el fin de ahorrar tiempo o conseguir que el trabajo sea efectuado en circunstancias inesperadas. Algunos tipos de error humano pueden ser tan frecuentes que casi se convierten en una práctica aceptada. Por ejemplo, los encargados de mantenimiento pueden tener el hábito de omitir chequeos finales durante un procedimiento del mantenimiento general.

Otras formas de error humano pueden ocurrir, raramente, durante circunstancias excepcionales. Por ejemplo, los equipos de mantenimiento pueden mal diagnosticar la causa de una falla nueva. Hay por lo tanto un número de factores que influyen el comportamiento de los equipos de mantenimiento y la probabilidad del error humano, Mason y Rushworth (1992). Por lo tanto, el error humano necesita ser considerado en términos de su efecto sobre la seguridad, así como también en términos de su efecto sobre daños a la empresa o los equipos.

Para que estos efectos aparezcan como un mecanismo detonado por el error humano es necesario considerar las fallas, es decir, la falla es el eslabón intermedio entre un error humano y sus consecuencias.

Segundo, se buscó identificar los Tipos y Causas de Fallas producidas por el error humano. Aquí se define una falla como la disminución

o pérdida de la función del componente con respecto a las necesidades de operación que se requieren para un momento determinado. Es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Esta condición puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa. Existen dos tipos de falla, las cuales son explicadas a continuación:

- **Falla funcional:** Es aquella que impide al sistema en su conjunto cumplir su función principal, es decir, es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Por ejemplo, un equipo deja de funcionar totalmente.
- **Fallas Parciales (Potenciales):** Se definen como las condiciones físicas identificables que indican que va a ocurrir una falla funcional. Éstas fallas están por encima o por debajo de los parámetros identificados para cada función. Por ejemplo, el elemento no cumple un estándar o parámetro establecido de su servicio.

Las causas de cualquier falla pueden ubicarse en una de estas siete categorías: Defectos de diseño, Defectos de materiales, Manufactura o procesos de fabricación defectuosos, Ensamblaje o instalación defectuosos, Imprevisión en las condiciones de servicio, Mantenimiento deficiente, Malas prácticas de operación. Para identificar y analizar las fallas, se requiere de un profundo conocimiento del sistema, las operaciones, el personal y los métodos de trabajo, por lo tanto, es el resultado de un trabajo en equipo.

## Resultados

Analizando la documentación en Revisas, se concluye que la posibilidad de ocurrencia de un evento en función del número de veces que ha ocurrido para un equipo o familia de equipos en un periodo específico, puede ser utilizada para el desarrollo de un modelo de fallas. La representación gráfica de la probabilidad condicional de falla contra la vida útil de los equipos da origen a diferentes modelos de fallas Moubray, (1997) que serán representativos para una gran variedad de equipos eléctricos y mecánicos.

Los nuevos avances tecnológicos, han causado que el enfoque probabilístico inicial sobre los Patrones de Fallo cambie. Las nuevas investigaciones están cambiando muchas de las tradicionales creencias sobre la relación existente en una máquina entre el envejecimiento y el fallo. En particular, se ha demostrado que para muchos equipos existe muy poca relación entre el tiempo de operación y la probabilidad de fallo.

El enfoque inicial del mantenimiento suponía que la probabilidad de que una máquina falle aumenta según el tiempo de operación, siendo mayor la probabilidad de fallo en la “vejez” de la máquina (Patrón de fallo A en la Figura 1).

La segunda generación de mantenimiento introdujo el concepto de “mortalidad infantil”. De esta forma la tasa de fallos de una máquina puede ser representada con una curva de bañera, existiendo, por tanto, más probabilidad de fallo durante el principio y el final de su vida útil (Patrón de fallo B en la Figura 1).

Sin embargo, en el mantenimiento actual se ha demostrado que podemos definir seis patrones diferentes de tasa de fallos, según el tipo de máquina que estemos utilizando. Tener en cuenta el patrón al que se ajusta cada elemento es fundamental si se quiere conseguir una óptima planificación del mantenimiento. Debemos estar seguros de que el mantenimiento que ha sido planificado es el adecuado, ya que de nada sirve realizar el trabajo planificado de manera correcta, si éste no es el más adecuado.

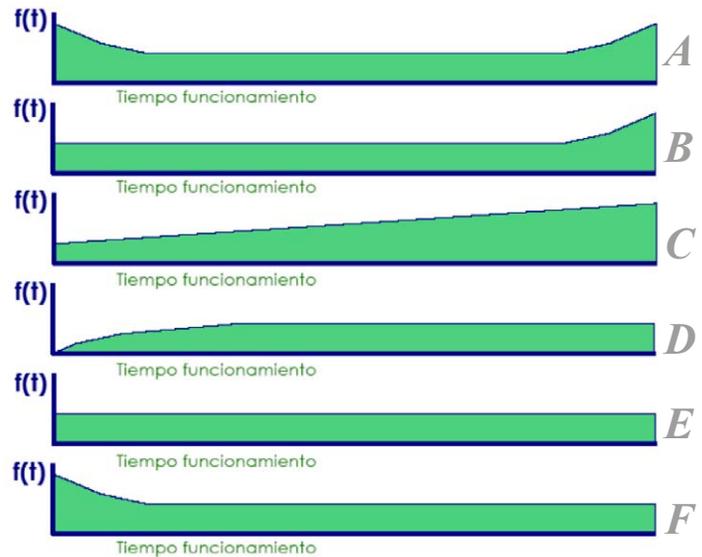


Figura 1. Patrones de fallo.

Fuente: RCM (2014).

Para los patrones de fallo “A”, “B” y “C”, la probabilidad de fallo aumenta con la edad hasta alcanzar un punto en el que es conveniente reemplazar el componente antes de que falle y así reducir su probabilidad de fallo. En el caso de los componentes que presentan una probabilidad de fallo del “modelo E”, reemplazar el componente no mejorará en ningún caso su fiabilidad, ya que el nuevo elemento tendrá la misma probabilidad de fallo que el antiguo.

Si el patrón de fallo al que se ajusta el componente es el “F”, reemplazar el elemento a intervalos fijos por un componente nuevo, no sólo no mejorará la fiabilidad, sino que aumentará la probabilidad de fallo, ya que en la “infancia” presenta más mortalidad que en la vejez.

En la Figura 1, se observa que más del 50% de los componentes presentan fallos en la “infancia”. Esto quiere decir que cada vez que se repara o reemplaza un equipo, las posibilidades de fallo prematuro debido a esa operación de mantenimiento son muy elevadas.

Alguna de las posibles explicaciones que se pueden dar a este hecho, son: Errores humanos. Errores del sistema. Errores de diseño. Errores de piezas.

Reason (1997), ha compilado una tabla que resume los resultados de tres encuestas - dos realizadas por el instituto de Operaciones de Energía Atómica (INPO) en los EE.UU., y una del Instituto de Investigación Central para la Industria de la Corriente Eléctrica (CRIEPI) en Japón.

En los tres de estos estudios, más de la mitad de todos los problemas de funcionamiento identificados fueron asociadas a actividades de mantenimiento, calibración y pruebas.

En la comparación, en promedio, solamente 16% de los problemas ocurrieron mientras estas centrales eléctricas funcionaban bajo condiciones normales. Reason también tabuló los resultados del estudio de la compañía Boeing los cuales indicaron las siete causas más importantes de fallas de motor en aviones Boeing, encontrando lo siguiente: 1) Instalación incompleta (33%), 2) Dañado en la instalación (14.5%), 3) Instalación incorrecta (11%), 4) Equipo no instalado o falta (11%), 5) Daño por objeto extraño (6.5%), 6) Aislamiento incorrecto de fallas, inspección, prueba (6%) y 7) Equipo no activado o no desactivado (4%).

De la información anterior se puede concluir, que solamente una de estas causas no estaba relacionada con las actividades del mantenimiento, y además que las actividades de mantenimiento contribuyeron por lo menos con 80% de todo el accidente.

Si el mantenimiento de mala calidad causa demasiados incidentes en industrias altamente reguladas y peligrosas tales como plantas de generación de energía atómica o en la aviación civil, ¿qué deberíamos de considerar para reducir este problema? Deberíamos de comenzar por lo siguiente: Admitir que el error humano es inevitable. Utilizar las herramientas apropiadas, y Trabajar para mejorar la calidad

Debe ser fácilmente evidente que las soluciones para tratar error humano en mantenimiento serán muy diferentes para diversos tipos de error. Los errores se pueden considerar ampliamente en términos de los tres tipos siguientes Reason (2003): Distracciones y Lapsos, Equivocaciones, Violaciones.

**a. Factores de Error.** En el enfoque tradicional de la ingeniería, cuando se trata del error en el mantenimiento, la mayoría de los ingenieros tienden a pensar a lo largo de dos líneas: o disciplinar a los individuos implicados, y/o escribir una nueva instrucción o procedimiento de trabajo para cerciorarse que esto no pase otra vez. Desafortunadamente, las investigaciones y la experiencia reciente de los psicólogos del comportamiento indica que ni unos ni otros de estos enfoques son acertados en la eliminación de error en mantenimiento. El trabajo realizado por Reason y Hobbs (2003), explica por qué las actividades del mantenimiento pueden ser particularmente tendientes a provocar el error, discuten particularmente la inutilidad de intentar cambiar la condición humana, cuando el modo más eficaz de manejar el error del mantenimiento es tratar los errores como algo normal, esperado, y como un aspecto previsible del trabajo de mantenimiento, por lo tanto, manejar el error del mantenimiento cambiando las condiciones bajo las cuales se realiza esta actividad.

Reason y Hobbs (2003), también identificaron un número de factores fisiológicos y psicológicos que contribuyen a la inevitabilidad del error humano. Éstos incluyen:

- Diferencias entre las capacidades de nuestra memoria de largo plazo y nuestro espacio de trabajo consciente, en particular, lo que llamamos la “atención”, la cual está ligada de cerca a las actividades del

espacio de trabajo consciente. El espacio de trabajo consciente ha limitado extremadamente capacidades de la memoria incluyendo:

- Limitación de la atención, lo cual afecta sus características: 1) Selectivas - podemos atender solamente una proporción muy pequeña de los datos sensoriales disponibles totales que recibimos, 2) Cosas sin relación pueden capturar la atención, 3) El enfoque o concentración es duro de mantener.
- Disminución de la vigilancia - entre más tiempo han estado realizando la inspección, es más común que los inspectores fallen el detectar fallas obvias.
- El impacto de la fatiga - esto podría ser debido a: 1) Efectos de la hora del día - nuestros ritmos diarios se aseguran de que seamos más propensos a cometer errores en las primeras horas de la mañana, o bien; 2) Estrés - físico, social, drogas, ritmo de trabajo, factores personales, 3) Trastornos del sueño.
- Desviaciones en el pensamiento y la toma de decisiones. En particular estamos sujetos a: 1) Confirmación de la desviación - Cuando buscamos la información que confirma nuestra desviación inicial, y a menudo incorrecta, de un problema, y 2) Toma de decisión emocional si una situación nos mantiene frustrados, entonces tendemos a trasladarnos a modo “agresivo”, el cual nubla a menudo nuestro mejor juicio.

**b. Tipos de errores** - Como resultado de esos factores contribuyentes, los tipos de errores que ocurran más frecuentes en el mantenimiento incluyen.

- Fallas de reconocimiento por identificación errónea de o de objetos, de señales y de mensajes, y/o ausencia de detección del estado de los problemas.

- Fallas de la memoria - esto incluye: Fallas de entrada - atención insuficiente a un artículo que debe ser recordado. Falla del almacenaje - el material recordado decae o sufre interferencia. Lo más común en mantenimiento es el problema de olvidar la intención de hacer algo; ¿Falla de Salida? - cosas que sabemos, pero que no pueden ser recordadas en el tiempo requerido - “cuál es su nombre?” experiencia.

- Omisiones seguidas de una interrupción - Se une una secuencia de acciones habiendo omitido ciertos pasos requeridos.

- Salidas prematuras - Se termina un trabajo antes de que todas las acciones estén completas.

- Deslices basados en las habilidades. Asociado generalmente a rutinas “automáticas”, éstos pueden incluir: Errores de ramificación - tales como preponerse conducir al campo de golf en un fin de semana, pero falla en la salida que lo llevaría al campo, y continua hacia la oficina como cualquier día de la semana. Errores del Sobrecarga - preponiéndose parar en las tiendas en el camino de regreso al hogar, pero olvidándolo y continuando a casa sin detenerse.

- Errores basados en las reglas. La mayoría del trabajo de mantenimiento es altamente documentado, y consiste en muchos “reglas”. Éstos pueden ser escritos formalmente, o existir solamente en la cabeza de la gente.

- Los errores basados en las reglas típicos incluyen: La falta de aplicación de una buena regla - usando una regla en una situación donde no es apropiado. Aplicando una mala regla - la regla puede conseguir que el trabajo sea hecho en ciertas situaciones, pero puede tener consecuencias indeseadas. Esto es la más común cuando la gente adquiere otros “malos hábitos”.

- Errores basados en el conocimiento. Generalmente esta situación es cuando alguien está realizando una tarea inusual por primera vez. Éstos no necesariamente son cometidos por personal inexperto.

- Las violaciones – actos deliberados los cuales violan procedimientos. Éstos pueden ser: violaciones rutinarias – cometidos con el fin de evitar esfuerzo innecesario, consiguen efectuar el trabajo rápidamente, para demostrar habilidad, o evitar lo que es visto como un procedimiento laborioso e innecesario. Violaciones que buscan impactar- cometidas a menudo con el fin de evitar el aburrimiento, o ganar alabanza de los compañeros. Violaciones Situacionales – Son aquellas cometidas porque no es posible conseguir que el trabajo sea hecho si se adhieren estrictamente a los procedimientos.

## Conclusiones

Pensemos en nuestra propia situación - ¿Nunca hemos cometido un error? Para la mayor parte de nosotros, las consecuencias de nuestros errores son relativamente de menor importancia - pero eso es en gran parte debido a la suerte, y a la situación en que estábamos entonces. El enfoque tradicional a ocuparse del error humano - aconsejando y/o escribiendo un procedimiento - no da las herramientas administrativas necesarias para manejar eficazmente todos los tipos de errores mencionados anteriormente. Necesitamos un enfoque más holístico para el manejo del error del mantenimiento, y asegurar la calidad del mantenimiento.

El impacto del error humano en la calidad del mantenimiento y costos, seguridad y confiabilidad del equipo es enorme. No obstante, apenas estamos comenzando a desarrollar un mejor entendimiento de las razones que ocasionan un error en las actividades del mantenimiento, así como, en el desarrollo de mejores herramientas y técnicas para evitar o para reducir al mínimo las consecuencias de este error. Este ensayo ha intentado mostrar algunos de los últimos resultados sobre este tema.

## Bibliografía

- + Aslanides, M.; Jollans, J.Y. y Amalberti, M. (2006). *Prevención mediante el control de los desvíos a las normas: características y límites del análisis de las violaciones en las investigaciones de accidentes. Primeras Jornadas latinoamericanas de seguridad de vuelo y factores humanos, Aranjuez, España.*
- + Boeing (1994), *Maintenance Error Decision Aid, Seattle: Boeing Commercial Airplane Group.*
- + Funke (1995). *Experimental Research on Complex Problem Solving. En P. Frensch y J. Funke (Eds.), Complex Problem Solving: The European Perspective. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.*
- + Orlandy; Harry, W. (2014). *Human Factors in Multi-Crew Flight Operations,*
- + Lechat, M. (1986). *Planificación y gestión de las catástrofes. Cuadernos de Protección Civil. 2, 26-28.*
- + Mason, S. y Rushworth A.M.(1992). *Human aspects of maintenance, Maintenance, Volume 7, Number 3, September 1992.*
- + Moubray, J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance II, Industrial Press.*
- + NASA (1993). *ASRS (Aviation Safety Reporting System).*
- + Rabindranath Tagore. 2021 proverbios. <https://proverbial.net/autor/frases-de-rabindranath-tagore> Bajado 15 agosto 2021
- + RCM. *Mantenimiento Industrial de Equipo. Bajado de en el 2014 [http://mantenimientoindustrialdeequipos.blogspot.com/p/blog-page\\_20.html](http://mantenimientoindustrialdeequipos.blogspot.com/p/blog-page_20.html)*
- + Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents – Ashgate Publishing*
- + Reason, J. y Hobbs, A. (2003). *Managing Maintenance Error; Ashgate Publishing.*
- + Sanders, M.M. y McCormick, E.J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design (7th Ed.), Nueva York: McGraw-Hill.*
- + Sebastián, M.L. (2002). *Fallo humano: evitando el error. Líneas del Tren, pág. 278.*
- + Tagore Rabindranath (2020). *Recuperado el 8 de marzo de 2020 de <https://www.psicooactiva.com/blog/las-65-mejores-frases-de-rabindranath-tagore/>*
- + Wickens, C.D. (1992). *Engineering psychology and human performance. Nueva York: Harper Collins.*

# ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MEJORA DEL SERVICIO DE UNA IES CON ENFOQUE “DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD” QFD

Artículo arbitrado 02

Edición 17

Lizette Alvarado Tarango<sup>1</sup>, Jorge Adolfo Pinto Santos<sup>2</sup>, Luz Elena Tarango Hernández<sup>3</sup>, Luz Elena Terrazas Mata<sup>4</sup> y Francisco Zorrilla Briones<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> División de Estudios de Posgrado  
e Investigación  
Tecnológico Nacional de México /  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez  
Avenida Tecnológico #1340  
Ciudad Juárez, Chihuahua  
C.P. 32500.

✉  
lalvarado@itcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.  
Recibido en forma revisada: Noviembre 8, 2021.  
Aceptado: Noviembre 11, 2021.

**Resumen:** El Despliegue de Función de Calidad - QFD (Quality Function Deployment), es una técnica poderosa de planificación y desarrollo. El concepto de calidad se ha vuelto muy importante tanto para las empresas manufactureras como de servicios, esta metodología se puede utilizar como herramienta para planificar las actividades de una organización, teniendo en cuenta las necesidades del cliente o usuario. QFD consta de cuatro fases: Planificación del servicio o casa de calidad, requisitos de diseño, planificación del proceso y planificación de operaciones. El objetivo de este trabajo es obtener información que ayude a estructurar la planificación de las actividades de desarrollo de una Institución de Educación Superior - IES, para dar respuesta a las necesidades y expectativas de los usuarios, estableciendo estrategias para la mejora en la prestación del servicio, mediante el uso y la aplicación de la primera fase del QFD.

**+ Palabras clave:** Despliegue de la función calidad, servicios al cliente, Institución de Educación Superior.

**Abstract:** Quality Function Deployment - QFD is a powerful planning and development technique. The concept of quality has become very important for both manufacturing and service companies, this methodology can be used as a tool to plan the activities of an organization, taking into account the needs of the client or user. QFD consists

of four phases: 1st Phase. - Planning of the service or Quality House, 2nd Phase. - Design requirements, 3rd phase. - Planning of the process and 4th Phase. - Operations planning. The objective of this work is to obtain information that helps to structure the planning of the development activities of an Institution of Higher Education - IES, to respond to the needs and expectations of the users, establishing strategies for the improvement in the provision of the service through the use and application of Phase I of the QFD.

+ **Keywords:** *Deployment of the quality function, customer services, Higher Education Institution.*

## Introducción

Las organizaciones educativas, en especial las Instituciones de Educación Superior (IES) combinan la intangibilidad de las especificaciones de sus servicios / resultados y la complejidad de su proceso de elaboración. En los servicios, el usuario o consumidor no compra solamente el productos/servicio para sí mismo, sino por el valor añadido que espera obtener con su uso o consumo, y la mejor forma de preservar la imagen de una organización es darle al usuario la satisfacción de pertenecer a ella. Esta característica no es fácil de entender y preservar, y más difícil en las instituciones educativas gubernamentales. Una filosofía que busca obtener el compromiso global de la organización a través de la participación y una gestión de calidad eficaz para minimizar los errores y satisfacer constantemente a los clientes es la Gestión de la Calidad. Por esta razón, es importante emplear diversos enfoques para investigar y recopilar información entre los clientes, lo que servirá para mantener “informados” a los tomadores de decisiones sobre los patrones de cambio. Estos cambios se llevarán a cabo en las prioridades de servicio al cliente y el desempeño de la empresa.

En este trabajo, el área de oportunidad radica en que el IES no ha implementado ningún mecanismo o procedimiento para evaluar la percepción que los usuarios (estudiantes y / o docentes) tienen sobre el servicio que se ofrece, con este conocimiento se podrían enfocar los recursos hacia la satisfacción del alumnos/cliente, realizar planes de mejora continua, implementar, utilizar y desarrollar métodos y técnicas de evaluación que permitan proponer nuevas estrategias de desarrollo, siendo los usuarios la principal fuente de información.

El objetivo es obtener información que ayude a estructurar la planificación de la mejora del proceso educativo de la IES y que responda a las necesidades y expectativas de los clientes mediante el uso y aplicación de la Fase I del Despliegue de la Función de Calidad (QFD).

La justificación de este proyecto se basa en el hecho de que la aplicación efectiva de esta técnica podría traer consigo todos o algunos de los siguientes beneficios para la IES:

1. Establecer una fuente de información para futuros diseños del servicio prestado.
2. Facilitar la mejora de la calidad del servicio ofrecido a sus alumnos.

3. Incrementar el nivel de satisfacción cliente-usuario, beneficiando el mayor desarrollo y crecimiento de la institución proveedora del servicio.

Aunque no existe una definición única, una que captura la esencia de QFD es: Un sistema para traducir los requisitos del consumidor a los requisitos adecuados de la empresa en cada etapa, desde la investigación y el desarrollo de productos, pasando por la ingeniería y la fabricación, hasta el marketing / ventas y distribución (American Supplier Institute, 1989).

## Conceptos

El QFD se define como “La conversión de las demandas del consumidor en características de calidad y el desarrollo de una calidad de diseño para el producto terminado, a través del despliegue sistemático de relaciones entre demandas y características, comenzando por la calidad de cada componente funcional y extender el despliegue de la calidad a cada parte del proceso” (Escobar et al, 2005). La calidad general del producto se logra a través de la red de relaciones (Yoki Akao, 1990). El proceso se lleva a cabo a través de una serie de matrices, gráficos y los parámetros técnicos relacionados (Figura 1).



Figura 1. La Casa de la Calidad (The House of Quality).

Fuente: Chase et al., (2004).

El Despliegue de la Función Calidad - QFD que es una poderosa herramienta de planeación y desarrollo, y que consta de cuatro fases (Benavides 1990, Evans y Lindsay 2005):

- **Fase I:** Planeación del Servicio o Casa de Calidad.
- **Fase II:** Requerimientos de diseño.
- **Fase III:** Planeación del Proceso.
- **Fase IV:** Planeación de las Operaciones.

En este trabajo solo se lleva a cabo la Fase I, considerándola como la

más importante ya que proporciona información crítica necesaria para observar la relación entre los requisitos que el cliente (alumnos y docentes) considera satisfacerlo al adquirir el producto o servicio y la posición competitiva de la Institución IES.

## Metodología

La metodología QFD utiliza las demandas y necesidades de los clientes como su principal insumo de información, es un proceso que pone a las Instituciones en contacto con sus clientes. Es un proceso que permite incrementar la competitividad de la empresa, y al mismo tiempo, desarrolla las bases para incrementar el número de clientes satisfechos. La información sobre los requisitos del cliente constituye la base de la matriz denominada Casa de la Calidad. (Yacuzzi y Martín, 2003; Chase et al., 2004).

El propósito de la Fase I del QFD, es identificar los requisitos del cliente, determinar las oportunidades competitivas, determinar globalmente los requisitos de diseño del producto/ servicio y determinar los valores objetivo. El método general a seguir para el desarrollo de la fase I de Planificación de Producto o Servicio (Casa de la Calidad) ( Figura 2).



Figura 2. Diagrama de Flujo de las Actividades que se Realizaron para la Construcción de la Matriz QFD para la Planeación del Servicio.  
Elaboración propia.

De forma breve se describen los pasos desarrollados para la Casa de la Calidad de la IES:

- 1. Identificar los requisitos del cliente.** Después de identificar los requerimientos del cliente (Que's), se elaboró una encuesta con 28 *Qué's*, divididos en 4 aspectos básicos: 20 del *Perfil del Profesor*, 5 de *Coordinador de Programa*, 15 del *Perfil del Alumno*, y 3 de *Departamentos de apoyo*. Se aplicaron 80 encuestas. Para determinar la población objetivo y el tamaño de la muestra se siguieron los pasos recomendados por Hernández et al., (2014).
- 2. Identificar los requisitos técnicos.** Se transforman los *Qué* (algo abstracto) en los *Cómo* (tangible y mejorable). Este paso llevó los *Qué* planteados a un lenguaje real y cuantitativo. Se identificaron 29 *Cómo's*.
- 3. Relacionar los requisitos del cliente con los requisitos técnicos.** Se colocaron en forma perpendicular la lista de los *Cómo's* con respecto a los *Qué's*. De esta manera se relacionan los diferentes *Qué* con sus respectivos *Cómo*. En esta relación se utiliza la siguiente escala: relación *Fuerte* = 9, relación *Moderada* = 3 y relación *Débil* = 1.
- 4. Evaluar los productos o servicios competitivos.** Las evaluaciones competitivas son las percepciones cuantificadas que tiene los clientes de un producto con respecto a las características del mismo. Estas evaluaciones permiten comparar la posición de la IES según la opinión de sus clientes, con respecto a un desempeño "Ideal".
- 5. Evaluar los requisitos técnicos y desarrollar objetivos.** Se establecen los *Cuánto's*, que representan el objetivo de un requerimiento determinado para cada *Cómo*, y son medidas objetivas que constituyen metas a corto plazo que optimizan los *Cómo's* de la matriz de planificación.
- 6. Determinar qué requisitos técnicos se deben desplegar en el resto del proceso de producción.** La selección de requisitos técnicos se realiza mediante la determinación del peso de la columna calculada según lo indica el procedimiento recomendado en la metodología.

## Resultados y discusión

Después de la aplicación de la encuesta y la elaboración de la Casa de la Calidad, se analizan los datos obtenidos, (Los *Que's* de la encuesta), se identifican las debilidades en cuanto a cumplimiento contra la importancia que representa cada uno de los aspectos, los cuales son: *Departamentos de apoyo (DA)*, *Perfil del profesor (PP)*, *Coordinador del Programa (CP)*, *Perfil del Alumno (PA)*.

Un aspecto importante para los clientes y usuarios son los *DA*. En la Tabla 1, se muestran las cinco características principales identificadas: Amabilidad, Eficiencia, Vinculación, Difusión y comunicación, y Operatividad del servicio, donde la característica de mayor importancia para el usuario es el de Operatividad del Servicio. Esta información no permite identificar los problemas o situaciones que deben atenderse en forma prioritaria, para ser resueltos o mejorarlos.

Tabla 1. Características principales identificadas en los Departamentos de Apoyo (DA).

Características	Importancia	Cumplimiento
Amabilidad	4.64	1.3
Eficiencia	4.6	1.9
Vinculación	4.59	2.11
Difusión y comunicación	4.61	2.21
<b>Operatividad del servicio</b>	<b>4.65</b>	<b>1.3</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Es importante para el usuario que los DA mantengan una estrecha relación con los estudiantes, y en referente al cumplimiento se aprecia que la Operatividad del servicio es la que tiene el más bajo promedio, considerando como característica prioritaria para ser atendida. También se puede apreciar que el usuario considera importante contar con el personal capacitado y que cumpla con el perfil del puesto, siendo personal que están directamente relacionados con trato al cliente como es la Amabilidad hacia los estudiantes.

Dentro de la encuesta, se incluye una sección para conocer la opinión del usuario sobre los servicios ofrecidos dentro de la IES.

De igual manera la Tabla 2, permite apreciar las cinco características de mayor importancia para el PP (Compromiso-aprendizaje, Dominio del tema, Confianza y accesibilidad, Experiencia y conocimientos y Criterio al calificar).

Tabla 2. Características de mayor importancia para el Perfil del Profesor (PP).

Características	Importancia	Cumplimiento
Compromiso-aprendizaje	4.57	1.9
Dominio del tema	4.6	1.9
<b>Confianza y accesibilidad</b>	<b>4.72</b>	<b>1.3</b>
Experiencia y conocimientos	4.58	2.21
Criterio al calificar	4.57	1.3

Fuente: Elaboración Propia.

Es de mayor relevancia la característica confianza y accesibilidad ya que para los estudiantes es crucial esta característica, dado que es importante para mantener una relación estrecha con los estudiantes, en referente al cumplimiento se aprecia que la falta de experiencia y conocimientos por parte de algunos profesores es la que tiene el más bajo promedio, considerando pues, como característica prioritaria para ser atendida. También se puede apreciar que el usuario considera de vital importancia e indispensable contar con profesores que tengan Dominio del tema y Experiencia y conocimientos en las áreas afines al perfil de los programas que ofrece la IES.

Los resultados obtenidos en relación con el CP se muestran en la

Tabla 3, donde los usuarios consideran que deberían reforzar cinco características importantes: Compromiso, Responsabilidad, Confianza y accesibilidad, Eficiencia y conocimiento del programa.

Tabla 3. Características importantes en Coordinador del Programa (CP).

Características	Importancia	Cumplimiento
Compromiso	4.57	1.9
Responsabilidad	4.6	1.9
Confianza y accesibilidad	4.72	1.3
Eficiencia	4.58	2.21
Conocimiento del programa	4.57	1.3

Fuente: Elaboración Propia.

La Tabla 4, muestra los resultados obtenidos para PA, observando que no hay Movilidad nacional o internacional dentro de los programas de maestrías, son los de mayor importancia, y los proyectos de investigación deberán ser de gran impacto dentro de las empresas, así como también deberían ser todas las investigaciones aplicadas en las empresas de bienes y servicios.

Tabla 4. Características importantes del Perfil del Alumno (PA).

Características	Importancia	Cumplimiento
Proyecto de investigación aplicada	4.71	1.9
Cumplir con los requisitos	4.65	1.9
Compromiso y responsabilidad	4.65	1.3
<b>Movilidad</b>	<b>4.72</b>	<b>2.21</b>
Conocimientos y habilidades	4.68	1.9

Fuente: Elaboración Propia.

## Presentación de alternativas

En esta sección se presenta solo siete alternativas o acciones para los factores principales analizados, y como ejemplo se utilizan dos estrategias (cómo) de cada una de las áreas bajo estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Presentación de alternativas de mejora.

Área	Estrategia propuesta	Acciones principales
Departamentos de Apoyo	1.- Programa de capacitación en relaciones humanas y servicio al cliente.	Desarrollo de talento Humano.
	2.- Programa de reconocimiento al personal con actitudes y habilidades de servicio.	Mejorar clima laboral
Perfil del Profesor	3.- Programa de actualización profesional y docente para Profesores de la IES.	Capacitación continua
	4.- Contratación de profesores de alta calidad en sus conocimientos y experiencia profesional.	Incremento de Profesores con Perfil Deseable
Coordinadores	5. Mantenimiento de una relación duradera y buscando continuamente la satisfacción del cliente.	Programa de Reducción de Quejas
	6.- Ofertar programas de maestría y doctorado de alta calidad.	Registro de programas Acreditados
Perfil del Alumno	7.- Dominio del idioma inglés	Incluir requisito obligatorio el inglés
	8.- Habilidades blandas	Desarrollo de HB durante las materias

Fuente: Elaboración Propia.

Para el área Departamentos de Apoyo de la IES se indican las estrategias 1 y 2 y sus acciones principales, de igual manera, se determinaron las acciones principales para las estrategias de las áreas: Perfil del Profesor (Estrategia 3 y 4), Coordinador del Programa (Estrategias 5 y 6) y Perfil del Alumno (Estrategias 7 y 8).

Lo anterior permite establecer un programa de trabajo de actividades complementarias de la IES, en base a un análisis y con el fin de mejorar la percepción que tiene el alumno.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Con la aplicación y desarrollo de la Fase I de la metodología QFD en las Institución, se podría concluir que es una metodología útil para establecer estrategias y acciones de mejora que impacten positivamente el proceso educativo de una institución de educación superior, ya que emite de forma clara y explícita una amplia información sobre el usuario, deseos, permitiendo analizarlos, relacionarlos y proponer estrategias y acciones concretas que les permitan ser satisfechos los requisitos de los usuarios.

Con la información obtenida, es posible decir que las autoridades de esta IES cuentan con una base sólida para elaborar planes y programar actividades de corto y largo plazo que faciliten enfocar los recursos y el personal de la institución hacia la satisfacción de los requisitos y expectativas de los alumnos (cliente) ya que los estudiantes son la razón de ser del sistema educativo y poder ofrecer un mejor servicio.

Al analizar los requisitos y expectativas del alumno-cliente, es importante señalar que no todos los requisitos deben ser satisfechos de forma inmediata, como tener profesores de acuerdo al perfil de los programas de maestría y doctorado, así como, tampoco existe un sistema de seguimiento de Graduados, este tipo de requisitos deben ser analizados con mayor cuidado y profundidad por parte de los tomadores de decisiones, requiriendo estudios y fundamentos que sustenten su realización, así como la aprobación de las autoridades gubernamentales correspondientes. Sin embargo, lo útil es la encuesta que se aplica a los usuarios, muestra sus deseos y preferencias, y por lo tanto, los directivos de la institución educativa, puede considerarlos cuando sea necesario utilizarlos.

### Recomendaciones

Se recomienda, con base en las experiencias adquiridas durante la elaboración del QFD, que el personal involucrado realizar QFD en una institución educativa consideren los siguientes tres puntos:

- El personal que integran los equipos de calidad total y QFD, debe estar capacitado en los temas para facilitar el entendimiento y comprensión entre los participantes del equipo,
- En el Diseño de la encuesta, se recomienda que incluya preguntas

claras y concisas para el encuestado, pues esto facilitará el entendimiento del cuestionario y facilitará el uso de información para los tomadores de decisiones.

- Planificar y realizar reuniones de trabajo y darle seguimiento con la participación e involucramiento de los integrantes del equipo, lo que permitirá obtener mejores resultados y en menos tiempo.

## Trabajo futuro

Dado que el Tecnológico Nacional de México, Campus Cd. Juárez es una Institución de Educación Superior –IES con más de 55 años de presencia en la región, con una matrícula de más de 7,700 alumnos inscritos, el trabajo a futuro es la aplicación de la metodología QFD en la División de Estudios de Posgrado e Investigación – DEPI. Con el propósito de identificar las necesidades y expectativas de los usuarios del sistema (alumnos y profesores) con la finalidad de elaborar un programa de mejora.



## Bibliografía

+ American Supplier Institute (1989). *Quality Function Deployment - Implementation Manual for Three Day QFD Workshop. Version 3.1.* American Supplier Institute. MI USA.

+ Benavides, E. (1990). *Despliegue de la Función Calidad: Descripción de su aplicación en el ITCJ, Tesis de Grado, Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, Cd. Juárez Chih. México.*

+ Chase, R.; Jacobs, F, y Aquilano N. (2004). *Operations Management for Competitive Advantage. Thent Edition. Mc. Graw Hill/Irwin. New York, N.Y. U.S.A.*

+ Escobar, E. S. O.; Rodríguez, C. J. C. y Velasco, O. G. D. (2005). *Despliegue de la función calidad (QFD): beneficios y limitaciones detectados en su aplicación al diseño de prótesis mioeléctrica de mano. Ingeniería e Investigación, 25(1), 30-38.*

+ Eureka, W. y Ryan, N. (1994). *DFC Despliegue de la Función de Calidad: Como orientar su empresa al cliente. Primera edición. Editorial Panorama, México DF.*

+ Evans, J. y Lindsay, W. (2005). *The Management and Control of Quality. 6th. Edition. South Western. USA.*

+ Hernández, R.; Fernández, C. y Batista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.a ed.). México: Editorial Mc Graw Hill Education*

+ Yacuzzi, E. y Martín, F. (2003). *QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos (No. 234). Serie Documentos de Trabajo.*

+ Yoki, Akao (1990). *Despliegue de la función calidad: integración de las necesidades del usuario en el diseño del producto, Japón.*

# EFFECTOS DE LAS ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE COSTOS EN EL DISEÑO DEL PRODUCTO EN UNA EMPRESA DEL RAMO AUTOMOTRIZ

Artículo arbitrado 03

Edición 17



Gilda Felicia Aguirre Baca<sup>1</sup> y Manuel Alonso Rodríguez Morachis<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Tecnológico Nacional de México/  
Instituto Tecnológico de Cd. Juárez.  
Av. Tecnológico No. 1340,  
Fraccionamiento El Crucero.  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32340.



[gildafely@gmail.com](mailto:gildafely@gmail.com)

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 3, 2021.

Aceptado: Noviembre 11, 2021.

■ **Resumen:** Los principales retos en las empresas, debido a la globalización, son la subsistencia, así como el crecimiento y obtención de utilidades. La reducción de costos es parte esencial en el plan estratégico de las organizaciones; es entonces de interés conocer como estas enfrentan las épocas de crisis eliminando costos innecesarios, es primordial buscar formas de operar teniendo en cuenta los recursos así como un enfoque disciplinado y sistémico para la reducción de costos, creando una cultura de conciencia en este ámbito. En esta investigación se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en una empresa proveedora de componentes y sistemas electromecánicos para la industria automotriz, donde se requería la aplicación de una metodología sistemática que se integrara en la cadena de valor, facilitando el desarrollo de estrategias competitivas para la toma de decisiones durante la fase de diseño, reduciendo costos sin decremento en la calidad o funciones del producto.

✦ **Palabras clave:** Análisis de valor, análisis de costos, diseño del producto, reducción de costos.

■ **Abstract:** The main challenges in companies, due to globalization, are the subsistence, in order to keep their business in the market, as well as growth and obtaining profit. Cost reduction is an essential part of the strategic plan of organizations; it's therefore of interest to know how

they face, in crisis' times, removing unnecessary costs, it's essential to look forward for find ways to operate taking into account resources as well as a disciplined and systemic approach for cost reduction, creating a culture of awareness in this environment. This research presents the results of a research carried out in a company that supply electromechanical components and systems for the automotive industry, which required the implementation of a systematic methodology that was integrated into the value chain, facilitating the development of competitive strategies for decision making during the design phase, reducing costs without decreasing quality and product performance.

✦ **Keywords:** *Value analysis/value engineering, cost analysis, product design, cost reduction.*

## Introducción

Cada vez que un nuevo automóvil sale al mercado, incorpora nuevos elementos y tecnologías sosteniendo el mismo costo o incluso menor que el anterior, un producto más eficiente en costo con más funciones y de una calidad superior son características de la metodología análisis de valor/valor de ingeniería (VA/VE, Value Analysis/Value Engineering, por sus siglas en inglés). Mukhopadhyaya (2009), la describe como el camino para identificar costos innecesarios y detalla que esta definición se regularizó definiendo que análisis de valor es un término usado cuando la técnica se aplica a un producto existente y valor de ingeniería es utilizado cuando se aplica a la fase de diseño.

Hoy en día los mercados son altamente competitivos en todos sus aspectos, los clientes cuentan con múltiples opciones a su alcance, donde seleccionan la que se adapta a sus necesidades por lo que un producto que cumple la función para la cual fue diseñado no es suficiente y muchas veces la decisión final es basada en factores como precio, servicio, calidad, tiempo de respuesta, disponibilidad, flexibilidad entre otras.

Toda empresa, sea industrial o comercial, necesita conocer y monitorear constantemente su estructura de costos y, la reducción de estos forma parte clave en la preparación del modelo de costos (Reveles, 2019). El modelo de costos puede variar según la forma de competir de la empresa, esta puede buscar posicionamiento por medio del liderazgo de costos, manteniendo costos bajos en el mercado o bien a través de la diferenciación de productos (Shank, 1998), ofreciendo mejor calidad y funciones a un costo adecuado.

La reducción de costos es uno de los temas más abordados en las empresas. Es un proceso permanente y se ejecuta durante todo el periodo, esto se debe a que siempre se busca mejorar la rentabilidad de la empresa y, en consecuencia, la productividad. Es decir, tratar de hacer más con menos, que es producir más con lo que se tiene o producir lo mismo con menores gastos. En ambos casos el objetivo es reducir costos.

Se sabe que una empresa debe reducir costos por muchas razones; baja de las ventas, por falta de liquidez, por no tener acceso al crédito, por gastos de expansión, por contratos, entre otros. Cuando esto sucede, Botero (2013), menciona que el recorte de gastos se da en las áreas de

recursos humanos con el despido de personal, la reestructuración de los procesos de compra, cambios de proveedores, entre otras medidas, pero el 75% del costo del producto está influenciado por los costos de materia prima incluidos o seleccionados durante la fase de diseño, que es la principal fuente de ahorro en el modelo de costos.

Debido a lo anterior, la reducción de costos en el diseño del producto desempeña un papel importante, ya que su objetivo es ofrecer al cliente productos de calidad a un precio razonable, sin afectar la rentabilidad o ingresos.

En cuanto a las cerraduras automotrices, al ser consideradas un producto de seguridad, deben cumplir requerimientos específicos regulados por estándares federales de seguridad para vehículos y aunque la especificación técnica IATF16949<sup>®</sup> que gestiona el sistema de calidad no requiere de manera directa una estrategia de ahorro de costos, si define claramente que uno de sus objetivos es la mejora continua, se hace énfasis en la prevención de errores y la reducción de desechos en la fase de producción.

Por ello, las empresas han recurrido a la reingeniería del producto como proyectos de mejora aislados, lo cual se hace en mayor medida por la necesidad del mercado y sin un método estructurado, Singh (2018), menciona que aunque el concepto de VA/VE ha estado presente desde la segunda guerra mundial, lamentablemente la gran mayoría de las empresas no lo han adoptado en su totalidad como una forma de operar día a día, durante todo el ciclo del producto, sino que, basándose en excusas, se han limitado a seguir la metodología parcialmente como una respuesta reactiva ante el desarrollo de la competencia, lo que ha arrojado resultados diversos.

En esta investigación se pretende responder la interrogante sobre cómo la aplicación de la metodología VA/VE, como herramienta para la reducción de costos, contribuye a mejoras significativas, facilitando el desarrollo de estrategias competitivas para la toma de decisiones.

## Marco teórico

En la actualidad las empresas están presionadas por subsistir en el mercado, mostrar su flexibilidad en cuanto a diseños y costos, ya que buscan generar mayores utilidades, a pesar de que las empresas cuentan con sus propios sistemas para lograr los objetivos planteados, parten de diversas técnicas y estrategias ya conocidas para lograrlo (Lexitec, 2017). Un enfoque desequilibrado en la reducción de costos merma la calidad y reduce la innovación, por lo que el costo al ser un parámetro de diseño debe manejarse adecuadamente (Abate, 2016).

Singh (2013), expone que los costos de manufactura, así como los de garantías se ven afectados en gran medida por el diseño del producto, mientras que Andryasiak (2009), completa el punto anterior mencionando que General Electric<sup>®</sup>, durante la segunda guerra mundial, encontró que 70% de los costos de manufactura los determinaba el diseño lo cual se ha podido comprobar a lo largo del tiempo en otras empresas en proporciones similares. De acuerdo con Lefkovich (2006), simples cambios en el diseño pueden tener repercusiones positivas en la inversión

para la fabricación, los efectos del diseño sobre los costos de producción (Figura 1).

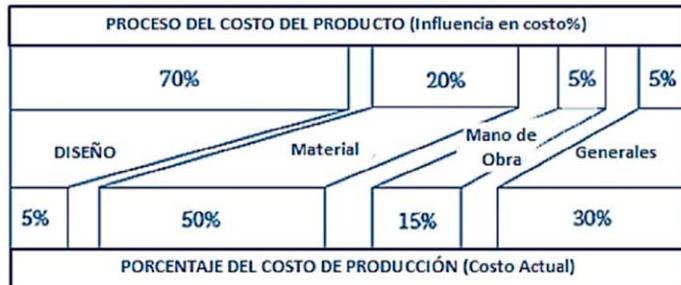


Figura 1. Contribución del proceso de diseño y producción en el costo del producto.

Fuente: Abate, 2016.

Si bien cada uno de los modelos de diseño tiene sus diferencias Clark et al. (1987), identifican cinco fases sucesivas pero coincidentes en las metodologías del desarrollo de nuevos productos de la siguiente manera: Generación del concepto, aprobación del concepto del negocio, ingeniería de producto, ingeniería de proceso y proceso de producción.

Mandelbaum et al. (2012) exponen que una metodología como VA/VE o mejora de calidad como LSS (lean six sigma, por sus siglas en inglés), no necesariamente se excluyen, incluso se complementan, ya que la ingeniería de valor no se enfoca solo en reducir el costo, sino en gastar lo necesario para cumplir los requerimientos y esto lo analiza por funciones, su atención está en lo que se hace, mientras que LSS se enfoca en cómo se hace con el mínimo desperdicio.

Cuando se incurre en la sobre ingeniería, no necesariamente se proporciona un producto que el cliente valore altamente, esto muchas veces representa una discordancia entre costo – valor, es aquí donde el análisis de valor permite cubrir los retos de los requerimientos del cliente asegurando que las áreas de mayor relevancia reciben la atención necesaria a través del pensamiento crítico de la innovación, esto no siempre pasa cuando se reduce la variación de un proceso, el desperdicio o incluso cuando se mejora el rendimiento, VA/VE provee beneficios a través de todas las fases de la vida de un producto, su beneficio más alto se encuentra durante la fase de diseño.

## Metodología

La metodología VA/VE comenzó en General Electric Co.® ya que debido a la segunda guerra mundial se suscitó escasez de materiales y mano de obra certificada, entonces; Lawrence Miles ingeniero de compras, buscó la manera de conseguir sustitutos aceptables principalmente para materiales, él notó que estos reemplazos frecuentemente daban como resultado una reducción de costos, mejoras en el producto y en algunos casos ambas, su pensamiento principal era, si no puedo conseguir el producto, puedo obtener la función (Mukhopadhyaya, 2009).

Singh (2018), complementa que, ante la escasez de material en la segunda guerra mundial, las preguntas a resolver por ingeniería eran: ¿Por qué no cambiar el diseño?, ¿Por qué no cambiar el proceso? y, ¿P

Por qué no cambiar el material?, se puede mantener el mismo valor o incluso mejorarlo, si se analiza el valor de las funciones que se necesitan y, así surgió VA/VE.

## Filosofía VA/VE

Es una disciplina integral y minuciosa que ofrece claras ventajas (Andryasiak, 2009). La metodología es definida por Mukhopadhyaya (2009), como una aplicación sistemática de diversas técnicas que se lleva a cabo por grupos multidisciplinarios, que identifica las funciones de un producto, procesos, servicios o sistemas, establece el valor de las funciones, genera alternativas mediante el uso de pensamiento creativo y proporciona las funciones necesarias de manera confiable en el costo total más bajo.

Mientras que para Singh (2018) y Younker (2003), VA/VE es una metodología sistemática que descompone el producto o sistema en componentes y entonces se analizan las funciones de cada uno de los componentes, éste es el enfoque de valor, en el que menciona que el concepto básico de esta filosofía es que el valor se mantiene igual o incluso se mejora, mientras el costo se reduce, VA/VE es un estudio organizado de las funciones para satisfacer las necesidades del cliente con un producto de calidad al costo más bajo posible, a través de la aplicación de la creatividad, siempre se mantiene en cuenta si: ¿Se pueden combinar varias funciones?, ¿Se pueden eliminar funciones?, ¿Se puede modificar el diseño y mantener el desempeño?, el desempeño nunca debe deteriorarse.

Los proyectos que usan esta técnica en las fases conceptuales son más exitosos, su habilidad para encontrar áreas con ahorros potenciales es casi ilimitada, tiene capacidad de reaccionar en tiempo y forma, con flexibilidad ya que se puede aplicar a programas existentes o nuevos en cualquier fase del proyecto, además de mejorar la eficiencia y calidad, fomenta las relaciones para el trabajo en equipo, básicamente se puede esperar una reducción en costo de entre el 5% y el 40% (Patil, 2010).

## Fases de VA/VE

Un plan estructurado para el desarrollo de esta técnica es altamente requerido, éste es llamado plan de trabajo y la mayoría de los autores coinciden en que se divide en seis etapas principales y dos complementarias, Andryasiak, (2009), las define como se muestran en la Figura 2.



Figura 2. Diagrama de flujo del plan de trabajo VA/VE.

Fuente: Andryasiak, 2009.

Las fases se describen de forma muy similar por diversos autores, Singh A (2018) y Younker (2003) las exponen de la siguiente manera:

### *Pre - Taller*

Antes de iniciar el taller se selecciona el proyecto, se determina el equipo que va a participar, se definen los resultados que se esperan y se notifican al equipo.

### *Fase de Información*

Se determinan las necesidades del usuario, se identifica el problema, se colecta la información, se tabulan los datos o se preparan gráficos, Andryasiak (2009), menciona que en esta etapa se determinan los objetivos, metas y se evalúa el estado actual del producto.

### *Fase de Función*

La disciplina usa este análisis de función para distinguir el valor de otros métodos de mejora, se define la función como el propósito principal para el que fue diseñado el producto, servicio y proceso, se simplifica el problema a su elemento menor (Mandelbaum, 2012). En esta etapa se desarrolla el diagrama de Técnica del Sistema de Análisis de Funciones FAST (Function Analysis system Technique, por sus siglas en inglés).

Hay diversos modelos para desarrollar el diagrama FAST, Abate (2016), los clasifica en cuatro, el más común es el modelo clásico que se compone de verbos y sustantivos, es una herramienta gráfica que muestra la relación entre funciones, siguiendo una lógica como-porque, el segundo es el modelo por jerarquía donde se sigue una jerarquía vertical para las funciones, otra variación es el modelo técnico, en esta versión se clasifican las funciones que se requieren todo el tiempo, una sola vez o de manera simultánea y la cuarta variable es el modelo orientado al cliente, en esta variación el diagrama se desarrolla para reflejar las funciones que tienen valor para el cliente y funciones de soporte para atraer nuevos clientes.

### *Fase Creativa*

Esta etapa es el núcleo del taller, aquí es donde fluyen las ideas creativas, Singh (2018), comenta que al llegar a esta etapa, ya se ha olvidado que producto se está estudiando, el equipo se encontrará centrado en las funciones, después del crear el diagrama FAST, buscando soluciones alternativas para generar la misma función a menor costo o incluso mejorar la función, Mandelbaum (2012), enfatiza que no se debe utilizar un enfoque analítico, pues este ofrece una solución para un problema, sino que se debe utilizar un enfoque totalmente creativo, donde se obtendrán varias soluciones para un problema, algunas mejores que otras.

### *Fase de Evaluación*

Se produce una lista de ideas que se evalúan para seleccionar las mejores, se generan por lo general más de cien ideas en una sola sesión de lluvia de ideas, Andryasiak (2009), utiliza una matriz de impacto-facilidad para evaluar las ideas con dos criterios principales, su facilidad para

implementar y su impacto en costo, con esto el avance es muy rápido.

### *Fase de Desarrollo*

Se formalizan las ideas estimando el costo de cada una, se definen las que pueden o no funcionar, se hacen listas de ventajas y desventajas, en esta etapa Younker (2003), expone que se pueden combinar ideas o refinarlas, aquí se cuantifican las diferencias entre el diseño actual y el propuesto, cada propuesta debe contener cálculos detallados, análisis de costo, bocetos, dibujos, fotos entre otros, se pueden utilizar diversos formatos para ello, Andryasiak (2009), propone el uso de los gráficos "T".

### *Fase de Presentación*

El propósito de esta etapa es conseguir la aprobación y dirección de gerencia para tomar acciones de iniciar con el desarrollo e implementación de las alternativas propuestas, se considera la etapa final del taller y es el primer paso en el proceso de aprobación e implementación, se elabora una presentación oral para gerencia que no dure más de veinte minutos. Todo el equipo de trabajo debe estar presente.

### *Fase de Implementación*

Forma parte de las actividades posteriores al taller, Pries y Quingley (2013), puntualizan que se debe tener la participación de la alta gerencia para que se garantice la implementación de las propuestas. Ya que, para cumplir con esta etapa, se pueden requerir fondos, de manera parcial o total, definir un equipo responsable, una calendarización de acciones a seguir, con fechas clave y requerir un seguimiento del progreso.

### *Acciones de Seguimiento*

La información del taller debe ser compilada por el facilitador del mismo, Andryasiak (2009), recomienda que se prepare un reporte con los resultados del taller terminando el mismo, el reporte incluye el resumen del taller y conclusiones generales de cada fase, debe ser claro y breve, típicamente incluye una descripción general del alcance del taller, objetivos, lista de participantes, análisis de costos, análisis funcional, la lista de la lluvia de ideas, clasificada y filtrada, finalmente una propuesta para el seguimiento de las iniciativas generadas en el taller.

## **Resultados**

Se llevó a cabo la metodología conforme la definen Andryasiak (2009) y Singh (2013), en tres cerraduras, el programa A, es una cerradura lateral en fase de lanzamiento, el B corresponde a una cerradura cuyo diseño se vendió al cliente y finalmente el programa C es una cerradura de cajuela a cuál tiene en producción cerca de doce años.

Estos productos se evalúan en el año modelo 2020-2021 con un volumen total pronosticado de 2.4M, 1.3M y 1.6M respectivamente, la meta en ahorro de costos para el ciclo se establece en \$668 mil 333 dólares americanos, para la planta de México. De la aplicación de la metodología se seleccionaron las ideas clave y se cotizó un ahorro por producto (Tabla 1).

Tabla 1. Ahorro cotizado por producto.

PRODUCTO	Cantidad Ideas Evaluadas	Ahorro Estimado por Cerradura (USD)	% Ahorro Estimado por Cerradura
PRODUCTO A	45	\$0.54	12%
PRODUCTO B	36	\$0.87	15%
PRODUCTO C	17	\$1.13	19%

Fuente: Elaboración Propia.

En la fase de presentación, la gerencia aprobó el desarrollo de estos y el equipo definió que ocho iniciativas se podían implementar en el año fiscal 2020 y el resto en periodos subsecuentes debido a la naturaleza del cambio y los tiempos de validación. En la Tabla 2, se muestran los proyectos seleccionados a implementarse en el ciclo y la manera en que fueron presentados a la gerencia.

Tabla 2. Propuesta a implementar en el ciclo.

PRODUCT A	
Forkbolt and Detent overmold resin change	\$159,679
Grease points weight optimization	\$48,000
<b>Total Saving Identified for Product A</b>	<b>\$207,679</b>
PRODUCT B	
Latch housing supplier change	\$64,314
Forkbolt and Detent overmold resin change	\$58,578
Replace Zn+Ni finish by Zn Plate for stamping components	\$54,232
Change cover resin and supplier	\$92,821
<b>Total Saving Identified for Product B</b>	<b>\$269,945</b>
PRODUCT C	
Frame finish change from ZnNi to E-Coat	\$180,000
Cable improvements	\$1,600,000
<b>Total Saving Identified for Product C</b>	<b>\$1,780,000</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3, se muestra el porcentaje de mejora en el costo anual del producto con respecto a la meta establecida para los proyectos implementados en el año fiscal 2020.

Tabla 3. Porcentaje de ahorros identificados con respecto a la meta.

Producto	% De Contribución	Meta FY20 / Producto	Delta Ahorro - Meta	% Ahorro vs Meta
PRODUCTO A	14%	\$90,735	\$116,944	129%
PRODUCTO B	36%	\$237,489	\$32,456	14%
PRODUCTO C	27%	\$183,491	\$1,596,509	870%
Otras Cerraduras	23%	\$156,618	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

La presente investigación se llevó a cabo en un centro de diseño del ramo automotriz, debido a que no se contaba con una metodología de reducción de costos, sino que se trabajaba de manera informal en la obtención de ahorros por años, obteniendo diversos resultados.

Una vez finalizada la investigación se concluye que a través de la aplicación de la metodología VA/VE es posible identificar mejoras al producto en cuanto a su función, calidad y costo, lo que representa un beneficio no solo para el proveedor de las cerraduras sino también para el cliente final.

Mediante esta metodología se identificaron áreas de oportunidad para la reducción de costos manteniendo o incluso incrementando la calidad o funciones del producto, siendo estos significativos, pues cumplieron y superaron las metas establecidas por la compañía para los ahorros anuales. Los tres productos analizados se beneficiaron de una reducción de costos de acuerdo con lo esperado por la metodología, lo que representa entre un 5% y un 23% del costo de manufactura del producto.

Se concluyó que la metodología de valor puede ser utilizada como una herramienta estratégica en la reducción de costos, ya que centra sus esfuerzos en mejorar los costos sin deterioro de las funciones o calidad en el producto. Dado que esta metodología es versátil y puede ser aplicada en cualquier fase del ciclo productivo de las cerraduras desde su concepción en el diseño hasta que se encuentran como partes de reemplazo, no hay una razón para no incluirla de manera permanente en los proyectos y obtener así un beneficio de esta a largo plazo.

## Comentarios y recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos, se recomienda extender la aplicación de la metodología tanto a las cerraduras automotrices en otras regiones de la compañía como a las otras líneas de producto que son parte de la organización, la metodología debe llevarse a cabo de manera continua para obtener resultados constantes a largo plazo, no se sugiere utilizarla únicamente como método emergente de reducción de costos sino como un proceso más en la organización, que debe ser llevado en paralelo desde el desarrollo del concepto del producto, hasta su salida del proceso productivo. Asimismo, se recomienda la aplicación de la metodología VA/VE en otras empresas como alternativa en los proyectos de reducción de costos que cada día son más demandantes por la permanencia en los mercados.

Se recomienda asignar un equipo responsable que planee, ejecute y facilite al equipo multidisciplinario las técnicas para el seguimiento adecuado de la metodología así mismo, que lleve un seguimiento de los resultados.

## Bibliografía

- + Abate, K. (2016). *Value analysis and Engineering Reengineered*. Boca Raton, FL, USA: Taylor y Francis Group, 15-105.
- + Andryasiak, G. (2009). *Value analysis value engineering module I manual*. MI, USA: Cost innovations LLC, 1-199.
- + Botero, M. (2013). *Ingeniería de Valor. Virtual Pro, Procesos Industriales*. Colombia. No 142, 3, 1-22.
- + Clark, K.; Chew, W.; Fujimoto, T.; Meyer, J. y Scherer, F. (1987). *Product Development in the World Auto Industry*. Brookings Papers on Economic Activity, 1987, 3, 729-781.
- + [info@lexitec.net](mailto:info@lexitec.net) "Lexitec" (Blog empresarial). Obtenido en: Octubre 2020. Recuperado de: <http://lexitec.net/recortar-gastos-o-reducir-costos>, 9 de Mayo del 2017.
- + Mandelbaum, J.; Hermes, A.; Parker, D. y Williams, H. (2012). *Value engineering synergies with Lean Six Sigma*. Boca Ratón, FL: CRC Press, 13-67.
- + Mukhopadhyaya, A.K. (2009). *Value engineering mastermind*. New Delhi, India: Vivek Mehra for SAGE publications, 1-45.
- + Patil, A. (2010). *Cost Reduction of a Product through Value Analysis and Value Engineering. Quality Engineering and Software Technologies*. Bangalore, India: Mahadevpura, 1-8.
- + Pries, K.H. y Quingley, J.M. (2013). *Reducing process costs with lean, six sigma, and value engineering techniques*. Boca Raton, FL, USA: Taylor y Francis Group, 2-119.
- + Reveles, R. (2019). *Cómo entender los costos elementales sin ser contador*. Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C, 15-80.
- + Shank, J. y Govindarajan, V. (1998). *Gerencia Estratégica de Costos. La nueva herramienta para desarrollar ventajas competitivas*. Colombia: Editorial Norma, 4-18.
- + Singh, I. (2013). *Ingeniería de Valor. Virtual Pro. Procesos Industriales*. Colombia. No 142. 7, 1-22.
- + Singh, I. (2018). "Product Design and Development". Obtenido en: Noviembre 2020. Recuperado de: <http://www.infocobuild.com/education/audio-video-courses/mechanical-engineering/ProductDesignDevelopment-IIT-Roorkee/>
- + Singh, A. (2018). "Value Engineering Methodology". Obtenido en: Noviembre 2020. Recuperado de: <http://www.infocobuild.com/education/audio-video-courses/mechanical-engineering/ProductDesignManufacturing-IIT-Kanpur/>
- + Younker, D.L. (2003). *Value engineering analysis and methodology*. Winter Springs, FL, USA: Marcek Dekker; Inc, 30-226.

# ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA MINIMIZAR LOS ÍNDICES DE REPROBRACIÓN-DESERCIÓN EN EL ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DEL TECNOLÓGICO-CAMPUS CD. JUÁREZ

Artículo arbitrado 04

Edición 17

José Alanís Villaseñor<sup>1</sup>, Geovana Jadai Chávez Moreno<sup>2</sup>, Ashly Michelle López Retana<sup>3</sup>, Elisa Martínez Gausin<sup>4</sup>, José Luis Reques Ruiz<sup>5</sup> y Anselmo Meza Galván<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Tecnológico Nacional de México /  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez,  
Departamento de Ciencias Básicas.  
Av. Tecnológico No. 1340  
Fraccionamiento El Crucero  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México  
C.P. 32500.



jose.av@itcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 1, 2021.

Aceptado: Noviembre 3, 2021.

**Resumen:** El Modelo Binomio Educativo - MBE, implementado en el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, es una estrategia para reducir los índices de reprobación en el área de ciencias básicas y se enfoca en desarrollar y medir el aprendizaje colaborativo a través de actividades de aprendizaje diseñadas específicamente para el trabajo entre binomios, parejas o grupos interactivos de estudiantes con objetivos comunes. El modelo presenta seis etapas para su implementación y fomenta el desarrollo de habilidades intelectuales como pensar críticamente, resolver problemas, brindar soluciones, trabajar en equipo y sobre todo promover valores y principios como la lealtad, el compromiso, la honestidad y el respeto; todas ellas competencias clave para su desarrollo profesional y humano. Estas habilidades se identifican como habilidades del ser humano para formar seres competitivos para el siglo XXI (UNESCO, 2005). Los resultados empíricos muestran una reducción de más del 30.0% en la tasa de reprobación en el grupo control de docentes formados en el MBE, en comparación con docentes que no llevan el modelo.

+ **Palabras clave:** Modelo binomio educativo, tutoría en pares.

**Abstract:** The Educational Binomial Model - MBE, implemented in the IT of Cd. Juárez, is a strategy to reduce the failure rate in the area of basic sciences and focuses on developing and measuring collaborative

learning through learning activities specifically designed for the work between binomials, pairs, or interactive groups of students with common objectives. The model presents six stages for its implementation and encourages the development of intellectual skills such as thinking critically, solving problems, providing solutions, working as a team, and above all promoting values and principles such as loyalty, commitment, honesty, and respect; all of the key skills for their professional and human development. These skills are identified as skills of a human being to form competitive beings for the 21st century (UNESCO, 2005). The empirical results show a reduction of more than 30.0% in the failure rate in the control group of teachers trained in the MBE, compared to teachers who do not carry the model.

+ **Keywords:** *Educational binomial model, peer tutoring.*

## Introducción

Una estrategia didáctica es un procedimiento compuesto de técnicas, métodos y actividades, por medio de las cuales los profesores y los estudiantes organizan las acciones del proceso formativo de manera consciente con el fin de construir y lograr metas previstas e imprevistas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, adaptándose a los participantes de manera significativa con la intención de obtener un mayor aprendizaje en los alumnos.

Teniendo esto en mente, se reconoce a una estrategia didáctica como una herramienta que facilita el proceso de enseñanza y aprendizaje donde el docente José Alanís Villaseñor del departamento de ciencias básicas del TECNM campus ciudad Juárez en los últimos años, ha desarrollado el Modelo Binomio Educativo – MBE que incluyen distintas estrategias didácticas, teniendo como finalidad el de reducir los índices de reprobación-deserción de alumnos que cursan materias del área de ciencias básicas, con el MBE se pretende:

- **Enfocar.** - En el aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes trabajan en equipos (parejas) dentro y fuera del aula, desarrollan sus propios valores, conocimientos, experiencias y habilidades para resolver problemas en sus respectivas materias que estudian en el área de Ciencias Básicas específicamente (Alanís et al., 2020), en un ambiente de confianza propiciado por el tutor y buscando los tutorados se sientan más seguros para exponer sus dudas académicas a otros estudiantes (Chan y Leal, 2006).
- **Proponer.** - En su etapa inicial en el departamento de Ciencias Básicas, específicamente la materia de Matemáticas, que históricamente presentan los mayores índices (o porcentajes) de reprobación, ocasionando una mayor deserción estudiantil, y posteriormente se difunda en otras materias y departamentos (Alanís et al, 2019).
- **Desarrollar y medir.** - El aprendizaje colaborativo por medio de actividades de aprendizaje expresamente diseñadas para el trabajo entre binomios, pares o grupos interactivos de estudiantes con objetivos comunes. Este es el objetivo de cada una de las siguientes estrategias didácticas; reducir los índices de reprobación y por lo tanto de

deserción de los alumnos, capacitando a docentes para desempeñar el papel de facilitador y por ende al estudiante como asesorado, permitiendo potenciar el aprendizaje de los últimos.

En este trabajo se presenta los resultados de la implementación de tres estrategias didácticas del Modelo Binomio Educativo, sustentadas en el aprendizaje colaborativo para la construcción del conocimiento de la asignatura:

**a) EXAMEN INVERSO.**  $E^{-1} = ma$ . La estrategia de Examen Inverso, se construye cuando el mismo alumno diseña su propio examen, basándose en lo que se vio en clase, pero dirigido a un problema real, fundamentado en el protocolo de investigación. Tiene además la finalidad de que el alumno viva un aprendizaje significativo al construir su propio instrumento de evaluación, el cual termina convirtiéndose en una autoevaluación, permitiendo que el alumno pierda el temor a los exámenes tradicionales y si se tenían dudas que se no se habían presentado durante clase, ahí pueden expresarlas y desarrollarlas de manera práctica, de este modo quedan las dudas resueltas y ejemplificadas (Alanís et al, 2020), buscando romper el paradigma de la evaluación tradicional que generalmente mide "cantidad" de conocimientos u objetivos logrados, representados como la frecuencia de respuestas correctas en los instrumentos no estructurados; y, en el caso de los instrumentos estructurados, indagando generalmente por simples estimaciones de verdadero o falso, o dirigiendo al sujeto a la selección de respuestas entre alternativas que plantean situaciones concretas seguidas rara vez por constructos hipotéticos (Pidone, 2005).

**b) EXAMEN EXACTO.**  $E^2 = ma$ . Como es frecuente, los alumnos al presentan un examen tradicional de la rama de las matemáticas suelen demostrar expresiones de confusión, estrés, múltiples dudas al respecto de su respuesta, pero, ¿qué pasaría si al alumno le proporcionas el resultado final de cada pregunta?, esto le daría un estímulo de seguridad y confianza. De esto se tratan los Exámenes Exactos, es una estrategia que tiene como objetivo minimizar los índices de reprobación, a través de brindarle a los estudiantes una familiarización de los resultados, esta estrategia es posible aplicarla cuando se está tratando con temas que llevan más de un método de solución al problema, por lo tanto, el alumno durante las clases puede descubrir con cual método se siente más cómodo para resolver el examen o los problemas específicos y poderlo comprobar a través del resultado ya otorgado con anterioridad.

Así, existe más posibilidad de que el alumno aprenda, apruebe el examen y, por lo tanto, la materia. También, en situaciones de temas o problemas complejos, el MBE es útil al promover la tutoría entre pares, debido a tiene beneficios tanto para el tutor como el beneficiario (Torrado-Arenas et. al, 2006).

**c) EXÁMENES MUSICALES.**  $EM = \text{♪♪}$ . Finalmente, partiendo de que la relación entre la música y las matemáticas es natural e incuestionable y que maestros con iniciativa y creatividad proponen ejercicios para profundizar en el aprendizaje de ambas disciplinas (Cortes Forero, 2018), y dado que estamos tratando con estudiantes creativos, dinámicos y curiosos podemos aplicar una estrategia un

tanto innovadora; Exámenes Musicales, este método se basa en la creatividad de los alumnos para desarrollarse en dos ramas que a simple vista pueden verse totalmente distintas, pero su relación segura es mucho más estrecha, la música y las matemáticas son lenguajes universales, y requieren de su aprendizaje para poder descifrarlos.

Teniendo esto en cuenta, este modelo permitirá tanto al docente como al alumno utilizar herramientas distintas para la comprensión de las materias de la rama de las matemáticas, dejando de ser un sistema monótono y permitiendo ampliar la creatividad de aquellos que imparten, así como, de quien cursa la asignatura; desarrollándose en múltiples áreas como la comunicación en general, incluyendo a su mismo compañero que llamamos binomio, creando autoconfianza y además con esto se lograrán resultados prometedores a la hora de poner en práctica lo aprendido en un examen, el cual no será uno tradicional, sino que se utilizará el mejor lenguaje para aprender: la música.

## Metodología

La Visión del proyecto es que, a través del Modelo Binomio Educativo como estrategia didáctica, se incrementará el porcentaje de aprobación en las diferentes cátedras que se imparten en el área de las ciencias básicas, así mismo, se tendrá impacto positivo en el porcentaje terminal en la Institución, metas alineada con la visión estatal y nacional que actualmente tenemos basados en el aprendizaje colaborativo (Bilbabo y Velasco, 2017; Collison y Elbaum, 2000; Cooper, 1996).

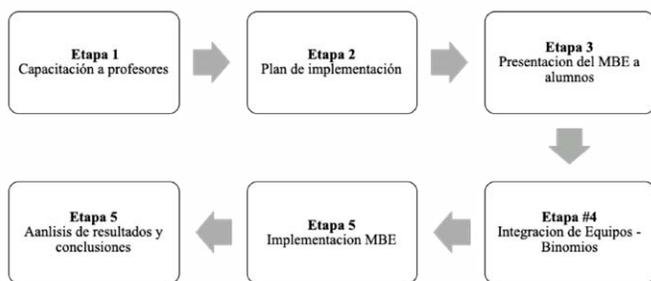


Figura 1. Método Binomio Educativo – ITCJ.

Fuente: Elaboración propia.

**Etapa 1. Capacitación a profesores.** La primera etapa del modelo consiste en familiarizar al profesor con el Binomio Educativo. Esta etapa se lleva a cabo mediante un curso de capacitación teórico-práctico, donde el profesor conoce y discute los conceptos, alcances, estrategias, implementación, análisis, resultados y comentarios del MBE.

**Etapa 2. Plan de implementación.** En la siguiente etapa el profesor responsable, con base a su instrumentación didáctica de la materia, elabora un programa de actividades bajo el MBE, indicando responsables, fechas de inicio y fechas terminación.

**Etapa 3. Presentación del Modelo Binomio Educativo a estudiantes.** En esta etapa, el docente explica el plan de trabajo a los estudiantes resaltando la importancia, criterios de evaluación al formar los binomios, tareas, exámenes, reglas y roles de la relación docente-alumno al principio del semestre, haciendo énfasis en el apren-

dizaje colaborativo-cooperativo y trabajando en binomios/asesoría en pares; así como en las probabilidades muy altas de aprobar una materia.

**Etapa 4. Integración de equipos - binomios.** El siguiente paso para el profesor es el de formar equipos heterogéneos basado en las experiencias temáticas de los docentes.

Existen varias formas de integrar los binomios: Acciones pre-instruccionales, exámenes de diagnóstico, por lista, por género, por promedios de semestres anteriores de los estudiantes, estudiantes que la llevan por segunda o tercera vez la materia correspondiente, etc.

**Etapa 5. Implementación del MBE.** El profesor responsable, con acuerdo previo de los estudiantes, durante el semestre y con base a la instrumentación didáctica y al lineamiento de acreditación de asignaturas del TecNM, lleva paso a paso la implementación del Modelo BE, así como la retroalimentación del grado de aprendizaje de los estudiantes, indicando las áreas de oportunidad y estrategias para un mejor aprovechamiento.

**Etapa 6. Análisis de resultados del MBE y conclusiones.** Elaboración de un informe técnico final y una presentación ejecutiva de resultados. El MBE implica una dinámica de transformación para llegar a la autonomía y adaptación a los diversos roles, esto permite construir conocimiento, diseñar estrategias, tomar decisiones y evaluar su proceso. Siendo corresponsable el docente enfocándose en guiar el proceso de aprendizaje, motivando al estudiante a desarrollar ideas, talentos y competencias utilizando nuevas metodologías de enseñanza.

## Resultados

A continuación, se muestran los resultados estadísticos al aplicar las estrategias didácticas del MBE a través de los últimos semestres, estas estrategias se han aplicado en distintas carreras dentro del Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Juárez.

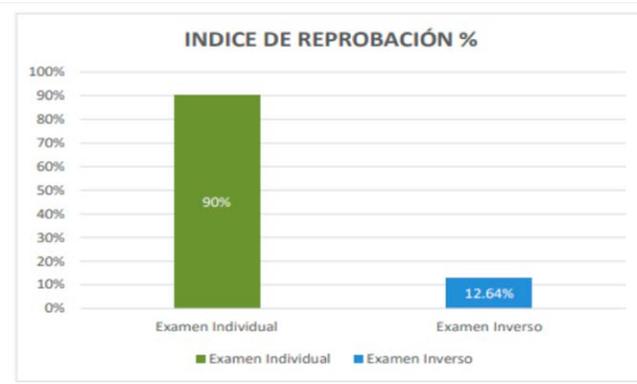


Figura 2. Índice de Reprobación Examen Individual vs Examen Inverso, materia Estadística Inferencial II.

En la materia de “Estadística Inferencial II” de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, reflejan una disminución al 77.36% de alumnos que no acreditan las competencias y, por ende, la asignatura (Figura 2). Se analizan, además los resultados de la materia de estadística administrativa II, donde de igual manera se reduce el índice de reprobación en un 58.34% (Figura 3).



Figura 3. Índice de Reprobación Examen Individual vs Examen Inverso, materia Estadística Administrativa II.  
Fuente: Elaboración propia.

Los jóvenes manifiestan haber aprendido a ser más analíticos, responsables, además de controlar el estrés o la frustración que se presentaba al realizar una prueba evaluativa.

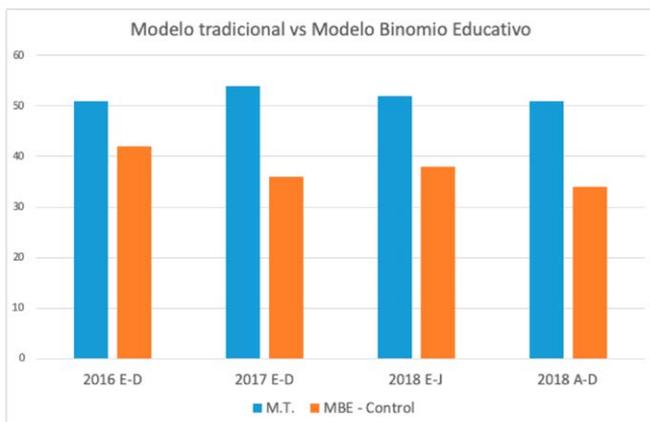


Figura 4. Índice de Reprobación Modelo Tradicional vs MBE  
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4, muestra los índices de reprobación del grupo de control (MBE-Control) vs el grupo tradicional (MT) durante el periodo comprendido de enero de 2016 a diciembre del 2018. Los índices de reprobación calculados con base a la información proporcionada por la jefatura de departamento y se observa una mejoría en el periodo evaluado.

## Conclusión

Al demostrar los resultados empíricos de la aplicación de estos métodos muestran que los alumnos se auto motivan, aumenta su confianza y mejora su aprendizaje; reflejándose en una mejor calificación final. Por

lo que se concluye, que con estas estrategias es más efectivo el aprendizaje y disminuye el estrés y tensión de los alumnos en comparación de un examen tradicional.

Esto impulsa a incursionar en un nuevo marco didáctico que proponga una reingeniería profunda de los diseños curriculares vinculados estrechamente con el campo laboral (empresarial), que les permitan a los estudiantes contextualizar sus aportaciones eficientes y generen un cambio social y personal. De esta forma, todo lo que se hace tiene un sentido dado por la orientación general de la estrategia.

Estas estrategias no tienen el afán de modificar la calidad de los programas educativos, sino que promueve el aprendizaje a través de un impacto significativo que se obtiene al aplicar estrategias como las anteriormente mencionadas. Estos modelos, ayudan a los alumnos a darse cuenta que no siempre se tiene que estar demasiado estresado al tener que presentar un examen ya que existen técnicas como estas que son de soporte para que el alumno aprenda de las distintas técnicas de cómo se puede llevar a cabo un examen.

## Trabajo a futuro

A través del presente trabajo de investigación se busca corroborar las afirmaciones que se encontraron en investigaciones pasadas o refutadas dado el caso. Por ejemplo, que el alumno que desempeña la función de asesor obtiene más beneficio, así como el grado de responsabilidad excesiva que se puede ejercer sobre el líder; que combinar estudiantes que presentan un mejor andamiaje que otros no siempre se llega al objetivo educativo, así como no incrementar el nivel de reto que puede llegar a enfrentar el asesor.

Se requiere mejorar los mecanismos para su aplicación, definir los procesos para la impartición de la asesoría, crear estrategias de difusión e instrumentos para su seguimiento y retroalimentación, además de definir un programa que permita a los asesores obtener algún incentivo por el tiempo dedicado a tal acción.

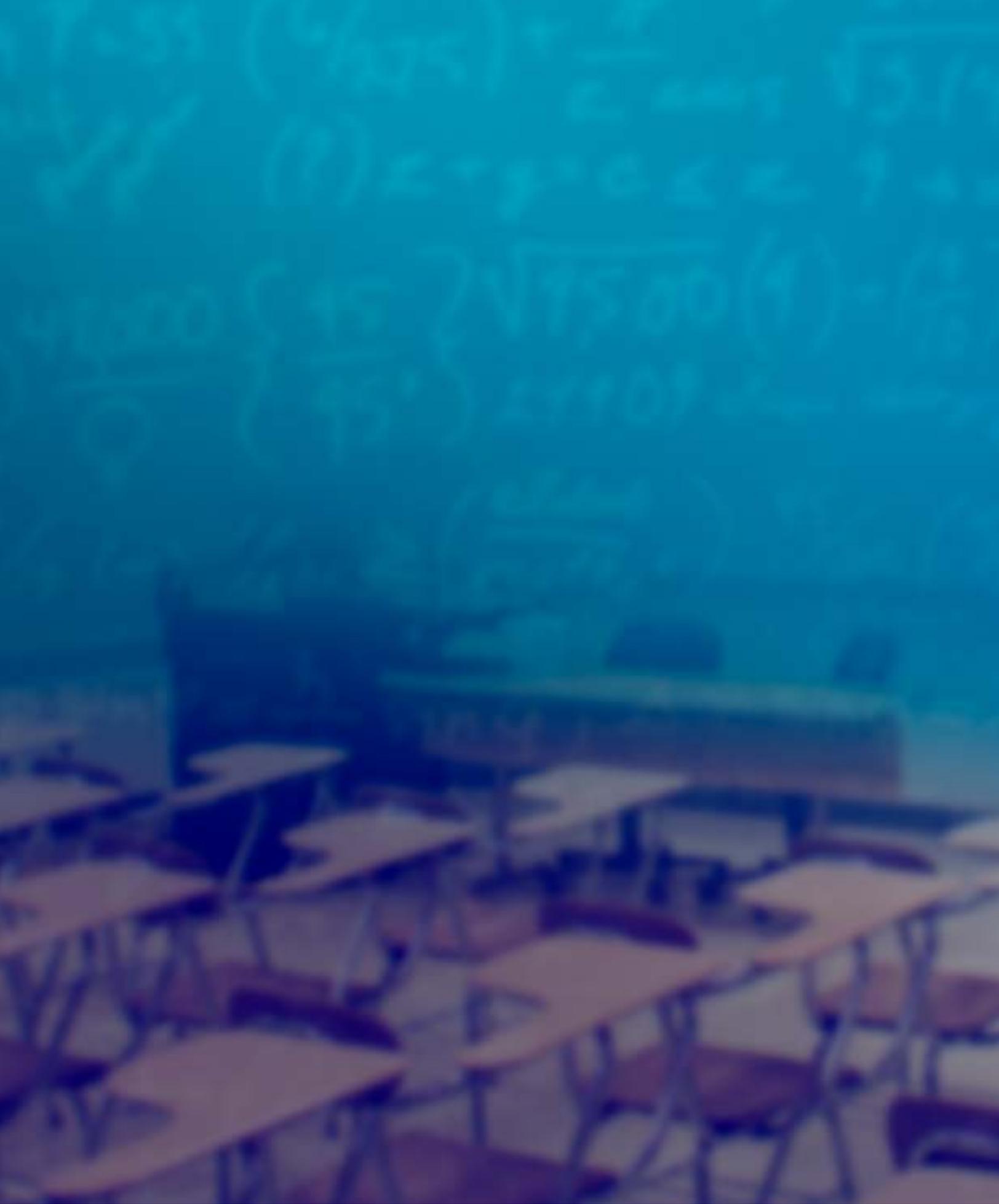
## Agradecimientos

Un especial agradecimiento al Maestro Hermenegildo Lagarda, director del Tecnológico de Cd. Juárez por su visión y liderazgo en la realización de este programa de fortalecimiento académico.

*“Cuando el maestro se siente alumno, y el alumno se siente maestro hay una sinergia positiva de conocimientos en dos sentidos”.*

*José Alanís Villaseñor*

Un especial agradecimiento al Maestro Hermenegildo Lagarda, Director del Tecnológico de Cd. Juárez por su visión y liderazgo en la realización de este programa de fortalecimiento académico y al Dr. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Campus Cd. Juárez, por su apoyo incondicional.



## Bibliografía

+ Alanís, J. A.; Poblano-Ojinaga, E. R.; Díaz, E. E.; Velázquez, M. y Reyes, R. (2019). *Modelo Binomio Educativo ITCJ: Estrategia didáctica para minimizar los índices de reprobación en Ciencias Básicas. Coloquio de Investigación Multidisciplinario. Journal CIM Vol.7, Núm. 1. ISSN: 2007-8102.*

+ Alanís, J.; Lagarda, H.; Reyes, R.; Díaz E. E.; y Poblano-Ojinaga, E.R. (2020) *Estrategia didáctica modelo binomio educativo ITCJ: resultados y trabajo futuro. IPSUMTEC Vol. 3 – Núm. 2. ISSN: 2594 – 2905.*

+ Bilbao Rodríguez María del Carmen y Velasco García Patricia. (2017). *Aprendizaje cooperativo-colaborativo. Editorial Trillas. México. D.F.*

+ Chan, L. y Leal N. (2006), *Formación de tutores pares. Primer encuentro regional de tutorías. Memoria's, Sonora, México.*

+ Collison George y Elbaum Bonnie (2000). *Facilitating online learning. Alwourd Publishing, Madison, WI.*

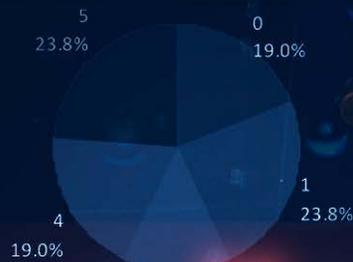
+ Cooper, Javes (1996 Winter) "Cooperative Learning and College Teaching Newsletter". *Domínguez Hills, CA California State University, 6(2).*

+ Cortes Forero, L. P. (2018). *Música y matemáticas, el mejor ritmo de la educación (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).*

+ Pidone, C. L. (2005). *Evaluación de los aprendizajes en la universidad. Diálogos educativos, (9), 2.*

+ Torrado-Arenas, D. M.; Manrique-Hernández, E. F. y Ayala-Pimentel, J. O. (2016). *La tutoría entre pares: una estrategia de enseñanza y aprendizaje de histología en la Universidad Industrial de Santander. Medicas UIS, 29(1), 71-75.*

+ UNESCO (2005). *EFA Global Monitoring Report. UNESCO, Paris pp. 30-37, [http://www.unesco.org/education/gmr\\_download/chapter1.pdf](http://www.unesco.org/education/gmr_download/chapter1.pdf)*



## INDICADORES DE LOGÍSTICA INVERSA EN PYMES DE MAQUINADOS DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA

Artículo arbitrado 5

Edición 17

Perla Ivette Gómez Zepeda<sup>1</sup>, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga<sup>2</sup>, Alejandra Flores Sánchez<sup>3</sup>, Manuel Alonso Rodríguez Morachis<sup>4</sup>, José Luis Anaya Carrasco<sup>5</sup> y Luis Jesús Alamilla Ocaña<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Tecnológico Nacional de México/  
Intituto Tecnológico de Ciudad Juárez  
Av. Tecnológico 1340  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32500.

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez  
Ave. Universidad Tecnológica No. 3051  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32695.

  
perla.gz@cdjuarez.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 1, 2021.

Aceptado: Noviembre 3, 2021.

**Resumen:** Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES) al ser el principal motor económico en los países, requieren una preocupación constante para brindarles estrategias de competitividad, crecimiento, innovación, manejo de recursos humanos, técnicos entre otros aspectos. Se necesitan investigaciones que permitan conocer el desarrollo de los procesos internos, para detectar como apoyar a estas empresas. Por tal motivo esta investigación de carácter descriptivo y tomando en cuenta uno de los procesos, tiene como objetivo identificar los indicadores de logística inversa en las PyMES de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua; la búsqueda de información se realizó con bases en los datos de artículos de carácter científico especializados y relacionados en el tema, lo que permitió detectar instrumentos para medir la logística inversa y ajustarlo para aplicarlo a las empresas de Ciudad Juárez. Los resultados obtenidos muestran que las empresas desconocen como tal el concepto de logística inversa, pero aplican procesos en devoluciones, bodega de inventario, transporte y almacenamiento de mercancías devueltas.

**+ Palabras clave:** PyMES, maquinados, logística inversa, indicadores.

**Abstract:** Small and Medium Enterprises (SMEs), being the main economic engine in the countries, require constant concern to provide strategies for competitiveness, growth, innovation, human and technical resource management, among other aspects. Research is needed

to understand the development of internal processes, to detect how to support these companies. For this reason, this descriptive research and considering one of the processes, aims to identify the reverse logistics indicators in the SMEs of machining in Ciudad Juárez, Chihuahua; The search for information was carried out based on the data of specialized scientific articles related to the subject, which made it possible to detect instruments to measure reverse logistics and adjust it to apply it to companies in Ciudad Juárez. The results obtained show that companies do not know the concept of reverse logistics as such, but apply processes in returns, inventory storage, transportation, and storage of returned merchandise.

✦ **Keywords:** *SME's, machined, reverse logistics, indicators.*

## Introducción

Las empresas son los agentes económicos encargados de producir y distribuir bienes y servicios entre los agentes económicos. Su capacidad para llevar a cabo estas actividades se circunscribe a la disponibilidad de factores productivos y a la demanda de bienes y servicios, los cuales se encuentran localizados. El papel de las PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas) en la economía nacional mexicana es relevante en cuanto a la generación de empleos, ya que representan el segundo tipo de empresa con mayor nivel de personal ocupado, después de las microempresas; las grandes empresas son las unidades económicas que generan una mayor producción, valor agregado e inversión (Gómez Valdéz, 2018).

El desarrollo de la logística en la empresa ha sido significativo debido a la posibilidad de lograr ventajas competitivas. Existiendo la posibilidad de recuperar y aprovechar económicamente aquellos productos que dejan de satisfacer las necesidades del consumidor; esto genera un flujo de materiales y productos hacia el productor denominada logística inversa (Cure Vellojin et al., 2006).

El interés por la logística inversa en los diferentes ámbitos es relativamente moderno. Sus inicios se fijan al principio de la década de los años setenta, cuando se comienza a analizar la estructura de los canales de distribución para el reciclaje, los miembros que participan en estos canales, las nuevas funciones, entre otras actividades. Pero es a partir de los años noventa cuando se comienza a estudiar con mayor profundidad la gestión de los productos fuera de uso y los sistemas logísticos asociados. Las razones por las que se ha incrementado el estudio de la logística inversa son: el creciente aumento de los productos retornados, las oportunidades de venta en los mercados secundarios y la enorme proliferación de las devoluciones (Feal Vázquez, 2008).

Los sistemas de logística inversa implican *"La gestión del flujo de productos o piezas destinadas para su reutilización, reciclado o eliminación de manera efectiva el uso de los recursos"* (Dowlatshahi, 2000). Debe verse a la logística inversa como una ventaja competitiva y no como un sistema que genera solamente costos adicionales (Daugherty, R., Genchev, y Chen, 2005). Los fabricantes deciden participar en la logística inversa y en particular la recuperación del producto para reducir el costo de producción, satisfacer la demanda del cliente, mejorar la imagen de marca y proteger después de mercado (Toffel, 2003).

En el contexto geográfico, Ciudad Juárez, Chihuahua, la industria maquiladora representa para el municipio una de las principales actividades económicas. Para 2003, en Ciudad Juárez, Chihuahua, el mayor reto era que las pequeñas y medianas empresas representaban escaso desarrollo para cerca de 3 mil de ellas, destacando como limitantes, la fiscalidad, el acceso al financiamiento y la poca implicación del capital social (Plan Estratégico de Juárez, Asociación Civil, 2003).

Heras Méndez, Ortiz Villalobos, y Montiel Méndez (2014), mencionan que las PyMES de Ciudad Juárez que analizaron, son empresas que por sus orígenes son desorganizadas, les falta planeación empresarial, el liderazgo que aplican es autocrático a razón de que el dueño es quien administra independientemente de la experiencia o los estudios realizados que pueda tener; debido a la falta de conocimientos de estos administradores, no tienen una planeación estratégica adecuada lo que obstaculiza el desarrollo de las mismas. Además, las PyMES presentan debilidades de reconocimiento sobre la importancia de la innovación, mejoramiento de la imagen de la marca, talento humano adecuado y debilidad en la ventaja competitiva (Navarro-Caballero et al., 2020).

Para esta investigación y tomando en consideración el análisis competitivo de las pequeñas empresas de maquinados en Ciudad Juárez, Chihuahua, más del 50% se ubica en un mediano a bajo nivel de competitividad, mientras que el 57% de las medianas empresas de esta región clasifican en el rango de alta competitividad, es así como se identifica que estas empresas enfocan sus esfuerzos en crear valor al producto o servicio que ofrecen (Gómez Zepeda et al., 2019).

Es necesario que las empresas logren ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional, es por eso, que esta investigación pretende que las pequeñas y medianas empresas, identifiquen de forma adecuada los instrumentos de la logística inversa para la reutilización, reparación y reciclaje de sus productos y así poder brindar a sus clientes un servicio de post venta de mayor calidad, para esto la logística inversa permitirá desarrollar de acuerdo con el tipo de empresa, la gestión que más le convenga, ya sea para reutilización o reparación de las mercancías.

## Metodología

Debido a que se llevó a cabo la recolección de la información y se realizó análisis estadístico, el enfoque de investigación fue de carácter cuantitativo no experimental (Hernández Sampieri et al., 2014), ya que no se realizó manipulación de las variables, aunado a esto se tuvo un alcance descriptivo debido a que los datos obtenidos fueron identificados, analizados y presentados tal cual se encontraron para un mayor entendimiento del problema, este tuvo la finalidad de identificar de las PyMES de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua, los indicadores de logística inversa que se utilizan.

## Materiales y métodos

Con respecto a la recolección de información se realizó la búsqueda de información en revistas de carácter científico, utilizando la Biblio-

teca Virtual de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) y las revistas del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICYT), entre las bases de datos y revistas utilizadas estuvieron Redalyc, Scielo, Elsevier, Ebsco, entre otras; los criterios considerados fueron el de conocer las diferentes percepciones teóricas y los estudios recientes que se realizaron sobre el tema de la aplicación de la logística inversa en las pequeñas y medianas empresas, los conceptos de logística inversa y los instrumentos utilizados para determinar el diagnóstico en las empresas sobre la aplicación de este proceso.

Para poder conocer cuál es la situación de las PyMES seleccionadas de Ciudad Juárez, Chihuahua y tomando como base la investigación “Diseño de un modelo de logística inversa para mejorar la competitividad de las empresas del sector farmacéutico en el Salvador” Alvarado Ayala, M.; Argueta Rivas, S. d. y Fuentes Trujillo, C. M. (2008). para la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador, donde la metodología aplicada permite detectar las áreas críticas de la empresa con respecto a las actividades de logística y logística inversa (Alvarado Ayala et al., 2008), se ajusta el cuestionario al contexto a la investigación. La información revisada permitió obtener los instrumentos de recolección de información que se aplicaron a las pequeñas y medianas empresas de maquinados cuyos resultados fueron analizados con el Software SPSS®, versión 20, mismo que es recomendado en investigaciones de tipo administrativo.

Posteriormente, para validar el instrumento y determinar el grado en que realmente se mide lo que se pretende medir, se realiza la estimación Alfa de Cronbach que indica la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica (Welch y Comer, 1988); el instrumento por utilizar se había determinado como confiable en la investigación de origen, al ser adaptado al contexto de las PyMES de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua es necesario realizar nuevamente la estimación de Cronbach del instrumento, donde se obtuvo un nivel de confiabilidad en promedio de 0.96, considerando que cuanto más cerca se encuentre el valor alfa de 1, mayor es la consistencia interna de los ítems analizados (George y Mallery, 2003) se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Estimación Alfa de Cronbach.

Categoría	Número de Elementos	Alfa de Cronbach
Manejo de Devoluciones	9	0.966
Servicio al cliente	5	0.974
Identificación del destino	6	0.96
Transporte	7	0.966
Bodega de Inventario	7	0.976

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis en SPSS.

## Resultados

Después de la aplicación del instrumento y la realización o el análisis descriptivo sobre las respuestas obtenidas, se analizó la frecuencia de respuesta mediante representaciones gráficas para cada una de las variables identificadas que fueron (Tabla 2).

Tabla 2. Variables de logística Inversa analizadas.

Categoría	Variables
Manejo de Devoluciones	X1= Previsión de devoluciones
	X2= Revisión de mercancía devuelta
	X3= Clasificación de productos devueltos
	X4= Recolección de productos devueltos
	X5= Registro de devoluciones
	X6= Indicadores de devolución
	X7= Políticas de devoluciones
	X8= Revisión de inventario
	X9= Sistema de Inventarios
Servicio al cliente	X10= Estrategias para la disminución de devoluciones
	X11= Documentación de reclamo
	X12= Clasificación de reclamos
	X13= Documentación de órdenes de devolución
Identificación del destino	X14= Documentación de reposiciones
	X15= Tipos de devolución y disposición final
	X16= Identificación del destino de la devolución
	X17= Indicadores de materiales y materia prima devueltos
	X18= Documentación de identificación
	X19= Disposición de acuerdo con la normativa de devoluciones
Transporte	X20= Subcontratación para disposiciones
	X21= Transporte disponible para distribución
	X22= Personal para la disposición de devoluciones
	X23= Transporte para recolección de devoluciones
	X24= Transporte óptimo
	X25= Indicadores de averías en transporte
	X26= Documentación para personal de transporte
X27= Comunicación con proveedores	
Bodega de Inventario	X28= Área de devoluciones
	X29= Clasificación de productos devueltos
	X30= Reutilización de empaques y embalajes
	X31= Personal de almacenamiento y clasificación
	X32= Verificación física de devoluciones
	X33= Almacenamiento adecuado de devoluciones
	X34= Proceso documentado de devoluciones

Fuente: Elaboración propia.

Se consideraron las preguntas más relevantes para cada una de las cinco categorías de logística inversa analizadas para así conocer el comportamiento de las 21 empresas a las cuales se les aplicó el instrumento e identificar los indicadores que aplican las PyMES de maquinados. Se presentan los gráficos de resumen de análisis descriptivo y las respectivas interpretaciones para cada una. Lo anterior con el fin de poder aceptar o rechazar la hipótesis: Los indicadores en los procesos de logística inversa son: manejo de devoluciones, servicio al cliente, disposición, transporte y bodega de inventario como indicadores de la logística inversa impacta en las pequeñas y medianas empresas del área de maquinados de Ciudad Juárez, Chihuahua. Del análisis descriptivo se obtuvo lo siguiente:

- La Figura 1, muestra el registro detallado sobre el manejo que las PyMES de maquinados tienen sobre la devolución del producto, en la cual un 42.9% que casi nunca se cuenta con información anterior de las devoluciones, un 38.1% de manera igualitaria casi nunca y siempre realizan revisión de mercancía devuelta, un 38.1% siempre realizan clasificación de los productos devueltos. En lo que respecta a planificación de ruta de recolección de materiales devueltos resultó un 23.8% nunca, casi nunca y siempre, por lo cual resulta irrelevante esta variable y finalmente en lo que respecta al registro de devolución resultó con un 33.3% siempre realizan dicho registro.

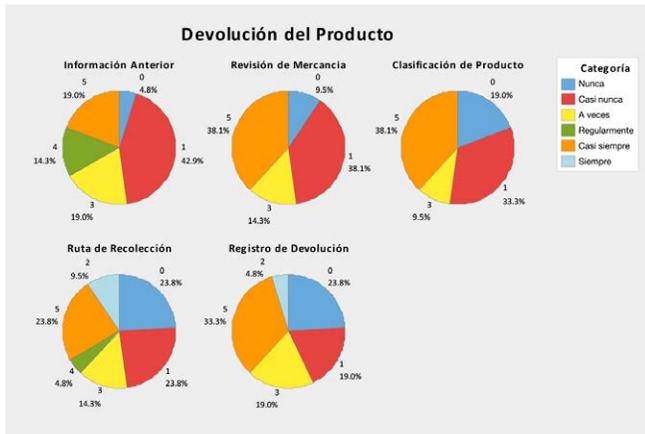


Figura 1. Resultados de la categoría de Devolución de Producto.  
Fuente: Elaboración propia.

Para la categoría de flujo de información de devoluciones se obtuvo que: un 33.3 % casi nunca poseen indicadores de la devolución del cliente, 23.8% casi nunca y siempre tienen políticas de devolución, 33.3% nunca realizan una revisión de inventario de las devoluciones y finalmente 28.6% nunca llevan información sobre el control de los índices de rotación del producto devuelto.

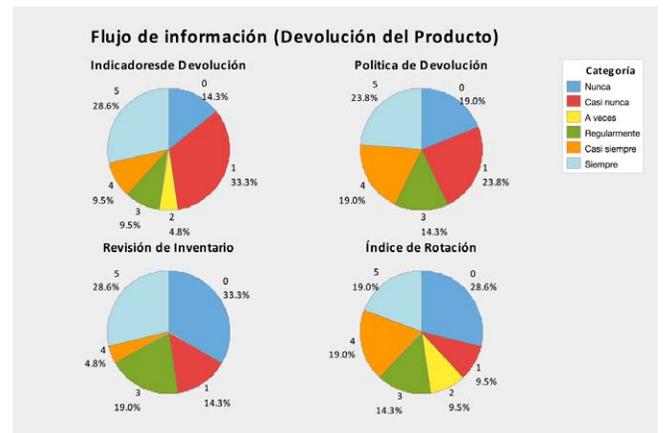


Figura 2. Resultados de la categoría de Flujo de Información.  
Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con la categoría de Servicio al Cliente, esta se divide en: recibo de reclamos y documentación. La Figura 3, muestra lo referente a recibo de reclamos un 33.3% casi nunca tienen estrategias con los clientes para disminuir las devoluciones, con el mismo porcentaje se muestra que siempre tiene detalles de los reclamos y que realizan la clasificación de estos.

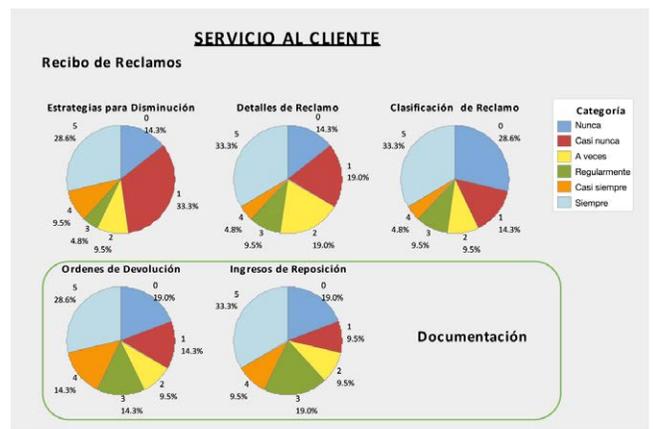


Figura 3. Resultados de la categoría de Servicio al Cliente.  
Fuente: Elaboración propia.

Para la categoría de disposición, que se divide en dos partes: fuentes de información y gestión del destino. De acuerdo con la Figura 4, en lo que respecta a fuentes de información se detectó que un 28.6% nunca se identifican los tipos de devolución, tampoco se identifican las devoluciones dentro de la empresa, no se tienen indicadores de los destinos de los materiales devueltos y no se documentan los procesos de acuerdo a su destino. En lo referente a la gestión del destino se encontró que con un 28.6% casi nunca se siguen las normas y leyes para la disposición

final de las devoluciones un 47.6% nunca cuentan con outsourcing logístico para diferentes destinos.

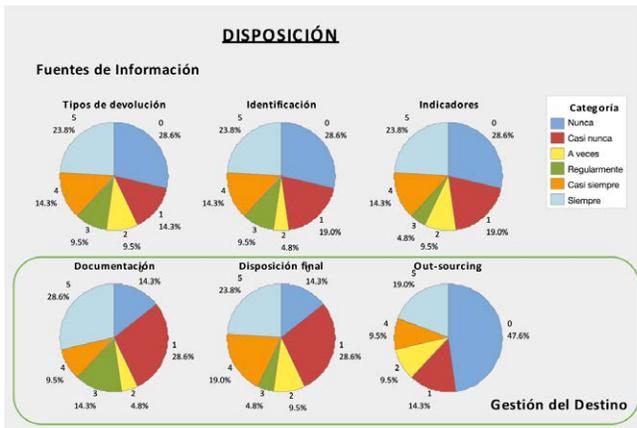


Figura 4. Resultados de la categoría de Disposición.

Fuente: Elaboración propia.

Para la categoría de transporte que se divide en gestión y en subcontrato de transporte, se tiene que de acuerdo con la Figura 5, en lo que respecta a gestión 38.1% casi nunca y siempre poseen transporte para devolver el producto al proveedor. El 42.9%, casi nunca cuenta con el personal para la distribución de los materiales devueltos. El 33.3%, casi nunca cuenta con transporte óptimo para recolectar el producto devuelto, tampoco con los indicadores sobre averías por el transporte y no se asigna documentación a la persona que realiza el transporte del producto devuelto. Y en lo referente al subcontrato de transporte un 33.3%, casi nunca se tiene comunicación con la empresa que provee el servicio.

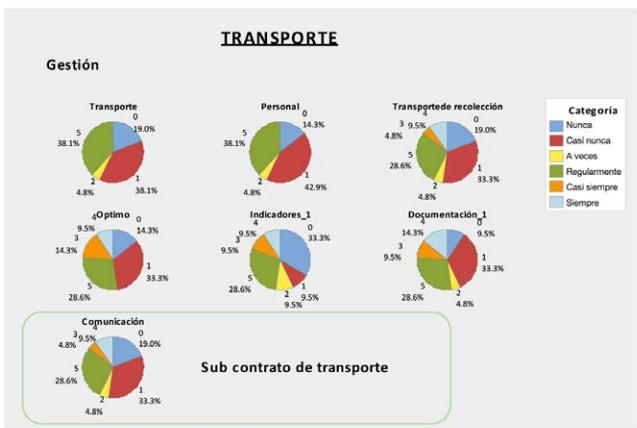


Figura 5. Resultados de la categoría de Transporte.

Fuente: Elaboración propia.

Para la categoría de bodega de inventario que se divide en almacenamiento y recepción física de devoluciones, se tiene que de acuerdo con la Figura 6, en lo que respecta a almacenamiento 38.1%, casi nunca tienen un área asignada para almacenar el producto que se devolvió, con

un 28.6% siempre clasifican el producto devuelto, 28,6% casi nunca y siempre reutilizan el empaque y embalaje de los productos y con un 42.9% casi nunca tienen el personal para esta área de la empresa. En lo que respecta a la recepción física de devoluciones, con un 47.6% casi nunca verifican a detalle el producto devuelto, con un 33.3% siempre tienen un adecuado almacenamiento del producto devuelto y un proceso de recepción definido y documentado.

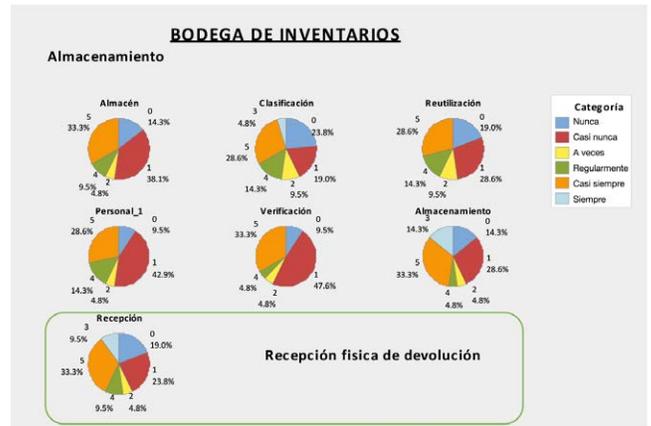


Figura 6. Resultados de la categoría de Bodega de Inventarios.

Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

En términos generales, se puede observar que de los indicadores de logística analizados en las PyMES de Ciudad Juárez como son el manejo de devoluciones, servicio al cliente, disposición, transporte y bodega de inventarios que manejan una tendencia de nula aplicación en estas empresas, ya que si bien cumplen con la entrada de mercancías y almacenamiento de las mismas, no realizan el control de las mercancías desde su llegada al almacén, por lo cual al momento que estas regresan a la empresa, no cuentan con los sistemas de control, personal, almacenamiento y disposición adecuados. Las empresas no tienen los procesos definidos para poder dar seguimiento a las mercancías devueltas y poder determinar el destino de estas y sobre todo conocer cuales son los medios y recursos para poder disponer de forma adecuada; por lo cual es necesario generar proyectos que permitan a las PyMES estructurar, desarrollar sus procesos y dar seguimiento en sus actividades.

## Bibliografía

- + Alvarado Ayala, M.; Argueta Rivas, S. d. y Fuentes Trujillo, C. M. (2008). *Diseño de un modelos de logística inversa para mejorar la competitividad de las empresas del sector farmacéutico en El Salvador*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- + Cure Vellojín, L.; Meza González, J. C. y Amaya Mier, R. (Julio-diciembre de 2006). *Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones*. *Ingeniería y Desarrollo*(20), 184-202.
- + Daugherty, P. R. R.; Genchev, S. y Chen, H. (2005). *Reverse Logistics Superior performance through focused resource commitments to information technology*. *Transportation Research Part E* 41, 77/92. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/39525/1/articulo2.pdf>
- + Dowlatshahi, S. (2000). *Developing a theory of reverse logistics*. *Interfaces*, 30(3), 143/154.
- + Feal Vázquez, J. (2008). *Logística Inversa*. México: Dialnet.
- + George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference fourth edition (11.0 update)*. CA, U.S.A.: Wadsworth Publishing Co. Belmont.
- + Gómez Valdéz, A. J. (Enero de 2018). *Perfil sectorial y regional de la PyME en México*. México: TESIUNAM. Recuperado el 27 de Febrero de 2018, de TESIUNAM: <http://132.248.9.195/ptd2018/enero/0769756/Index.html>
- + Gómez Zepeda, P. I.; Meléndez Sepúlveda, R.; Cárdenas Morales, J. A. y Salcido Ornelas, D. (2019). *Competitividad de las pequeñas y medianas empresas de la industria de maquinas en Ciudad Juárez, Chihuahua*. En C. C. Fernández Gaxiola, *Camino hacia la internacionalización: Logística Internacional (Primera ed., págs. 70-74)*. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.
- + Heras Méndez, L.; Ortiz Villalobos, K. J. y Montiel Méndez, Ó. J. (agosto-diciembre de 2014). *Perfil Operativo de las Pyme Juarenses*. *novaRua Revista Universitaria de Administración*, 4(9), 14-24.
- + Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, D. F. : Mc Graw Hill Education.
- + Navarro-Caballero, M.; Hernández-Fernández, L.; Navarro-Manotas, E. y Hernández-Chacín, J. (2020). *Innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas familiares del sector manufacturero del Atlántico-Colombia/ Innovation in micro, small and medium-sized family business in the manufacturing sector in Atlántico-Colombia*. *Revista De Ciencias Sociales*, 26(4), 124-144. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34653>
- + Plan Estratégico de Juárez, Asociación Civil. (22 de Mayo de 2003). Obtenido de Plan Estratégico de Juárez, Asociación Civil: <http://www.planjuarez.org/descargadocumentos/diagnosticoeconomico.pdf>
- + Toffel, M. (2003). *The growing strategic importance of end-of-life product management*. *California Management Review*, 45(3), 102-129.
- + Welch, S. y Comer, J. (1988). *Quantitative Methods for Public Administration: Techniques and Applications*. Virginia, U.S.A.: Cole Publishing Co.

REDES BAYESIANAS APLICADAS A SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO:

# UN CASO SEMIHIPOTÉTICO

Artículo arbitrado 6

Edición 17



Luz Angélica Aguilar Chávez<sup>1</sup>, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina<sup>2</sup>, Jorge Luis García Alcaraz<sup>3</sup>, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga<sup>4</sup> y Roberto Díaz Reza<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Tecnológico Nacional de México/  
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez  
Ave. Tecnológico 1321, Fracc. El Crucero.  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32500



laach19@gmail.com

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 11, 2021.

Aceptado: Noviembre 20, 2021.

**Resumen:** El propósito de este documento es analizar el proceso de toma de decisiones en base a la utilización de la herramienta de Redes Bayesianas y la elaboración de algunas herramientas que capturen de forma adecuada la relación entre las variables primordiales de estudio sobre un problema de transporte semi masivo. En este documento se analiza la importancia de utilizar las Redes Bayesianas, así como incluir dentro de la construcción de las mismas variables como, edad, sexo, nivel escolar, entre otras, de las personas que utilizan los transportes públicos de la ciudad. Se consideró una pequeña muestra resultante de los usuarios de la ruta troncal que está funcionando en el suroriente de la Ciudad Juárez y se construyó una pequeña estructura bayesiana, con la cual fue posible realizar una serie de procesos y operaciones que permitieron obtener algunas inferencias y probabilidades estadísticas.

**Palabras clave:** Redes Bayesianas, Ciudad Juárez, estadística, probabilidades, transporte.

**Abstract:** The purpose of this document is to generate a research article where it is possible to analyze the decision-making process based on the use of the Bayesian Networks tool and the elaboration of some that adequately capture the relationship between the primary variables of study on a semi-mass transport problem. This document analyzes the importance of using Bayesian Networks, as well as including within

the construction of the same variables such as age, sex, school level, among others, of the people who use the city's public transport. A small sample resulting from the users of the trunk route that is operating in the southeast of Ciudad Juárez was considered and a small Bayesian structure was built, with which it was possible to carry out a series of processes and operations that allowed to obtain some inferences and statistical probabilities.

✦ **Keywords:** *Bayesian networks, Ciudad Juarez, statistic, probabilities, transport.*

## Introducción

Ciudad Juárez, una importante ciudad industrial del noroeste de México, ha visto incrementar la necesidad de actualización o mejoramiento de diversos aspectos fuertemente relacionados con el bienestar de sus habitantes, tales como, seguridad, transporte, servicios, entre otros. La industrialización creciente de la ciudad exige de la misma forma la actualización y mejoramiento de los accesos a los servicios de transporte de los ciudadanos, los cuales incluyen vías alternas en buen estado, seguridad del transporte y, por supuesto un transporte de buena calidad.

El sistema de transporte urbano ha representado a lo largo de los años uno de los problemas que más necesidad de actualización o mejoramiento debido a las distintas carencias en diversos aspectos como lo son: los contaminantes emitidos por las unidades en uso, la falta de mantenimiento para el buen funcionamiento de los autobuses, la actualización de los servicios necesarios hoy en día para un cómodo traslado, la buena estructuración de los horarios de recorridos, puntos de parada, etcétera. Sin duda, este es un problema que ha aquejado a la sociedad juarense a lo largo de su evolución, sin embargo, no es solo un problema concerniente a la ciudad, si no a nivel global, ya que la industrialización de las urbes exige de la misma forma la actualización y mejoramiento de los accesos a los servicios de transporte de los ciudadanos.

El desarrollo en aspectos económicos, sociales y urbanos demanda que los proyectos ejecutados en las urbes sean aquellos que ayuden al mejoramiento del bienestar de los ciudadanos y la comunidad en general. Esto con lleva a la demanda de políticas de transporte público acorde a las problemáticas y necesidades de cada territorio. Demanda de políticas de transporte público acorde a las problemáticas y necesidades de cada territorio o zona de la ciudad, lo cual conlleva al mejoramiento del bienestar de los ciudadanos y la comunidad en general.

El propósito de cualquier ciudad con un desarrollo industrial tan exitoso como ha ocurrido en Ciudad Juárez desde 1969 es o debería ser, desarrollar también tendencias mundiales de urbanización, tales como, sistemas de trenes ligeros de alta calidad. Es por eso que en los últimos años las ciudades más desarrolladas han buscado la manera de implementar tendencias mundiales de urbanización que buscan fortalecer el desarrollo de las urbes, planificando e implementando sistemas de transporte innovadores, como los son el “Bus Rapid Transit” (BRT) por sus siglas en inglés, sistemas de autobuses rápidos.

Las principales características de este sistema incluyen las siguientes:

- **Infraestructura exclusiva:** Carriles exclusivos para la circulación de los autobuses.
- **Vehículos de gran desempeño y capacidad:** Se utilizan autobuses, normalmente articulados con capacidad hasta para 160 pasajeros, con última tecnología, lo cual aseguraría un estándar de bajas emisiones.
- **Reorganización institucional:** Se crea o determina un arreglo institucional específico para la gestión, control y operación del sistema.
- **Gestión adecuada de la operación:** Se establecen parámetros de operación después de una cuidadosa planificación de las características de la demanda del sistema y las necesidades de los viajes de la ciudad.
- **Pago de ticket en estación:** El pago en cada una de las estaciones de abordaje hace más rápida la operación del sistema y los tiempos de desplazamiento se reducen de manera considerable (Prado, 2009).

El objetivo de todo sistema de transporte debe de ser movilizar personas, por lo tanto, se trata de maximizar la capacidad de transporte (número de personas transportadas por hora) y no la capacidad vial (cantidad de vehículos circulando por hora). Las Figuras 1, 2 y 3 muestran ejemplos de ciudades como Curitiba, Brasil, Ciudad de México y Bogotá, Colombia.



Figura 1. Sistema de transporte BRT, Curitiba. Recuperado de: <https://www.greencitytimes.com/wp-content/uploads/2018/08/trinary-road-spine.jpg>



Figura 2. Sistema de transporte Metrobús en la CDMX. Recuperado de: <https://elcapitalino.mx/wp-content/uploads/2020/12/maxresdefault.jpg>



Figura 3. Sistema de transporte BRT, Bogotá. Recuperado de: <https://use.metropolis.org/case-studies/transmilenio-bus-rapid-transit-system>.

En la búsqueda de la adecuada inversión de los recursos públicos se han desarrollado modelos que ayudan a que la evaluación de las condiciones que se tienen para las posibles inversiones sea más sencilla o adecuada. Estos análisis de cómo invertir se basan en los conceptos de confiabilidad o aproximaciones probabilísticas, dentro de las cuales se encuentran las Redes Bayesianas, las cuales basan su método gráfico en eventos de causa-efecto, de aquí su nombre de redes causales. Las Redes Bayesianas (o redes causales) se basan en mejorar la prevención de un riesgo operacional, funcionando como un sistema de apoyo en la toma de decisiones en una situación emergente y la realización de mejoras en las estrategias operacionales.

## Marco teórico

El objetivo principal del proyecto fue aplicar un algoritmo de aprendizaje de redes Bayesianas a un problema de sistemas de transporte público, y así obtener la estructura y parámetros necesarios para realizar procesos de inferencia, al igual que conocer los patrones y dependencias de las variables. Enseguida, como objetivos específicos, se definieron las variables para el caso del sistema de transporte y se establecieron los patrones y relaciones entre las variables elegidas. Se analizó cuáles eran las variables principales que se involucran en las características de los usuarios del sistema de transporte y qué relaciones se encuentran entre las variables establecidas.

El sistema de transporte es uno de los pilares de la economía de cada ciudad, puesto que representa el medio indispensable de muchos habitantes para realizar sus actividades esenciales de la vida diaria. Algunos de los principales factores que intervienen en la movilidad de las personas son: el género, la edad, ocupación y escolaridad. Sin embargo, existen otros factores que también se deben de tomar en cuenta como lo son el tamaño de la familia, ingreso económico, lugar de residencia y método de transporte (Alcántara, 2010).

El análisis fue dirigido a comprobar que las variables principales involucradas serían edad, sexo, estado civil, ocupación, escolaridad y lugar de residencia. Se hizo la consideración de que las variables establecidas se relacionan de manera condicional siendo estas necesarias para la correcta construcción de la red.

Las redes bayesianas son una herramienta de modelado gráfico que permite especificar las distribuciones de probabilidad de un conjunto de variables relacionadas entre sí que pueden representar una situación

específica. Esta representación gráfica se realiza mediante un grafo acíclico dirigido (DAG) por sus siglas en inglés, compuesto de nodos que representan las variables proposicionales del problema y los arcos de la red representan influencias causales directas de dichas variables.

Una red bayesiana es un medio de representación que tiene como objetivo organizar el conocimiento de una situación particular en un coherente “Todo”. Dentro de la estructura de la red se encuentran las probabilidades, que cuantifican las relaciones existentes entre las variables y sus causas directas, las cuales mediante ciertas interacciones componen una red causal, que bajo conocimiento a priori, se puede actualizar mediante la inclusión de nueva evidencia que a su vez provocaría el cambio de las probabilidades en la red a una actualización de los parámetros establecidos.

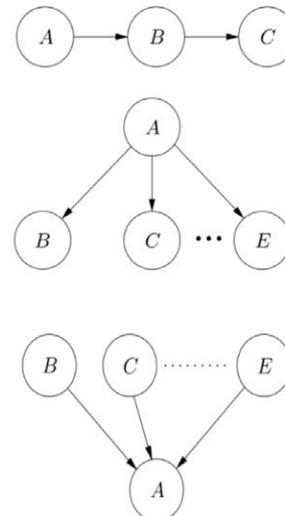


Figura 4. Tipos de redes bayesianas. Recuperado de: Nielsen, T. Jensen, F. (2008). *Bayesian Networks and Decision Graphs*.

Se pueden describir en términos de un componente cualitativo, que consta de un DAG, y un componente cuantitativo, que consiste en una distribución de probabilidad conjunta que se factoriza en un conjunto de distribuciones de probabilidad condicionales regidas por la estructura del DAG (Figura 5).

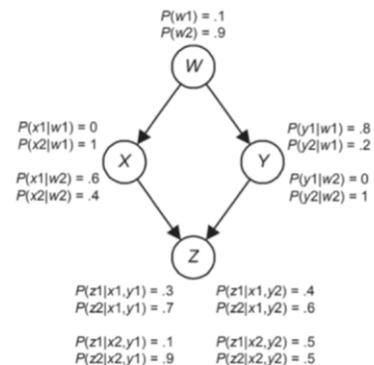


Figura 5. Ejemplo de Red Bayesiana con probabilidades condicionales. Recuperado de: Neapolitan, R. (2004). *Learning Bayesian Networks*.

Dentro de la construcción de las redes bayesianas, se utiliza la definición de distribución de probabilidad, pues lo que se trata es de construir una distribución  $Pr$  tal que logre capturar el estado de creencia con respecto al dominio dado. Las probabilidades condicionales que necesitamos se definen en base a las variables y sus parientes, definidas formalmente como: para cada variable  $X$  en  $DAG G$  y sus parientes  $U$ , se debe definir una probabilidad  $Pr(x|u)$  para cada valor de la variable  $X$  y cada posibilidad  $u$  de los parientes  $U$ . Estas probabilidades condicionales se construyen a partir de las probabilidades de los arcos de la red y de sus descendientes, que a su vez si la red es larga, se convierten en padres de otros hijos y así sucesivamente.

Las Redes Bayesianas permiten la actualización del conocimiento, cómo combinar y actualizar el conocimiento de expertos con datos observacionales proporcionando un marco sólido para representar y razonar considerando la existencia de incertidumbre e imprecisión.

La construcción de una red bayesiana se desarrolla en dos fases: En primer lugar, dado el problema que nos ocupa, se identifican las variables pertinentes y las relaciones (causales) entre ellos. El  $DAG$  resultante especifica un conjunto de supuestos de dependencia e independencia que se aplicarán en la distribución de probabilidad conjunta, que es la siguiente en especificarse en términos de un conjunto de distribuciones de probabilidad condicional. La Figura 5, muestra un ejemplo de Red Bayesiana.

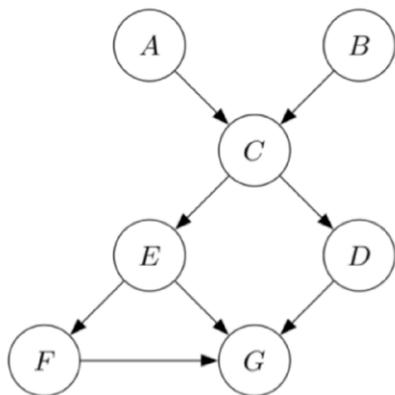


Figura 6. Ejemplo de Red Bayesiana. Recuperado de: Nielsen, T. Jensen, F. (2008). Bayesian Networks and Decision Graphs.

El propósito principal de la red bayesiana es expresar una independencia condicional y las relaciones entre las variables del modelo mediante la separación gráfica, es decir, capturar los efectos de la interacción que se mantiene entre las variables aleatorias por medio de un gráfico, los cuales funcionan como un modelo estadístico definido por una colección de independencias condicionales entre variables.

Una red causal consiste en un conjunto de variables y un conjunto de enlaces dirigidos (también llamados arcos) entre variables. Matemáticamente, la estructura se denomina gráfico dirigido. Cuando hablamos de las relaciones en un grafo dirigido, usamos la redacción de las relaciones familiares: si hay un vínculo de  $A$  a  $B$ , decimos que  $B$  es un hijo de  $A$ , y  $A$  es un padre de  $B$ .

Se puede interpretar formalmente bajo la siguiente definición. Dada una variable  $V$  en un  $DAG G$ :

Los parientes de  $V$  en  $DAG F$  son el conjunto de variables  $N$  con un borde entre  $N$  y  $V$ .

Los descendientes de  $V$  en  $DAG G$  son el conjunto de variables  $N$  tal que existe un recorrido desde  $V$  a  $N$ .

Los NO descendientes de  $V$  son todas aquellas variables en  $DAG G$  distintas a  $V$ , sus parientes y descendientes.

En este sentido, un grafo acíclico dirigido puede verse en términos de la independencia existente entre sus elementos, es decir, cada variable es condicionalmente dependiente de sus no descendientes dado sus parientes.

Como se puede observar, toda red bayesiana está compuesta por un gráfico, el cual es un conjunto de nodos  $V=(v_1, v_2, \dots, v_n)$  y un conjunto de arcos  $A$  que están identificados por un par de nodos de  $V$ , es decir,  $a_{ij} = (v_i, v_j)$ .

Los grafos de la red pueden ser:

**A dirigido:** si  $a_{ij}$  es un par ordenado y el arco no tiene dirección.

**Dirigido:** si  $a_{ij}$  es un par ordenado y el arco tiene una dirección específica.

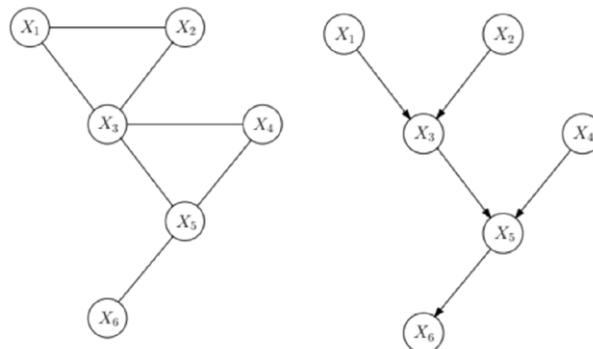


Figura 7. Izquierda: grafo adirigido. Derecha: grafo dirigido. Recuperado de: Riggelsen, C. (2008). Approximation Methods for Efficient Learning of Bayesian Networks.

De aquí que una red bayesiana está definida como:

Un grafo acíclico dirigido  $G=(V,A)$  donde cada nodo  $v_i$  en  $V$  corresponde a una variable aleatoria en  $X_{p_i}$  que representa las relaciones de independencia condicional.

Una distribución de probabilidad global  $X$  con parámetros  $\theta=(\theta_{p_1}, \dots, \theta_{p_p})$ , donde  $\theta_i$  consiste de las probabilidades locales  $(\theta_{x_i} | X_{pa(i)})$

$$P(x) = \prod_{v \in V} P(X_v | X_{pa(v)}) \quad (1)$$

$$P_r(X|m, \theta) = \prod_{i=1}^p P_r(X_i | m, X_{pa(i)}, \theta_i) = \prod_{i=1}^p \theta_{(x_i | X_{pa(i)})} \quad (2)$$

El grafo acíclico dirigido (*DAG*) es un mapeo de la independencia de las variables mediante la separación gráfica de los nodos que implica la independencia probabilística.

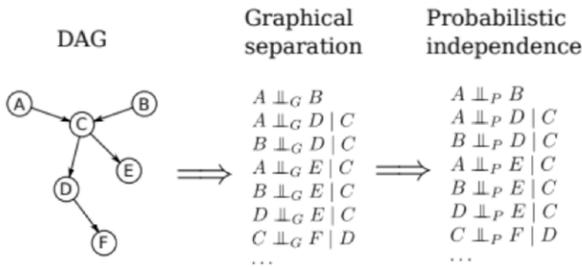


Figura 8. Separaciones graficas e independencia probabilística. Recuperado de <https://www.bnlearn.com/about/teaching/slides-bnshort.pdf>

El segundo componente principal de las *BN* es la distribución de probabilidad  $P(X)$ . La elección de la misma debe ser tal que la *BN*:

- Se pueda aprender de manera eficiente a partir de los datos.
- Sea flexible.
- Se puede utilizar para realizar inferencias.

Las más comunes por su capacidad para realizar inferencias exactas son las redes discretas (multinomiales), redes Gaussianas (variables son normal multivariadas y distribuciones multinomiales) y lineales Gaussianas condicionales (variables como mezcla se normales multivariadas y las distribuciones multinomiales, normales invariadas o mezcla de normales).

Las redes Bayesianas se enfocan en calcular probabilidades posteriores o densidades de probabilidad, en base al conocimiento que se tiene sobre la estructura de la red (*DAG G*) y sus parámetros ( $\theta$ ). Es decir,  $P$

$$P(X|E,G) = P(X|E,G,\theta) \quad (3)$$

*E* (evidencia): soft evidence o hard evidence.

Las consultas que se realizan en base a estas distribuciones de probabilidad son eventos de interés, como lo son las probabilidades condicionales (*CPQ*) o consultas máximas a posteriori (*MPE*). La introducción de la evidencia a la red permite realizar una actualización de los parámetros establecidos en un inicio. Como se muestra en la figura 9, en donde se introduce evidencia a los nodos denominados “B”, “C” y “D”, los cuales repercuten directamente en las probabilidades de sus descendientes.

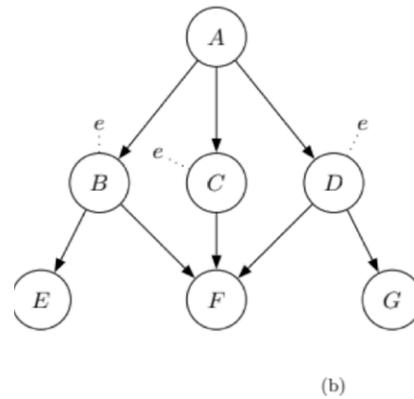


Figura 9. Introducción de evidencia a la red bayesiana. Recuperado de: Nielsen, T. Jensen, F. (2008). *Bayesian Networks and Decision Graphs*.

Por ejemplo, si tomamos como referencia la red bayesiana estipulada en la Figura 10, se puede verificar que la introducción de nueva evidencia en el nodo *E*, repercute directamente en los nodos descendientes como los son *O*, *R* y *T* representado en la Figura 11. La evidencia introducida específicamente es que en el nodo *E* se tiene la certeza de que la muestra recae en el valor proposicional de “uni”, lo cual cambia las probabilidades dando lugar a una superior en el nodo *O* para el valor de “emp” principalmente, así como ligeras modificaciones en el nodo *R* para el valor “big” y en el nodo *T* para el valor “car”.

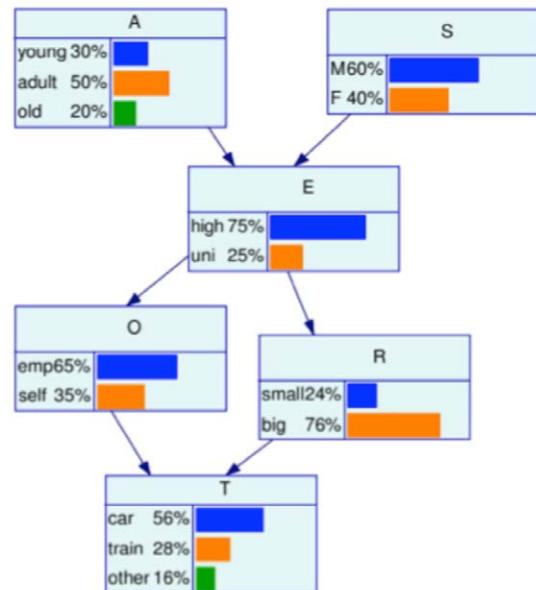


Figura 10. Red bayesiana original aplicada a un problema de variables proposicionales reales. Recuperado de: <https://www.bnlearn.com/about/teaching/slides-bnshort.pdf>

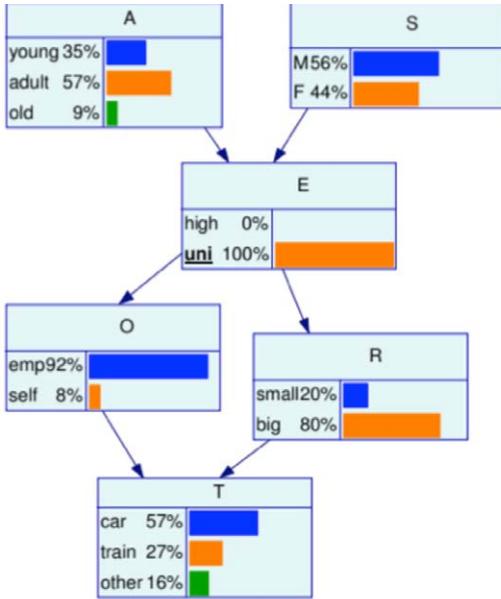


Figura 11. Red bayesiana posterior a la introducción de evidencia. Recuperado de: <https://www.bnlearn.com/about/teaching/slides-bnshort.pdf>

La recolección de información acerca de las variables de interés nos provee de datos de donde se puede extraer información (probabilidades) para los cuales se construye una red Bayesiana donde se determine las conexiones entre las variables proposicionales, y su relación causa-efecto, de modo que podamos seguir recolectando información para la actualización del conocimiento.

Antes de establecer las CPT y de hacer la recolección de los datos, es necesario establecer los posibles valores de nuestras variables, se debe de establecer los posibles valores de cada variable, que son:

- **EDAD:** joven, adulto, amayor (adulto mayor).
- **SEXO:** hombre, mujer.
- **ESTADO CIVIL:** solt (soltero), cas (casado), viud (viudo), div (divorciado).
- **OCUPACIÓN:** estudiante, empa (empleo alto), empb (empleo bajo).
- **EDUCACIÓN:** prim (primaria), sec (secundaria), prep (preparatoria), prof (profesional).
- **RESIDENCIA:** sur, suro (sur-oriente), poniente.
- **TRANSPORTE:** camión, troncal, carro.

La recolección inicial de datos fue de 40 individuos relacionados con 7 variables que formarán los nodos de la red, la información fue representada en el siguiente dataframe:

## Materiales y métodos

El primer paso dentro del trabajo que se realizó fue la construcción de la red, mediante la definición de las variables de interés y las interacciones de las mismas. Para este problema, la red bayesiana está definida de la siguiente forma, donde los padres son: EDAD y SEXO, para ESTADO CIVIL, este último es padre para EDUCACION y OCUPACION, los cuales a su vez tienen como hijo a la variable RESIDENCIA, que es padre de TRANSPORTE, esta última es denominada variable de evidencia y la probabilidad de la misma es denominada probabilidad de evidencia.

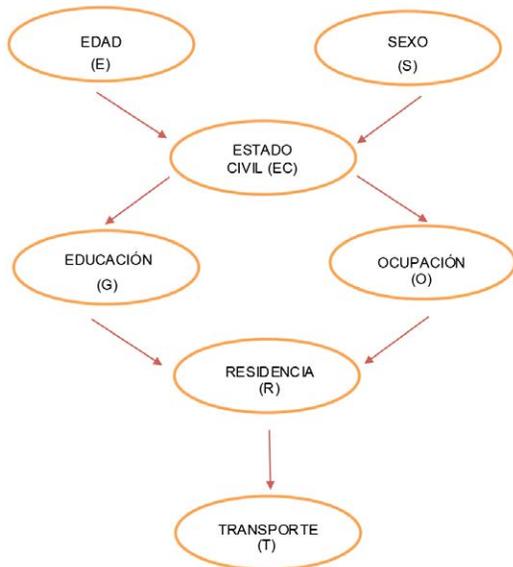


Figura 12. Red bayesiana propuesta para el problema de transporte urbano.

	E	S	EC	G	O	R	T
1	joven	mujer	solt	sec	estudiante	sur	camion
2	joven	hombre	solt	sec	estudiante	sur	camion
3	adulto	hombre	cas	prim	empa	suro	troncal
4	adulto	mujer	cas	prim	empb	suro	troncal
5	adulto	mujer	cas	sec	empb	suro	carro
6	amayor	mujer	viud	prof	empa	sur	carro
7	joven	hombre	solt	prep	estudiante	poniente	troncal
8	amayor	hombre	cas	prof	empa	suro	carro
9	adulto	mujer	div	prep	empb	sur	camion
10	adulto	mujer	cas	prep	empb	poniente	troncal
11	joven	mujer	solt	sec	estudiante	suro	troncal
12	joven	hombre	solt	sec	empb	sur	camion
13	adulto	hombre	div	prep	empa	poniente	carro
14	adulto	mujer	cas	sec	empb	suro	camion
15	amayor	mujer	viud	sec	empb	poniente	troncal
16	adulto	mujer	cas	prep	empa	sur	carro
17	adulto	mujer	cas	sec	empb	sur	camion
18	joven	hombre	cas	prep	estudiante	suro	camion
19	adulto	hombre	div	prep	empa	poniente	carro
20	joven	mujer	solt	prep	estudiante	sur	camion
21	amayor	hombre	cas	prof	empa	poniente	carro
22	adulto	hombre	cas	prof	empa	suro	carro
23	adulto	mujer	solt	prep	empa	sur	camion
24	joven	mujer	solt	sec	empb	suro	troncal
25	joven	hombre	solt	prep	empb	sur	camion
26	amayor	mujer	cas	prim	empa	poniente	troncal
27	adulto	hombre	div	prep	estudiante	sur	camion
28	adulto	mujer	solt	prof	empa	suro	carro
29	joven	mujer	solt	prep	estudiante	sur	camion
30	adulto	hombre	cas	prof	empa	poniente	carro
31	amayor	hombre	div	prof	empa	sur	carro
32	adulto	mujer	cas	sec	empb	suro	camion
33	amayor	mujer	div	prim	empb	sur	carro
34	adulto	hombre	cas	prep	empa	suro	camion
35	joven	hombre	solt	prep	estudiante	sur	troncal
36	adulto	mujer	cas	sec	empb	poniente	camion
37	amayor	hombre	viud	sec	empb	suro	troncal

Figura 13. Recolección de datos inicial.

Dentro de la construcción de las redes bayesianas, se utiliza la definición de distribución de probabilidad, pues lo que se trata es de construir una distribución Pr tal que logre capturar el estado de creencia

con respecto al dominio dado. Las probabilidades condicionales que necesitamos se definen en base a las variables y sus parientes, definidas formalmente como: Para cada variable  $X$  en DAG  $G$  y sus parientes  $U$ , se debe definir una probabilidad  $Pr(x|u)$  para cada valor de la variable  $X$  y cada posibilidad  $u$  de los parientes  $U$ . Por ejemplo, en la red definida para nuestro problema, tendríamos que definir las probabilidades condicionales de  $Pr(EC|E,S)$ ,  $Pr(G|EC)$ ,  $Pr(O|EC)$ ,  $Pr(R|G,O)$ ,  $Pr(T|R)$ , las cuales se pueden organizar como una tabla denominada como CPT, tabla de probabilidades condicionales, por sus siglas en ingles.

## Resultados

Por medio de la recolección de datos se procedió a calcular las tablas de probabilidad condicional de cada una de las variables que constituyen la red bayesiana del problema abordado como se muestra en la Figura 14 y 15, de manera que se pueden realizar ciertas inferencias mediante la introducción de evidencia a la red que permita visualizar los efectos de la fuerza de cada variable en sus conexiones o dependencias con alguna otra.

```
> E.prob
E
  joven adulto amayor
0.273 0.545 0.182
> S.prob<-array(c(0.523,0.477),)
> S.prob
S
  mujer hombre
0.523 0.477
> EC1.prob<-array(c(0.318,0.477)
> EC1.prob
EC
  solt  cas  viud  div
0.318 0.477 0.069 0.136
```

Figura 14. Tablas de CPT (probabilidad condicional) parte 1.

Se logra visualizar que la red esta más cargada hacia ciertas variables debido a los resultados del muestreo que se realizó, sin embargo los procedimientos estadísticos de los cuales se disponen permiten realizar ciertas adecuaciones tanto en los datos y por ende en la red, de forma que modifique los resultados iniciales y que nos permitan obtener información importante del comportamiento del problema que nos lleve a la toma de decisiones de manera fundamentada.

```
, , S = mujer
  E
EC  joven adulto amayor
solt 1 0.154 0.00
cas  0 0.769 0.25
viud 0 0.000 0.50
div  0 0.077 0.25

, , S = hombre
  E
EC  joven adulto amayor
solt 0.833 0.091 0.00
cas  0.167 0.636 0.50
viud 0.000 0.000 0.25
div  0.000 0.273 0.25

> G.prob<-array(c(0.429,0,0.428,0.143,0.143,0.143),)
> G.prob
  EC
G  solt  cas  viud  div
sec 0.429 0.286 0.667 0.000
prim 0.000 0.190 0.000 0.167
prep 0.428 0.286 0.000 0.666
prof 0.143 0.238 0.333 0.167
> O.prob<-array(c(0.571,0.143,0.286,0.143),)
> O.prob
  EC
O  estudiante  empa  empb
estudiante 0.571 0.143 0.000 0.167
empa        0.143 0.524 0.333 0.500
empb        0.286 0.333 0.667 0.333

> T.prob
  R
T  sur  suro  poniente
camion 0.611 0.267 0.090
troncal 0.056 0.400 0.455
carro  0.333 0.333 0.455
> R.prob<-array(c(0.75,0.25,0,0,1,0,0,0.6),)
> R.prob
, , O = estudiante
  G
R  sec prim prep prof
sur  0.75 0 0.666 0
suro 0.25 1 0.167 0
poniente 0.00 0 0.167 1

, , O = empa
  G
R  sec prim prep prof
sur  1 0.0 0.286 0.286
suro 0 0.5 0.286 0.428
poniente 0 0.5 0.428 0.286

, , O = empb
  G
R  sec prim prep prof
sur  0.222 0.5 0.667 1
suro 0.556 0.5 0.000 0
poniente 0.222 0.0 0.333 0
```

Figura 15. Tablas de CPT (probabilidad condicional) parte 2.

## Conclusión

El uso de las redes bayesianas para establecer las variables principales que afectan en la elaboración de sistemas y redes de transporte y las relaciones entre las mismas de forma que puedan ser utilizados en la gestión y planificación de procesos y recursos públicos puede ser una de las grandes aplicaciones y alcances de esta herramienta. Por otro lado, el uso y modelado de las redes bayesianas se puede extender a otras actividades públicas y privadas que involucren incertidumbre y la introducción de evidencia a sus procesos.

Las redes bayesianas se utilizan en distintos sectores industriales, pero también en el área médica, agrícola, software, etcétera. Por ejemplo, en el sistema portuario las redes bayesianas se han aplicado como un método para la caracterización de los parámetros físicos de las terminales de contenedores del sistema portuario en España, en donde se buscaba determinar los escenarios de eficiencia de las terminales que componen el sistema mediante métodos probabilísticos y redes bayesianas. (Molina, B. 2018). En la ingeniería civil, se han utilizado para predecir riesgos en proyectos de software debido a que el desarrollo de estos sistemas de software llega a ser costoso, difícil y en varias ocasiones son más los fracasos que se tienen hasta llegar al éxito del desarrollo del mismo, por lo cual, en esta área, la aplicación de las redes bayesianas suele ser muy asertiva pues permite modelar el conocimiento experto y la representación de la incertidumbre de ciertos eventos.

Una de las mayores trascendencia de la aplicación de las redes bayesianas es el que tienen en la toma de decisiones, por ejemplo, en el caso del problema de transporte de Ciudad Juárez, se deben tomar decisiones importantes, pues repercuten en muchos aspectos y afectan a los habitantes de la ciudad, los modelos que se deben de realizar para tomar las decisiones terminan siendo muy grandes y complejos, por lo que la toma de decisiones se centra en los parámetros y valores de certeza que se tiene para los criterios de decisión.

Todas las aplicaciones de las redes bayesianas, se basan en mejorar la prevención de un riesgo operacional, funcionando como un sistema de apoyo en la toma de decisiones en una situación emergente y realizar mejoras en las estrategias operacionales.

Otra de las aplicaciones que ha tenido la herramienta de las redes bayesianas se presenta en proyectos de estimación de costos, por ejemplo, en sistemas de red de agua potable rural. En donde se buscaba y se logró encontrar una manera de estimar el costo de este tipo de proyectos, con cierta información disponible, que entre mayor información se tuviera disponible, los datos introducidos a la red aumentarían y por ende el nivel de precisión también.

## Símbolos

$P(x)$	Probabilidad
$\prod_{v \in V}$	Producto
$P(X_v   X_{pa(v)})$	Probabilidad condicional de dos variables
$X_{pa(v)}$	Parientes de la variable $X$
$\theta_{-}(x_i)$	Probabilidades de la variable $X$
$P_r(X   m, \theta)$	Probabilidad de $X$ dado
$m$	Grafo acíclico dirigido
$P(X   E, G)$	Probabilidad de una variable $X$ dado evidencia y su estructura
$E$	Evidencia
$G$	Gráfico acíclico dirigido

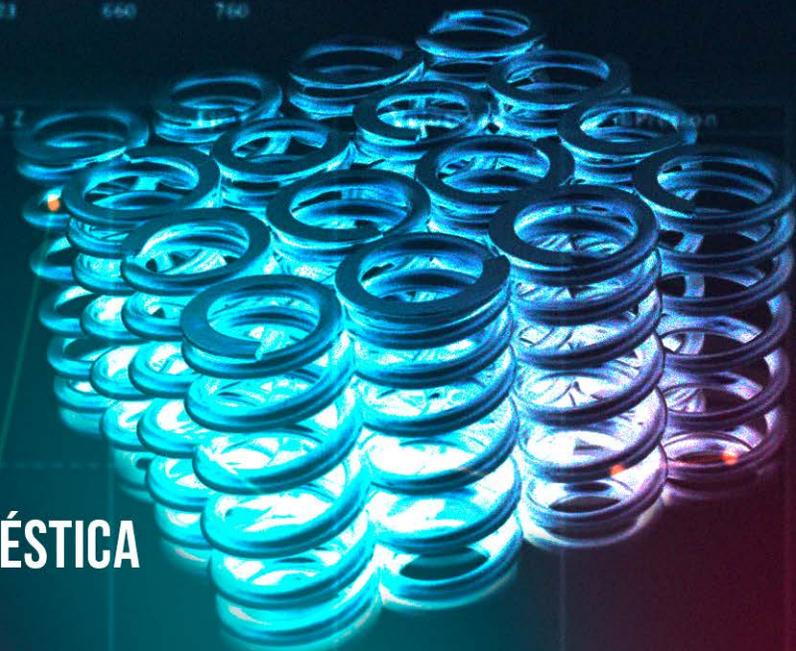
## Bibliografía

- + Alcántara, E. (2010). *Análisis de la movilidad urbana, Espacio, medio ambiente y equidad*. CAF. Bogotá, Colombia. ISBN # 978-980-6810-60-0.
- + Gatica, L. (2016) *Metodología de redes Bayesianas para estimar el costo probable de proyectos de agua potable rural*. [Tesis de licenciatura, Universidad Andrés Bello]. Recuperada de [Contenido] (unab.cl)
- + Molina, B. (2018). *Redes Bayesianas para la sostenibilidad marítimo portuaria*. [Tesis de doctorado, Universidad politécnica Madrid]. Recuperada de Estudio de accidentalidad (upm.es)
- + Neapolitan, R. (2004). *Learning Bayesian Networks*. Pearson Prentice Hall. ISBN # 0-13-012534-2. Bakersfield, California.
- + Nielsen, T. y Jensen, F. (2008). *Bayesian Networks and Decision Graphs*. Springer. ISBN# 978-0-387-68281-5. New York, NY.
- + Pardo, C. (2009). *Los cambios a los sistemas integrados de transporte masivo en ciudades de América Latina*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3641/S2009308\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3641/S2009308_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- + Riggelsen, C. (2008). *Approximation Methods for Efficient Learning of Bayesian Networks*. IOS Press. ISBN# 9781586038212. Amsterdam, Países Bajos.
- + Scurati, M. (2017). *Understanding Bayesian Networks with Examples in R [Diapositivas en PDF]*. Recuperado de <https://www.bnlearn.com/about/teaching/slides-bnshort.pdf>

# CARACTERIZACIÓN DE PROCESO DE ROLADO DE RESORTE PARA LA APLICACIÓN COMERCIAL Y DOMÉSTICA

Artículo arbitrado 7

Edición 17



Trinidad Espinoza Quintero<sup>1</sup> y Francisco Zorrilla Briones<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Tecnológico Nacional de México/  
I.T. de Ciudad Juárez  
Ave. Tecnológico 1321, Fracc. El Crucero.  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México;  
C.P. 32500



fzorrilla@itcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 2, 2021.

Aceptado: Noviembre 3, 2021.

**Resumen:** El presente documento presenta un estudio en el que se buscaron los parámetros de operación para una máquina roladora de resortes para uso industrial, comercial y doméstico. Este equipo tiene un diseño por demás obsoleto, sin embargo, la compañía se resiste a adquirir uno más moderno. Esta es una situación muy común en nuestro entorno y el Ingeniero de procesos debe buscar la manera de encontrar los mejores parámetros de operación bajo las condiciones actuales. Como primer paso, se diseñó un sistema de escalas, dado que el equipo, por su diseño, en cada ajuste debe regresar a cero, lo que hace difícil manipular con los ajustes de operación. Enseguida, se consideraron los ejes X, Y y Z, así como la velocidad de operación y la presión de suministro. Se corrió un diseño factorial 25 a su primer fracción, considerando la tensión del resorte como variable respuesta. Se analizaron los resultados encontrando que la velocidad y la presión no son significativas para esta respuesta. Con la aplicación del optimizador de minitab®, se encontraron los niveles óptimos para la tensión del resorte.

**+ Palabras clave:** Rolado de alambre, parámetros, Seis Sigma, diseño de experimentos.

**Abstract:** This paper presents a study developed to determine the operation parameters of a rolling machine, used to manufacture home, commercial and industrial springs. This equipment has an obsolete de-

sign; however, the company refuses to acquire a modern one. This is a very common situation, and the process engineer needs to find the way to develop the best operation parameters possible under this situation. As a first step, a scale system was developed, because the machine had to be reset to zero after every adjustment, making the operation of it very difficult. Next the position on the X, Y, Z axes were considered, and operation speed and pressure as well. A 25 Factorial design, at its first half was run, considering the tension of the spring as the response. Results were analyzed finding that speed and pressure are not significant to the response. Applying the Minitab® optimizer, local optimum levels were calculated for the response investigated.

+ **Keywords:** *Rolled wire, parameters, six sigma, design of experiments.*

## Introducción

Seis Sigma ha sido definido por muchos expertos en numerosas formas, Tomkins (1997), definió Seis Sigma como un programa destinado a la eliminación casi total de defectos de cada producto, proceso y transacción. Harry (1998), definió Seis Sigma como una estrategia iniciativa para aumentar la rentabilidad, aumentar la cuota de mercado y mejorar la satisfacción del cliente a través de herramientas estadísticas que puede conducir a avances cuánticos innovadores en calidad.

Seis Sigma es un sistema, altamente disciplinado, centrado en el cliente y negocio estratégico para toda la organización con fines de lucro. Según Voelkel (2002), la definición orientada a los negocios de Seis Sigma afirma que combina una gestión correcta, elementos financieros y metodológicos para mejorar el proceso y los productos de manera que superen otros enfoques. En el núcleo del marco es una estrategia de mejora formalizada con los siguientes cinco pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC).

La estrategia de mejora se basa en la capacitación, esquemas, actividades del equipo del proyecto y medición sistemas. Seis Sigma es un enfoque holístico para lograr casi la perfección, expresado en términos de no más de 3.4 errores por millón de oportunidades, esto llevo a la empresa Motorola® a conseguir el premio de la excelencia. A través del tiempo la industria ha presenciado tres generaciones de Seis Sigma, la primera generación (1987-1994) enfocada en la reducción de defectos, teniendo como principal ejemplo a la empresa Motorola®, la segunda generación fue en el periodo del año (1994-2000) enfocada en la reducción de costos y unos ejemplos a seguir eran General Electric® y Honeywell®, y finalmente la tercera generación es del año 2000 a la fecha, donde se enfoca a la creación del valor a los clientes y a la empresa misma. Seis Sigma se enfoca en dos factores: la voz del cliente y la voz del proceso. Seis Sigma es la herramienta que se enfoca en que esas dos voces estén en armonía, centrando los límites de tolerancia sobre los límites de lo capaz de los procesos de manufactura logrando así la satisfacción del cliente.

En la planta donde se desarrolló esta investigación cuenta con un proceso completo y estructurado, mismo que incluye desde área de fabricación (cordón, canal, polea y resorte), hasta el ensamble final y empaque. Actualmente cuenta con una gran diversidad de modelos con requerimientos altamente demandantes, ya sea para uso doméstico o comercial.

Dentro del proceso de producción se encuentra el subproceso de fabricación de resortes. En este caso en particular, se habla del rolado de cable de acero inoxidable, del cual existen dieciséis tipos de calibres del mismo. El proceso inicia cuando el cable pasa por unas poleas para eliminar la memoria que tiene del carrete en el que está almacenado y después pasa por unos rodillos para ser dirigido a los herramientales llamados “Block Guía, Coiling Point y Arbor” (por su nombre en inglés), los cuales a su vez le dan la forma curva al alambre acerado. Para hacer el cambio de modelo, el operador de la máquina hace el ajuste completo, el cual incluye quitar “Block Guía, Coiling Point y Arbor” y volver a ajustar los herramientales, en especial el “Coiling Point” (por su nombre en inglés) para que, como resultado, nos de la tensión deseada del resorte. Debido a que no existen parámetros para realizar el ajuste de las máquinas, el operador lo hace a prueba y error. La característica principal del resorte es la tensión, la cual se verifica en un tensiómetro.

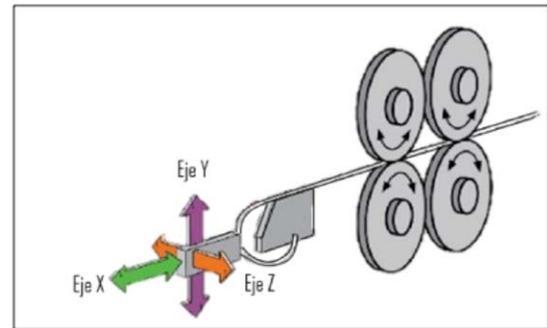


Figura 1. Ejes del “Coiling Point”. Fuente: Elaboración Propia.

## Descripción del método

**Primera fase.** En esta etapa se define el problema mediante herramientas de la ingeniería tales como Suppliers Inputs Process Output Customers por sus siglas en inglés (SIPOC) y se explica el problema mediante un diagrama de Pareto para observar el comportamiento de los datos obtenidos. Durante tres meses, en el área de resortes se observó que el motivo por el que más se produjo desperdicio, fue el ajuste de herramientales, obteniendo un total de mil 586 libras en el periodo mencionado anteriormente, el cual nos indica que existe oportunidad de mejora en el ajuste de la máquina.

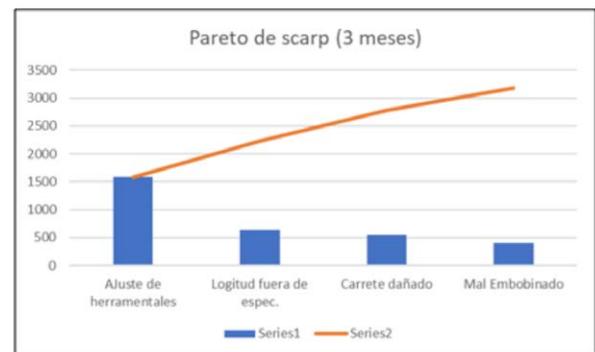


Figura 2. Pareto de desperdicio. Fuente: Elaboración Propia.

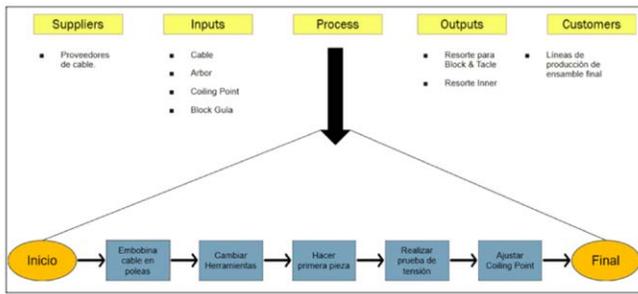


Figura 3 Pareto de desperdicio. Fuente: Elaboración Propia.

**Segunda fase.** Medición de la situación actual, se hizo un muestreo de 30 piezas en cuestión, midiendo la tensión para poder obtener un gráfico de la capacidad del proceso actual, dando como resultado un índice de capacidad de 0.25, de acuerdo con Sleeper (2006), un índice menor a 1 es inaceptable, por lo que se recomienda una acción inmediata para mejorar considerablemente el proceso.

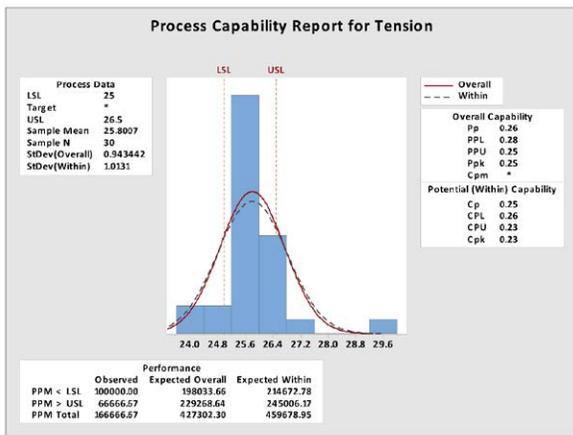


Figura 4. Capacidad del proceso antes del diseño de experimentos. Fuente: Elaboración Propia.

**Tercera fase.** Análisis de datos, en esta etapa del proyecto se optó por realizar un diseño de experimentos mediante el software de Minitab® en la máquina de resortes, con el fin de encontrar los parámetros óptimos para poder definir un método nuevo al momento de realizar el ajuste. Se utilizó un arreglo factorial 25 a su primer fracción, con  $n = 16$  corridas, se ejecutó el experimento y se analizaron los datos con el software a través del análisis ANOVA, arrojando que las variables no significantes, aquellas en las que el *P-Value* es mayor a 0.05, siendo los factores de Velocidad y Presión, que no influyen en la tensión.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Eje X	1	3,168	3,168	4,55	0,059
Eje Z	1	156,250	156,250	224,27	0,000
Eje Y	1	4,202	4,202	6,03	0,034
Velocidad	1	0,608	0,608	0,87	0,372
Presion	1	0,123	0,123	0,18	0,684
Error	10	6,967	0,697		
Total	15	171,319			

Figura 5. Análisis de Varianza. Fuente: Elaboración Propia.

El ajuste en el eje X, parece no significativo, sin embargo, se ajustó el modelo sacando del mismo las variables no significantes, quedando el ANOVA (Figura 5).

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Eje X	1	3,168	3,168	4,94	0,046
Eje Z	1	156,250	156,250	243,57	0,000
Eje Y	1	4,202	4,202	6,55	0,025
Error	12	7,698	0,641		
Lack-of-Fit	4	1,685	0,421	0,56	0,698
Pure Error	8	6,013	0,752		
Total	15	171,319			

Figura 6. Anova Ajustado. Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica de los efectos principales claramente indica que el factor más relevante es el eje Z.

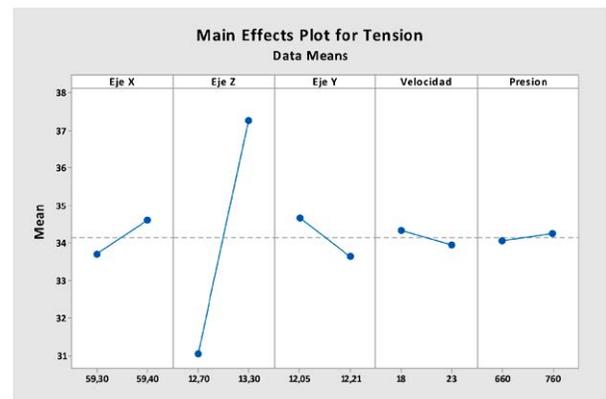


Figura 7. Gráfico de efectos principales. Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado del estudio se encontraron los parámetros para poder ajustar la máquina en los ejes X, Y y Z, sin que el operador lo haga a prueba y error, reduciendo el desperdicio y el tiempo de ajuste considerablemente. Para confirmar el experimento se plantea utilizar el algoritmo Armentum, para lograr encontrar los parámetros óptimos. Para este fin y como una referencia, se utilizó el optimizador de funciones de Minitab®, encontrándose los niveles más óptimos (Figura 8).



Figura 8. Niveles Óptimos Estimados. Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó una corrida confirmatoria con estos parámetros, con una  $n = 30$ , se calculó nuevamente la capacidad del proceso encontrándose 1.05, lo que significa que mejoro considerablemente.

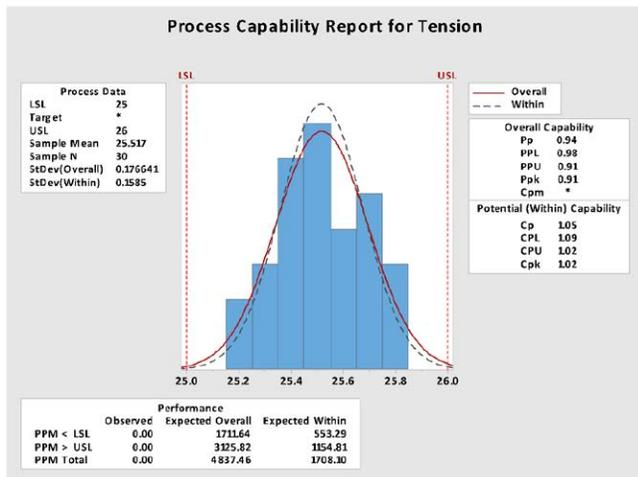


Figura 9. Capacidad del proceso después del diseño de experimentos.

## Conclusiones

Se aplicará el algoritmo Armentum, el cual consiste en un algoritmo de búsqueda directa que se fundamenta en el método SIMPLEX, que busca fundamentalmente optimizar el proceso. Este tipo de algoritmo se ejecuta durante la corrida normal de producción, esto es, no es necesario detener la producción y ejecutar corridas pre diseñadas. Aún y cuando se reporta una mejora considerable en la capacidad del proceso, no es suficiente, ya que generalmente se busca un mínimo  $Ppk$  de 1.67, así mismo se busca extrapolar estos hallazgos a otros números de parte con el fin de tener los parámetros para los 16 calibres existentes. Se recomienda mejorar el sistema métrico del desplazamiento del “coiling point” a través de los ejes X, Y y Z, con el fin de obtener la medida exacta del herramienta para poder tener los puntos de referencia.

## Bibliografía

- + Harry, M. J. (1998). *Six sigma: A breakthrough strategy for profitability*. *Quality progress*, 31(5), 60-4.
- + Sleeper, Andrew (2006). *Design for Six Sigma statistics*. Fort Collins, Colorado: McGraw-Hill. 0-07-148302-0.
- + Tomkins, R. (1997). “GE Beats Expected 13% Rise”, *Financial Times, Companies and Finance: The Americas*, p. 29.
- + Voelkel, J.G. (2002). *Something’s missing—an education in statistical methods will make employees more valuable to Six Sigma corporations*. *Qual Prog* 98–101.

# LOS ESTILOS DE LIDERAZGO Y LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE MANUFACTURA

Artículo arbitrado 8 Edición 17



Francisco Zorrilla Briones<sup>1</sup>, Alfonso Aldape Alamillo<sup>2</sup>, Manuel Alonso Rodríguez Morachis<sup>3</sup> y Juan Manuel Bernal Ontiveros<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Tecnológico Nacional de México/  
I.T. de Ciudad Juárez  
Avenida Tecnológico No.1321  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32500.

  
fzorrilla@itcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.  
Recibido en forma revisada: Octubre 27, 2021  
Aceptado: Noviembre 3, 2021.

**Resumen:** En esta investigación se buscó encontrar la relación entre los estilos de liderazgo y su influencia en la administración de un proyecto, de manera que fuera posible perfilar el mejor estilo de liderazgo para la administración exitosa de ciertos proyectos de manufactura en particular. En el trabajo se presenta la evaluación de cinco proyectos, para los cuales se utilizó una matriz preparada sobre la base de los elementos que el PMBOK utiliza para certificar a Administradores de Proyectos. Se identificaron los estilos de liderazgo que prevalecen en cinco ingenieros de proyectos en una planta manufacturera de productos médicos. Se utilizó el cuestionario de Hersey y Blanchard, de la teoría de liderazgo situacional, para determinar el estilo predominante de liderazgo de distintos ingenieros con proyectos a su cargo, con un resultado dominante del estilo E1. Los resultados sugieren una relación en la calificación de desempeño del proyecto y los estilos de liderazgo. Se puede afirmar que existe una posible relación en la gestión exitosa de proyectos y las personas que los lideran.

**+ Palabras clave:** Liderazgo situacional, administración, gestión de proyectos.

**Abstract:** The relationship between the leadership styles and their influence in project management is studied in this investigation, so the best leadership style may be defined as the more appropriate for certain

manufacturing projects. In this paper, the evaluation of five projects, in which a matrix based on the PMBOK was used, were used a certification on projects management for five engineers. The leadership styles of five engineers of the medical products industry were identified. The Hersey y Blanchard questionnaire was used to determine the leadership profile of the five engineers whit projects under their responsibility; resulting the profile E1 as dominant. Results suggest a relation between que scores on project management efficiency and the leadership profile. It can be affirmed that there is a possible relation between the success of a project and the persons that leader them.

+ **Keywords:** *Situational leadership, management, project management.*

## Introducción

Para Becerra y Sánchez (2011), la globalización ha forzado cambios substanciales en el quehacer de muchas organizaciones y para aquellas que tienen éxito, el cambio y el replanteamiento de valores han sido elementos fundamentales. Uno de esos cambios está relacionado con el rol que hasta ahora juegan los líderes como ejes de transformación en una organización.

Actualmente cada organización es todo un mundo, cada una de ellas con distintas características y diferentes formas de administración y organización de sus integrantes. Cada uno de los integrantes clave en una organización tienen una distinta manera de ejercer el liderazgo, así como sus manifestaciones de autoridad, de poder y de comunicación.

La mayoría de las empresas hoy en día buscan ser competitivas y ocupar lugares importantes y privilegiados en el mercado, ya sea a nivel local, nacional o internacional. Es por eso que es indispensable y necesaria la adopción de técnicas que faciliten y mejoren el desempeño de la organización. Una de estas técnicas es la Administración de Proyectos; Torres (2014), la define como la planeación, dirección y control de recursos (personas, equipo, material) para cumplir con las restricciones técnicas, de costos y de tiempo de un proyecto.

En la administración de un proyecto, no solo es necesaria una persona que ejerza autoridad sobre las demás personas del proyecto, sino que es necesario también ejercer liderazgo. El liderazgo, como menciona Robbins (2013), es la habilidad para influir en un grupo y dirigirlo hacia el logro de un objetivo o un conjunto de metas.

Ahora bien, los líderes se caracterizan por conseguir objetivos, hacer equipo y desarrollar a los colaboradores, tener visión, integridad, carisma etcétera. Adicionalmente, como afirma Luer (2014), los líderes definen su dirección, centran su motivación en el porqué, conocen y utilizan sus fuerzas y habilidades, tienen disposición para aprender y no temen a los errores. Pero acaso ¿Estas características de liderazgo aseguran una administración de proyectos exitosos? ¿Existen estilos de liderazgo y características que aseguren que un líder es efectivo? ¿La relación entre los estilos de liderazgo y sus características encaminan al éxito en la administración de un proyecto? La respuesta a estas preguntas es conocimiento que puede ser benéfico para las organizaciones para identificar potenciales líderes de proyectos.

## El contexto de la investigación

En esta compañía actualmente los proyectos son administrados de distintas formas dependiendo del supervisor, unos más organizados que otros, por ejemplo, hay supervisores que llevan matrices de gastos y de cargas de trabajo de los ingenieros, así como manejo de rutas críticas del proyecto, mientras que otros, desarrollan el proyecto más en base a experiencia, esto ha provocado que se tengan problemas de administración. Es el caso de los departamentos de Non Product Introduction (NPI), Process Excellence, Making Energy Solution Together (MEST) por sus siglas en inglés, y de Validaciones.

Los proyectos grandes de conversiones de líneas o líneas nuevas, son de aproximadamente de 5 a 10 proyectos al año, cada uno con distintas cargas de trabajo, las cuales son medidas en base a las horas disponibles de trabajo de los ingenieros, incluido el personal técnico. El costo actual por ingeniero es de 4 mil dólares por mes teniendo un total de 48 mil dólares al año, por ingeniero.

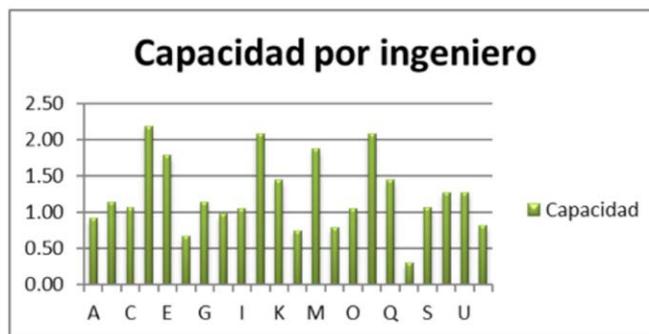


Figura 1. Gráfica de Capacidades por Ingeniero del Área de Ingeniería. Fuente: García (2018).

El excesivo gasto de compras no previstas para el proyecto por mala planeación se excede por miles de dólares, esto debido a que no se tiene una fuerte autoridad en el manejo de recursos e incluso, en algunas ocasiones, una relación conflictiva entre el supervisor y el empleado por el estilo de liderazgo que se percibe; la forma en que se trabaja para la ejecución de proyectos, también contribuye a la mala eficiencia. Aunado al costo excesivo, los tiempos tardíos también son comunes.

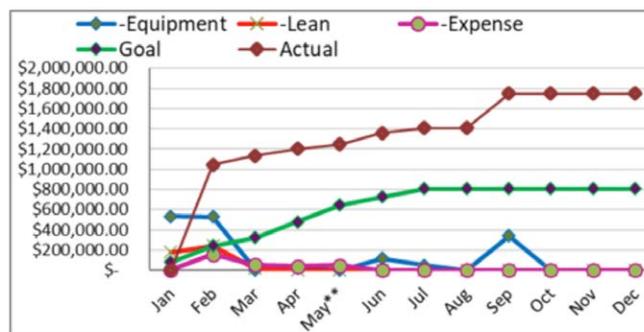


Figura 2 Gráfica de Costo Meta Contra Costo Actual del Proyecto A Fuente: García (2018).

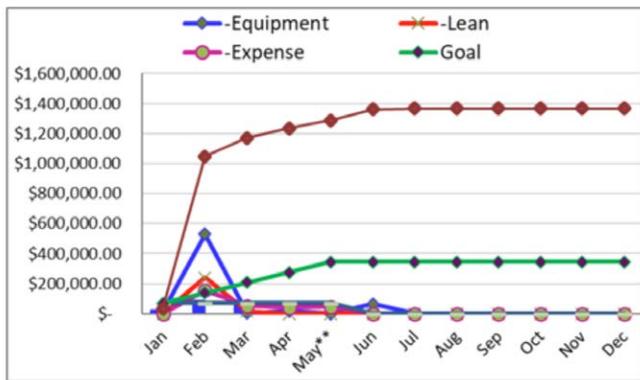


Figura 3. Gráfica de Costo Meta Contra Costo Actual de Proyecto B.  
Fuente: García (2018).

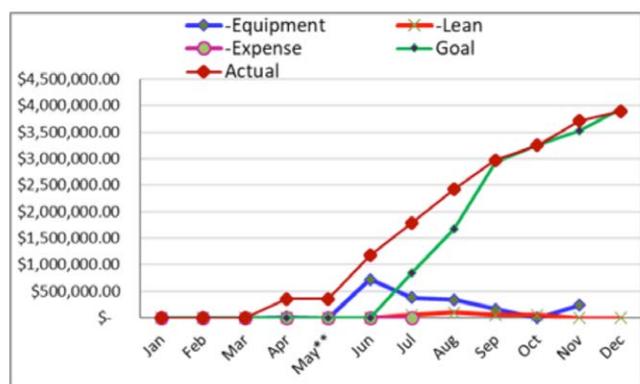


Figura 4. Gráfica de Costo Meta Contra Costo Actual de Proyecto C.  
Fuente: García (2018).

La revisión de la literatura revela que numerosos proyectos son percibidos como fallos debido al pobre liderazgo y debilitada articulación de la visión del proyecto o una falta del significado del impacto en el negocio. Estas percepciones muestran los caminos que las organizaciones han fallado para alinear sus metas estratégicas con los objetivos de sus proyectos. Esta información puede también reflejar cómo las estrategias del negocio rápidamente cambian y evolucionan en relación con los tiempos del proyecto (Norrie y Walker, 2004).

## Marco teórico

A través del tiempo se han destacado las acciones realizadas por dirigentes de gobiernos, empresas, equipos deportivos o grupos de personas de cualquier índole. Normalmente son reconocidos como líderes, es decir, personas que trabajan con un grupo e influyen en él para lograr un propósito que todos juntos pretenden alcanzar, son capaces de inspirar y guiar, además son reconocidos como modelo para todos (Estrada, 2007). Conforme cambian las circunstancias organizacionales y las personas, también van cambiando los estilos de liderazgo. En la actualidad las personas andan en busca de líderes ejemplares que los auxilien a lograr sus objetivos organizacionales (Macías et al, 2012).

El propósito del liderazgo es definir y enfocar un proyecto para que la razón de ser sea bien entendida por aquellos que puedan influenciar

su ejecución exitosa. La visión de un líder ayuda al equipo del proyecto a articular los objetivos, metas y productos del proyecto (Norrie y Walker, 2004). Un líder debe influenciar a las personas rumbo al logro de los objetivos de la organización y debe ser capaz de manejar conflictos siempre que surjan disputas. Según Sunindijo et al (2007), se pueden mencionar 13 comportamientos necesarios para influenciar a las personas que han sido identificados en la literatura: visionario, inspirador, estimulante, coaching, gratificante, castigador, delegador, guía en base al ejemplo, compartido y de comunicación abierta, de dirección, de participación y proactivo.

Dentro de los rasgos más comunes se encuentran la inteligencia, el conocimiento y la experiencia, dominio y confianza en sí mismo, alta energía, tolerancia al estrés, integridad, honestidad, y madurez. Este enfoque ha enmarcado rasgos que no necesariamente están sujetos a la personalidad; muchos de éstos se encuentran sujetos a las aptitudes, habilidades, conocimientos y experiencias que posee el individuo (García, 2015).

El enfoque de contingencia destaca el Liderazgo Situacional (Hersey y Blanchard, 1988), teoría que señala la importancia de la flexibilidad en el estilo de liderazgo, teniendo en cuenta el comportamiento del líder y el nivel de desarrollo de los colaboradores. El liderazgo eficaz dependerá del nivel de desarrollo de los colaboradores, así un subordinado con un nivel de desarrollo alto en competencia y dedicación requerirá un estilo de liderazgo delegación; un subordinado con dedicación variable y competencia media-alta requerirá un estilo de liderazgo asesoramiento; un subordinado con dedicación baja y competencia baja requerirá un estilo de liderazgo supervisión; un subordinado con una dedicación alta y competencia baja requerirá un estilo de liderazgo control (Ganga, 2013).

Esta aproximación ha contribuido de manera decisiva a comprender el fenómeno del liderazgo, ofreciendo una visión más dinámica y flexible de lo que constituye un liderazgo eficaz, asumiendo que diferentes patrones de conducta (o de rasgos) serán efectivos en unas situaciones, no siendo los mismos patrones óptimos en situaciones distintas (Ganga, 2013).

El concepto “proyecto” proviene del vocablo latino proiciere-proiectum que significa arrojar adelante (proyección, proyectar, proyecto); esto es, el proyecto es toda idea que se tiene en el presente con miras a que se materialice en el futuro, mediando entre el presente y el futuro o logro del proyecto, un proceso con pasos específicos, que procure la consecución del resultado deseado (Torres Hernández y Torres Martínez, 2014).

Muller y Turner (2007), buscaron la interacción de los estilos de liderazgo de los administradores de proyecto con el tipo de proyecto y su impacto en el éxito del proyecto. Se apuntó a mostrar que diferentes estilos de liderazgo pueden concluir en un resultado satisfactorio en diferentes tipos de proyecto. La investigación se enfocó en cómo los estilos de liderazgo influyen el éxito del proyecto y cómo diferentes estilos de liderazgo son apropiados para diferentes tipos de proyectos.

El instrumento para determinar esto fue un cuestionario web para determinar las dimensiones de liderazgo y estilos de alrededor de 400 administradores de proyectos. Se identificaron diferentes competencias



de liderazgo que se agruparon en tres grupos; intelectuales, de administración y emocionales. Al terminar los estudios cualitativos y cuantitativos se concluyó que los estilos de liderazgo de un administrador de proyectos influyen en el éxito del proyecto y que diferentes estilos de liderazgo son apropiados para diferentes tipos de proyecto. La investigación fue avalada por el “Project Management Institute” (PMI).

## Metodología

En este trabajo se diseñó un instrumento de medición para determinar los factores de éxito de los proyectos, el instrumento consiste en una lista de verificación de distintos procesos y puntos de la guía del PMBOK. Se analizaron los 49 procesos en una lista de verificación en la cual se calificaron los proyectos presentados anteriormente y se implementó la misma lista de verificación, pero con un proyecto que va en curso para poder determinar resultados preliminares del instrumento de medición. Otro instrumento utilizado es el cuestionario Lead de Hersey y Blanchard (1988), para determinar diferentes estilos de liderazgo de los administradores de proyectos. Los instrumentos de medición con el cuestionario Lead ya ha sido validado en distintos estudios e investigaciones mientras que la nueva lista de verificación basado en el PMBOK. La aplicación de los instrumentos de medición será en proyectos ya terminados y en proyectos en curso para así tener una vista de las diferencias encontradas.

Siguiendo la metodología que PMBOK que utiliza para examinar los conocimientos de un aspirante a certificarse como administrador de proyectos se preparó la matriz con la evaluación en el uso y aplicación de estos procesos para los cinco proyectos. Dicha matriz contiene los siguientes 49 procesos con elementos de entrada y de salida así mismo con las herramientas y técnicas recomendadas para llevar a cabo cada proceso.

A manera de ejemplo, en la Tabla 1, se muestra un extracto de los rubros evaluados en la metodología PMBOK, así como la escala de Likert utilizada. En la Tabla 3, se muestra el resumen de las evaluaciones para los 5 proyectos considerados (A, B, C, D, E).

Tabla 1. Ejemplo de Matriz de Evaluación.

Proceso 1.- Desarrollar el acta de constitución del proyecto					
Entradas	1	2	3	4	5
1. Enunciado del trabajo del proyecto		1			
2. Caso de negocio	1				
3. Acuerdos		1			
4. Factores ambientales de la empresa			1		
5. Activos de los procesos de la organización	1				
<b>Herramientas y Técnicas</b>					
1. Juicio de expertos		1			
2. Técnicas de facilitación	1				
<b>Salidas</b>					
1. Acta de constitución del proyecto					
Totales	3	3	1	0	0

Fuente: Adaptado de García (2018).

Tabla 2. Descripción de la Escala Likert

5	Siempre
4	Algunas veces si
3	Algunas veces si algunas veces no
2	Algunas veces no
1	Nunca

Fuente: Adaptado de García (2018).

Tabla 3. Resultados Totales por Medio de Escala Likert de los Proyectos Evaluados.

Proyecto/Valoración	Nunca	Algunas veces no	Algunas veces si algunas veces no	Algunas veces si	Siempre
A	468	530	169	38	6
B	479	475	210	28	8
C	422	415	250	88	10
D	5	20	384	455	309
E	6	36	320	359	480

Fuente: Adaptado de García (2018).

## Análisis de resultados

El análisis de los datos se realizó en dos partes principales. Primeramente, se realizó un estudio de correlación entre el uso y aplicación de los procesos recomendados por el PMBOK, para la administración de proyectos contra los parámetros establecidos por la empresa como medidas de desempeño de la administración exitosa de proyectos. En una segunda instancia, se desarrolló un análisis de correlación entre las medidas de desempeño establecidas por esta empresa para la administración de proyectos contra el estilo y perfil del liderazgo de los ingenieros responsables de proyectos.

### Correlación entre el uso de herramientas del PMBOK contra la eficiencia del proyecto

Para validar la matriz de procesos recomendados por el PMBOK, se tomaron los puntos más significativos del total de número de procesos junto con los cinco proyectos y por medio del software estadístico SPSS se realizó un análisis de confiabilidad para validar la matriz. El proceso para evaluar la escala Likert fue mediante el análisis del alfa de Cronbach. El método de consistencia interna basado en el alfa de Cronbach permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. Se sugiere un alfa de .7 a 1 para estimar que el instrumento es válido y confiable, entre más cerca el valor a 1 más aceptable es el instrumento. Se obtuvo una alfa de Cronbach de 0.993 con el software SPSS y también se realizó la evaluación por medio de Minitab y se encontró un alfa de Cronbach de 0.9935 por lo cual la matriz presenta un nivel aceptable de validez y confiabilidad.

Se evaluaron los proyectos de cada ingeniero para definir el éxito de estos con base en los parámetros de evaluación, según los objetivos de la empresa, con los cuales esta mide el grado de éxito en la administración de un proyecto. Se evaluaron con una escala del 0 al 100% con 7 parámetros. El tiempo se midió en base a la duración del proyecto, si se cumplió en tiempo. El costo planeado del proyecto contra el costo final del proyecto. Los recursos humanos utilizados, es decir que tantos ingenieros, técnicos, asociados, etcétera, se utilizaron, comparado contra lo planeado.

El impacto del proyecto, es decir que tanto impacto tuvo el proyecto para la empresa, ya que hay proyectos que impactan más que otros en cuanto a la importancia económica para el beneficio de la empresa. Sostenibilidad, esto es, una vez concluido el proyecto, que tan eficiente es el sistema para mantenerlo, los impactos positivos o negativos en otras áreas o funciones dentro de la empresa, etcétera. En riesgos o fallas, se consideran todos aquellos trastornos, según lo planeado, que se presentaron, independientemente de que el proyecto haya concluido.

La seguridad es un medible muy importante para la empresa por ser sus productos de carácter médico, aquí se consideran todos los aspectos de seguridad para el trabajador, para el equipo de manufactura, instalaciones, entre otros. En la Tabla 4, se muestra un resumen de estas evaluaciones.

Tabla 4. Parámetros de Eficiencia del Proyecto.

Proyecto	Parámetros del proyecto						
	Tiempo	Costo	Rec. Hum	Impacto	Sostenibilidad	Riesgos/Fallas	Seguridad
A	100	40	80	100	100	90	100
B	80	40	80	50	40	80	90
C	20	70	50	80	0	50	100
D	100	100	80	100	100	90	100
E	90	100	80	100	100	80	100

Fuente: Adaptado de García (2018).

Tanto para las mediciones en la escala de Likert, como en las medidas de desempeño de la eficiencia de los proyectos, las pruebas de normalidad concluyen que los datos no son lo suficientemente normales al mostrar valores p (probabilidad de cometer el error alfa), menores a 0.05, 0.036 para la escala Likert y 0.039 para la eficiencia.

Dado que los datos para ambos grupos de datos no son lo suficientemente normales, se desarrolla un análisis de correlación para datos no paramétricos, en la prueba de correlación de Spearman, las hipótesis a probar son:

$$H_0: \rho=0$$

$$H_1: \rho \neq 0$$

En donde un valor de p (probabilidad de cometer el error alfa) menor a cierto nivel de significación, generalmente 0.05, nos indica que la hi-

pótesis nula debe rechazarse. Los resultados generados en Minitab® se muestran a continuación:

**Spearman Rho: Tiempo, Costo, Rec. Hum, Impacto, Sostenibilidad, Riesgos/Fall, Seguridad, ...**

	Tiempo	Costo	Rec. Hum	Impacto
Costo	0.162 0.794			
Rec. Hum	0.725 0.165	0.000 1.000		
Impacto	0.803 0.102	0.530 0.358	0.395 0.510	
Sostenibilidad	0.918 0.028	0.354 0.559	0.791 0.111	0.875 0.052
Riesgos/Fallas	0.975 0.002	0.000 1.000	0.745 0.148	0.648 0.237
Seguridad	0.363 0.548	0.559 0.327	-0.250 0.685	0.791 0.111
Nunca	-0.359 0.553	0.945 0.014	0.000 1.000	-0.671 0.215
A veces NO	-0.103 0.870	0.945 0.014	0.000 1.000	-0.335 0.581
A veces Si/No	0.103 0.870	0.945 0.014	0.000 1.000	0.335 0.581
A veces Si	0.359 0.553	0.945 0.014	0.000 1.000	0.671 0.215
siempre	-0.051 0.935	0.945 0.014	0.000 1.000	0.335 0.581
Riesgos/Fallas	Sostenibilidad	Riesgos/Fallas	Seguridad	Nunca
	0.825 0.086			
Seguridad	0.395 0.510	0.186 0.764		
Nunca	-0.447 0.450	-0.211 0.734	-0.707 0.182	
A veces NO	-0.224 0.718	0.000 1.000	-0.354 0.559	0.900 0.037
A veces Si/No	0.224 0.718	0.000 1.000	0.354 0.559	-0.900 0.037
A veces Si	0.447 0.450	0.211 0.734	0.707 0.182	-1.000 *
siempre	0.224 0.718	-0.211 0.734	0.354 0.559	-0.800 0.104
A veces Si/No	A veces NO	A veces Si/No	A veces Si	
	-1.000	*		

Figura 5. Matriz de Correlación Parámetros del Proyecto PMBOK-Parámetros de Eficiencia. Fuente: Elaboración Propia.

Se han remarcado aquellas celdas donde el valor  $p$  indica un valor significativo, esto es, debe rechazarse la hipótesis nula de que el coeficiente de correlación es cero. Se rescata en este análisis una correlación importante entre los parámetros de eficiencia del proyecto Tiempo-Riesgos/Fallas y Tiempo-Sostenibilidad. Igualmente, el parámetro Costo del proyecto está altamente correlacionado con la aplicación de los procesos de certificación en la administración de proyectos (escala de Likert).

### Correlación entre los parámetros organizacionales y el liderazgo de los administradores de proyectos

El siguiente paso en el análisis consistió en desarrollar la matriz de correlación entre los parámetros de desempeño, según los criterios de la organización contra el estilo, perfil y eficiencia del liderazgo de los

ingenieros encargados de estos proyectos en estudio. En la Figura 6, se muestra un ejemplo de los resultados del cuestionario Lead, que describe el estilo, el perfil y la eficiencia del liderazgo del individuo. Este cuestionario se aplicó a los 5 líderes de los 5 proyectos en análisis.

	1	2	3	4		1a	1b	1c	1d
1	A	C	B	D		D	B	C	A
2	D	A	C	B		B	D	C	A
3	C	A	D	B		C	B	A	D
4	B	D	A	C		B	D	A	C
5	C	B	D	A		A	D	B	C
6	B	D	A	C		C	A	B	D
7	A	C	B	D		A	C	D	B
8	C	B	D	A		C	B	D	A
9	C	B	D	A		A	D	B	C
10	B	D	A	C		B	C	A	D
11	A	C	B	D		A	C	D	B
12	C	A	D	B		C	A	D	B
	2	5	3	2		-4	-3	5	4
								TOTAL	2

Figura 6. Ejemplo de Resultado de Cuestionario Lead. Fuente: Adaptado de García (2018).

Se define como perfil del liderazgo a la combinación del estilo dominante de la persona (1 = Autocrático, 2 = Persuasivo, 3 = Participativo, 4 = Delegativo) y de su segundo estilo más utilizado, a cada combinación se le asignó un valor numérico con fines de simplicidad en el análisis. En la Figura 7, se explican estas combinaciones/perfiles.

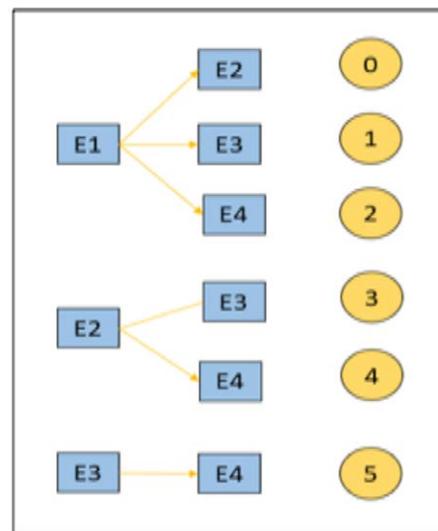


Figura 7. Combinaciones de Perfiles de Liderazgo. Fuente: Adaptado de García (2018).



flictos, etcétera, determinan el desempeño del recurso humano. Por otro lado, la clásica administración busca siempre al mejor líder, el mejor perfil, el mejor estilo para que “cargue” y solucione muchos problemas e ineficiencias en el sistema, eso, raras veces pasa, dado que el sistema no solo depende del recurso humano.

Son recomendables dos acciones importantes para continuar con esta investigación: Primeramente, debe buscarse una muestra más grande, debe haber muchos datos históricos en la organización u otras organiza-

ciones. A través de la potencia deseada de la prueba (generalmente igual o mayor a 80%) y la dispersión de algún parámetro conocido o de mayor interés, puede calcularse un tamaño adecuado.

La selección de los parámetros a considerar, para evaluar la eficiencia de un proyecto, y la forma de medirlos, es determinante en este tipo de investigaciones. No es fácil convertir variables cualitativas a cuantitativas, deben concentrarse todos los esfuerzos en esta tarea.

## Referencias

1. Arias Chávez, M. (2010). *Marco conceptual de la administración de proyectos*. Universidad de Costa Rica, 1-12.
2. Becerra, M. y Sanchez, L. (2011). *E liderazgo en las organizaciones inteligentes*. *Revista Científica Del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales*, 61-71.
3. Coleman, D. (2000). *Leadership That Gets Results*. *Harvard Business Review*, 80-90.
4. Estrada, S. (2007). *Liderazgo a traves de la historia*. *Scientia et Technica Año XIII*, 343-348.
5. García, M. S. (2015). *Formulacion de un modelo de liderazgo desde las teorías organizacionales*. *Entramado*, 60-79.
6. García Piña Miguel (2018). *La Influencia en los Estilos de Liderazgo en la Administración de un Proyecto en una Organización de Manufactura*. Tesis no publicada. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Tecnológico Nacional de México/I.T. de Ciudad Juárez.
7. Gardea, M. (2012). *Guia de selección de lideres de manufactura por competencias laborales*. *Conocer 2017*. 38-39.
8. Ganga, F. y Navarrete, E. (2013). *Enfoques asociados al liderazgo eficaz para la organizacion*. *Revista Gaceta Laboral*, 52-77.
9. Hersey, P. y Blanchard, K. (1988). *Management of organizational behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
10. Krog, C. y Krishna, G. (2015). *Servant Leadership and Project Management: Examining the effects of Leadership*. *European Conference on Management, Leadership*, 201-210.
11. Robbins, S. P. y Judge, T. A. (2013). *Comportamiento Organizacional*. Mexico: Pearson.
12. Luer, C. (5 de January de 2014). *Merca 2.0*. Recuperado el 15 de Abril de 2017. Disponible en <http://www.merca20.com/las-5-caracteristicas-de-un-lider/>
13. Macias, E., Ester, E. y Eduardo, Z. (2012). *Identificacion del tipo de liderazgo en un centro automotriz: un diagnostico y una critica*. *Revista Internacional Administracion y Finanzas*, 89-102.
14. *Management Leadership*. *Project Management Journal*, 47-56.
15. Muller y Turner, J. R. (2007). *Matching the project manager's leadership style to project type*. *International Journal of Project Management*, 21-32.
16. Norrie, J. y H.T., Walker, D. (2004). *A Balanced Scorecard Approach to Project Management Leadership*. *Project Management Journal*, 47-56.
17. PMI. (2008). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)*. Newton Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
18. Robbins, S. P. y Judge, T. A. (2013). *Comportamiento Organizacional*. Mexico: Pearson.
19. Sunindijo, R. Y.; Hadikusumo, B. H. y Ogunlana, S. (2007). *Emotional Intelligence and Leadership Styles in Construction Project Management*. *Journal of Management in Engineering*, 166-170.
20. Torres Hernandez, Z. y Torres Martinez, H. (2014). *Administracion de proyectos*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
21. Zehl, T. (2017). *Success starts with strong leadership*. *Business in Calgary*, 17-17.

Variable	Media	estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Datos después	1.882	0.132	0.769	0.592	40.87	1	2.000	3.000

# REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICLO

## EN EL PROCESO DE VALIDACIÓN DE COMPUTADORAS EN EL LABORATORIO DE CALIDAD USANDO EL ENFOQUE DE SISTEMAS

Artículo arbitrado 9

Edición 17

Luz Elena Tarango Hernandez<sup>1</sup>, Diego Sandoval Chávez<sup>2</sup>, Lizette Alvarado Tarango<sup>3</sup> y Sayra Manely Viaña Arreola<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Tecnológico Nacional de México,  
campus Ciudad Juárez  
Av. Tecnológico # 1340, Fuentes del Valle  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México,  
C.P. 32500.



ltarango@itcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 25, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 2, 2021.

Aceptado: Noviembre 9, 2021.

**Resumen:** Esta investigación se realizó con el objetivo de reducir el tiempo de ciclo en un laboratorio de validación de servidores web, que posteriormente serán manufacturados en la misma planta, como este servicio es por temporadas, cuando la demanda es baja con el número de técnicos es suficiente, pero cuando es alta; se presenta aglomeración de productos y por consiguiente retrasos, malos diagnósticos, entre otros. Se hizo un mapeo del proceso y se detectaron siete puntos de mejora que impactan en los tiempos de respuesta y detienen el flujo del producto. Esto está estrechamente relacionado con los sistemas, en donde esos deben responder a la variedad del entorno, de no hacerlo tienden al caos.

**+ Palabras clave:** Variedad requerida y complejidad, mapeo de proceso, validación.

**Abstract:** This research was conducted with the objective of reducing the cycle time of a validation laboratory that tests servers, which will subsequently be manufactured in the same factory. The testing service is seasonal, and the current number of hired technicians is sufficient when demand is low; however, when high demand occurs, a congestion of product appears, and thus time delays and misdiagnoses, amongst other issues. A mapping of the process was developed, and seven improvement points, which impact response time and obstruct the

product flow, were identified. This is closely related with the systems, where they have to react to the fluctuation of the environment, otherwise it tends to chaos.

✦ **Keywords:** *Requisite variety and complexity, process mapping, validation*

## Introducción

Las empresas se ven forzadas continuamente a modificar sus procesos con el fin de mejorarlos, para de esa manera estar en condiciones de competir. Las organizaciones son sistemas que están en constante intercambio de información con su medio ambiente, que puede ser: clientes, proveedores, sociedad, trabajadores candidatos, tecnología, entre otros. Es por el constante cambio en el medio ambiente que las empresas deben adecuarse y reaccionar.

## Marco teórico

La organización es un sistema que está inmerso en un medio ambiente dinámico e inestable, con el cual se tiene estrecha relación. Estas se encuentran inmersas en un entorno social, cultura, político, tecnológico, económico, con el cual interactúa, entregándole productos, servicios, o información y a su vez pueden estar recibiendo de la misma forma productos, servicios o información. Las organizaciones son consideradas como redes sociales complejas, de hecho, es a través de éstas y de los medios de comunicación que se establecen las relaciones dentro y fuera de la organización. Los factores cambiantes del entorno y su demanda, han logrado que las organizaciones cambien en estructura, que modifiquen sus procesos y que mejoren sus productos y servicios. La innovación y adaptación son factores que contribuyen a que una organización sea más flexible con su entorno y se prepare para las contingencias de éste. (Patiño, Gálvez, Tejeida, Patiño 2015).

La mayoría de las empresas manufactureras que tienen procesos de producción, se encuentran estrechamente ligados con la calidad del producto, tal como lo mencionan Teruel, Lapresta, Rosell, Camas, Diestre, Marco (2006) la calidad está ligada a las especificaciones del producto, para lo cual la organización debe garantizar que se cumple mediante un control estadístico; es así como las características del producto son proporcionadas por el cliente, las cuales deben cumplirse, de no ser así se incurre en problemas de retrabajos, incremento en las pérdidas, quejas de los clientes y en algunas ocasiones hasta recesión de contratos.

Al analizar el flujo de las unidades que llegan a un laboratorio de calidad, se encontró que existen situaciones que no favorecen el flujo. Un antecedente importante es que este laboratorio ha cambiado desde su creación y no se han analizado los efectos de esos cambios en la efectividad del mismo. El área cuenta con siete técnicos en primer turno y dos técnicos en segundo turno. La demanda en la empresa es por temporadas, así que cuando la demanda aumenta surge una aglomeración y más problemas. Para realizar la validación se llena un reporte que contiene información relacionada con la pieza como: número de parte, serial, orden de trabajo, componentes cargados en el sistema, fotografías, tipo de empaque y componentes, evidencia de las pruebas realizadas entre otras. También incluye evidencia de la comparación entre el Bill Of

Materials (BOM) por sus siglas en inglés, del Systems, Applications, Products in Data Processing (SAP) por sus siglas en inglés, y la información del cliente. En el BOM además de la descripción de todos los componentes y viene descrito el software que la unidad requiere. El sistema SAP es un sistema informático que hace que las empresas puedan administrar correctamente sus recursos humanos, productivos y logísticos (Galiana 2020).

### *Variedad requerida y Complejidad*

Las organizaciones son consideradas como redes sociales complejas. Es un hecho que la complejidad aumenta conforme se incrementa el número de vías de comunicación internas y externas, éstas obedecen a la cantidad de variables en el medio ambiente en el que se encuentran las organizaciones. El detalle es que las organizaciones deben adecuarse, adaptarse, fortalecerse para hacer frente a esta variedad, si no lo hace, entran en lo que se conoce como entropía o caos. Para los sistemas complejos, lo más difícil de predecir es su comportamiento y evolución futura, ya que en muchos de los casos el comportamiento de los grupos e individuos son de naturaleza emergente.

La evolución de los cambios de estado de los sistemas complejos, se produce obedeciendo a pequeños cambios en los elementos que constituyen el sistema y que se traducen en cambios de todo el sistema. Todo cambio que se genere en una organización o fuera de ésta, genera una ruptura del orden preestablecido, sin embargo, se deberá, o se generará nuevamente el equilibrio con el entorno.

La ley de la variedad requerida de Ashby, es uno de los intentos para explicar cómo las organizaciones responden a la incertidumbre del medio. Esta ley tiene como objetivo el planteamiento de que la variedad existente en el entorno solo puede ser atenuada si la variedad del sistema es mayor o igual a esta. De lo anterior se puede decir que: la estructura de la organización tenderá a responder a la complejidad del medio, y adoptará condiciones similares a las del medio (Van Gigch 2006; Patiño et al. 2011; Combata 2016; Ávila, Aguayo, Bárcena, Lama, Peralta 2017).

### *Mapeo de procesos*

El flujo de materiales se analiza en función de la secuencia de materiales en movimiento, ya sea materias primas, materiales en proceso o productos terminados. Un flujo efectivo es aquel que lleva los materiales a través del proceso, siempre en dirección a su acabado final y sin deterioros o retrocesos excesivos. (Platas y Cervantes 2014).

Torres (2020), citando a Valencia (2017), menciona que el mapeo de procesos es una metodología que se usa con el fin de especificar cada parte del proceso utilizando el diagrama de flujo como herramienta. Las actividades del mapeo deberán estar secuenciadas y tener un fin específico. En el mapeo de procesos se representa gráficamente, las principales actividades de la organización, o parte de ella de tal manera que cualquier persona sea capaz de entenderlo y comprenderlo según las descripciones del mismo. La importancia es que al implementarlo permite la estandarización de actividades para mantener los mismos estándares y cumplir con el mismo nivel de servicio sin importar quien lo realice.

La técnica de mapeo permite identificar las actividades clave, así como las áreas de oportunidad, sirve para identificar riesgos con oportu-

nidad de mejora en el proceso, estandariza la forma de trabajo entre toda el área encargada de la estandarización del proceso, ayuda a mitigar los riesgos o peligros que surgen como producto de la ejecución del proceso, nivelar a cada miembro del grupo de trabajo a pesar del contexto en el que se desenvuelvan y del trabajo que realicen.

Torres (2020), utilizó el mapeo de procesos para rastrear cuales operaciones le estaban agregando riesgo a una característica de calidad del producto, que en ese caso eran refrigeradores, éstos presentaban mal sellado en un lado de una de las puertas, con la ayuda de mapa de procesos y herramientas estadísticas, redujo los defectos en el sellado del gabinete.



### **Validación de productos**

Los servidores contienen componentes que son muy delicados y se debe tener en cuenta al momento del ensamble y de las validaciones, ya que pueden ser dañados. Los componentes pueden ser dañados con la electricidad estática, ésta es muy perjudicial ya que daña los componentes con un simple toque. (Moreno, 2006 y Quonty, 2017).

El principal objetivo del Aseguramiento de la Calidad de Softwares (SQA por sus siglas en inglés) es minimizar el costo de garantizar la calidad a través de un conjunto de actividades que se desarrollan a lo largo del proceso de desarrollo del software. Las actividades de Verificación y Validación (V y V) de productos software se encuentran relacionadas con las actividades de SQA, entendiendo por validación aquellas actividades cuyo principal objetivo es asegurar que se ha desarrollado el producto correcto, y por verificación aquellas cuyo propósito es asegurar que se está construyendo el producto correctamente. Además, las pruebas software constituyen una importante herramienta o instrumento que permite inyectar de una forma rápida y relativamente sencilla calidad en un producto, de modo que los resultados de unas pruebas software adecuadas incrementan el nivel de calidad del producto y contribuyen a la mejora del mismo (Sanz, 2012).

## **Antecedentes y descripción del problema**

Este proyecto se realizó en un laboratorio de calidad, que tiene como objetivo validar la información de la empresa contra los requerimientos del cliente, pero al ir creciendo en demanda, volumen y números de parte, el flujo de las piezas de torna complicado y llegan a tardar hasta nueve días para ser validado cuando el tiempo de ciclo sin demoras es solo cuatro horas.

Realizando un mapeo del proceso se detectaron varias situaciones que representan una oportunidad para mejora. La primera de ellas se encuentra en el primer paso del proceso que es cuando la unidad es recibida en el laboratorio de calidad, el registro se realiza manualmente en un cuaderno, donde se registran los datos de la unidad y los datos de la persona que entrega la unidad, posteriormente el ingeniero captura esos datos a una base de datos electrónica.

Otra situación ocurre al momento de que el técnico está realizando la validación de las unidades y compara la información de la empresa con el requerimiento del cliente, por lo regular surgen discrepancias o falta de datos; estas situaciones pasan a ser hallazgos y estos deben ser registrados en sistema. El sistema ya cuenta con hallazgos registrados, pero si por error el técnico clasifica mal un hallazgo esto crea información errónea y por consecuencia resultados de historial falsos. O puede suceder de que encuentra un hallazgo nuevo, y lo registra donde su criterio le dice.

En el laboratorio se realizan de 56 a 136 validaciones aproximadamente por mes. Una vez terminado el reporte de validación, éste se envía al cliente para que dé su aprobación, pero el laboratorio no cuenta con ninguna herramienta en el sistema que indique que unidades ya cuentan con aprobación por parte del cliente. Una vez que el cliente aprueba el reporte de validación, la unidad está lista para que el equipo de ingeniería de producto (IP) la recoja, la notificación se hace solo es por correo electrónico, no existe ninguna otra alerta para avisar a (IP) que ya pueden recoger la unidad. El tiempo que tarda este departamento en recoger las unidades del laboratorio va de 1 a 16 días, lo que ocasiona un gran desorden en laboratorio, trayendo consigo problemas de orden y limpieza y que no se pueda dar seguimiento al programa de las 5'S en el área. En la Figura 1, se presenta un diagrama a bloques del proceso general, mostrando los hallazgos descritos con anterioridad.

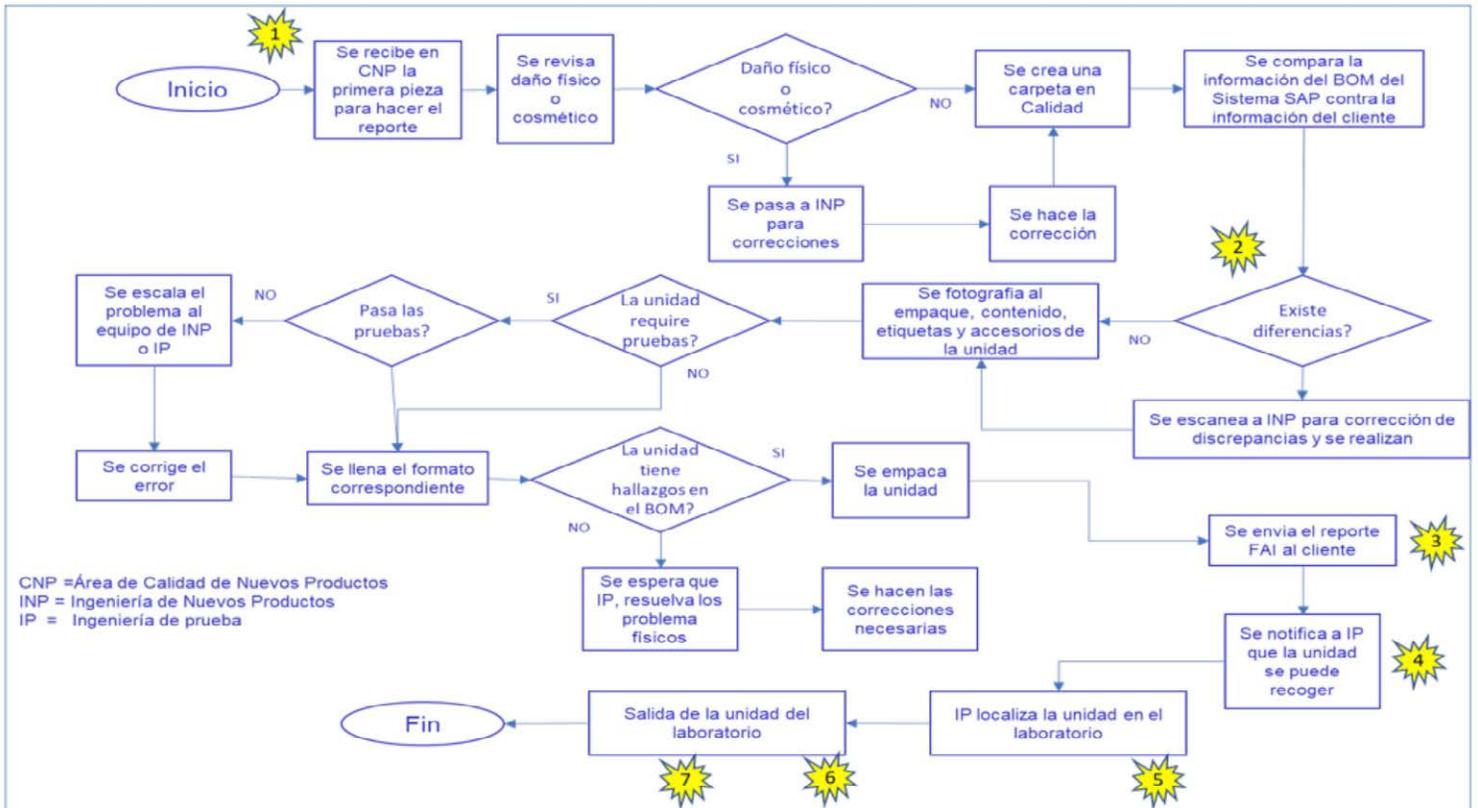


Figura 1. Diagrama de Proceso

Posteriormente cuando personal de IP acude al laboratorio a recoger las unidades, tardan de 5 a 15 minutos en localizarla debido a que el inventario está en el cuaderno de registro de entrada/salida y se torna complicado. También es importante mencionar que en el laboratorio no hay una distribución establecida. Una buena base para identificar si se necesita o no un nuevo diseño de distribución de la planta es conocer los factores que influyen en la misma como lo son: el material, la maquinaria y equipo, el trabajador, los movimientos, las esperas, los servicios, las instalaciones (edificio) y los cambios. Como lo mencionan Platas y Cervantes (2014).

En la Tabla 1, se muestra el comportamiento de la salida del laboratorio, son tiempos desde que llegan al laboratorio hasta que el cliente las aprueba, se analizaron las validaciones del mes de agosto que fueron 101.

Tabla 1. Número Validaciones año 2020 por mes.

Mes 2020	Número de validaciones
Enero	87
Febrero	131
Marzo	124
Abril	73
Mayo	54
Junio	133
Julio	105
Agosto	101
Septiembre	94
octubre	56

Elaboración propia.

## Resultados

En la Tabla 2, se muestra los días que duraron en el laboratorio. Solo se presentan un ejemplo de algunos de los modelos con mayor demanda y no se usan nombres ni códigos reales para proteger la propiedad de la empresa. De los cuales 35 fueron de los productos más grandes y 66 fueron validaciones sencillas a productos pequeños. Del producto X son del número de parte A hasta la H y los demás del producto Y, se muestra para describir la variación en los tiempos en el proceso. Existen otros días de demora, después de que el cliente da su aprobación que van uno día hasta 16, aun y que se les notifico por correo de que ya estaban validadas por el cliente.

Tabla 2. Tiempo total de las validaciones producto X v Y.

Número de parte	Inicio de validación	Termina validación	Duración total de validación
A	08/05/20 15:39	8/14/2020 16:02	9 días con 23 minutos
B	08/05/20 15:40	8/14/2020 16:13	9 días con 33 minutos
C	08/10/20 12:07	8/14/2020 13:40	4 días con 1 hr. y 42 min
D	08/10/20 10:25	08/11/20 15:23	1 día con 1 con 4 hrs 58 min
E	8/17/2020 14:52	8/26/2020 12:55	8 días con 22 hrs y3 min
F	8/18/2020 15:12	8/24/2020 12:38	5 días con 21 hrs y26 min
G	8/18/2020 15:42	8/18/2020 12:39	No estaban capturados
H	09/03/20 10:55	09/08/20 14:51	5 días con 3 hrs y 56 min
I	08/05/20 11:15	8/7/2020 16:42	2 días con 5 hrs y 27 min
J	08/10/20 16:36	8/13/2020 16:36	2 días 9 hrs. Y 54 min
K	8/14/2020 13:41	8/17/2020 13:27	2 días con 23 hrs y 46 min
L	8/14/2020 16:01	8/24/2020 16:28	10 días con 27min
M	8/14/2020 16:01	8/24/2020 13:27	9 días con 21 hrs y 26 min
N	8/20/2020 11:36	8/27/2020 13:50	7 dias con 2 hrs y 14 min

Elaboración propia.

El objetivo planteado fue reducir el tiempo de la validación, que incluye el tiempo que tardan en recoger las unidades del laboratorio. Mejorando la comunicación entre departamentos para que el cierre de las validaciones sea más rápido, así como las herramientas de la plataforma de la empresa y creando un flujo adecuado para las unidades en el área evitando aglomeraciones. De esta manera se trata de responder más rápidamente a los cambios que se están presentando continuamente.

Para alcanzar los objetivos, en el registro que se hacía manual se eliminó y se realizó una mejora en la plataforma con la ayuda del departamento de sistemas, donde se agregaron botones para que esta información sea más completa. De igual modo se eliminó el cuaderno de registros y se agregó un escáner con el cual se registra el código de barras del serial de la unidad y el gafete del empleado que entrega la unidad.

Con respecto a la administración de hallazgos, se agregó en el sistema otra opción, cuando estos no son conocidos y los pueden agregar como nuevos, además una base de datos más amigable y se eliminó la posibilidad de capturar datos equivocados o en otras categorías. Con respecto a la aprobación del cliente, también se agregó un botón que describe por colores rojo y verde para indicar donde esta dicho tramite.

Se creó una alerta para que los encargados recogieran las unidades después de que la validación de las unidades fuera aprobada por el cliente, ya que tardaban un máximo de hasta 16 días, esta alerta se genera al momento de presionar el botón de “Yes”, (Si) ya que al presionarlo envía una alerta al ingeniero encargado, avisando que puede pasar por la unidad al laboratorio, esta alerta aparecerá en forma de icono de campana cada vez que inicie sesión en la plataforma. Con estas alertas se reduce el número de días en que recogen las unidades de 16 días a 1 día o máximo 3 días mejorando automáticamente el estado de aglomeración del área.

Con respecto a las salidas de las unidades, con las mejoras se agregó una pantalla a la plataforma donde solo se escanea el gafete de identificación de la persona que recoge la unidad y arroja automáticamente el registro de ingreso y salida con esto queda completo el inventario mediante el sistema sin necesidad del registro físico.

En relación con la distribución del laboratorio, no se contaba con un diseño establecido ni registrado, solo se contaba con el diseño de la distribución de toda la empresa y por lo tanto no se contaba con un flujo predeterminado para las unidades en sus diferentes etapas de la validación. A continuación, en la Figura 2, se muestra la nueva distribución con el flujo establecido para las unidades que están en proceso.

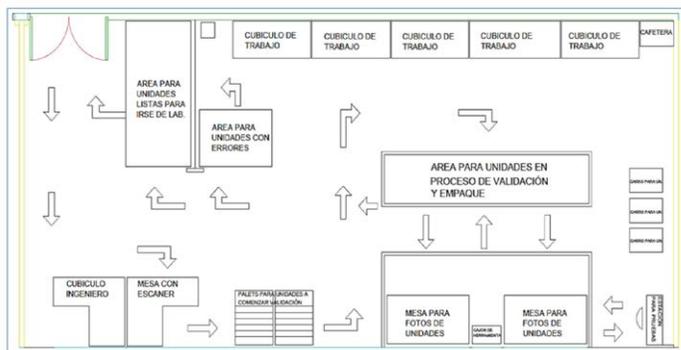


Figura 2. Distribución del Laboratorio de Calidad Modificado, Elaboración propia.

Otros de los resultados posteriores a la implementación fue el acomodo o reorganización del laboratorio, buscando que tenga un flujo.

Como se muestra en la Figura 2, el flujo de las unidades es el siguiente:

- a) Las unidades ingresan al laboratorio y se dirigen a la mesa con el escáner para darles entrada.
- b) Después de ser escaneadas se pasan a los pallets con las unidades en espera de validación.
- c) El técnico toma una unidad y la pone en el área de unidades en proceso de validación y toma evidencias del empaque.
- d) Una vez tomadas las fotos del exterior se abre la caja y se saca la unidad y se pone en la mesa para fotos de las unidades.
- e) Cuando ya están tomadas todas las fotos de la unidad, esta se regresa al área para unidades en proceso y se empaca.
- f) Si la unidad cuenta con errores se pasa al área de unidades con errores, si no cuenta con errores separa al área de unidades listas para irse del laboratorio.
- g) Cuando el departamento encargado va a recoger la unidad, con el escáner inalámbrico se escanean los códigos de la unidad y se registra la salida.

## Conclusiones

Gracias a las mejoras realizadas en la plataforma de la empresa se aceleró el proceso de validación, ya que la primera situación no deseada se localizaba al momento de registrar la entrada y salidas de las unidades, ya que eran de forma manual y los técnicos se llevaban de 5 a 15 minutos registrando o localizando las unidades más el tiempo que el ingeniero se llevaba en registrar las unidades en el sistema, en total la unidad esperaba en ser registrada de 15 a 20 minutos. Al realizar un solo escaneo de códigos de barras queda registrados los datos, este proceso se redujo a 5 minutos, al igual cuando se le va a dar salida solo basta con los mismos escaneos y se cierra el proceso.

Anteriormente al momento de estar realizando la validación si surgía un error el sistema solo contaba con hallazgos generales y si en las distintas validaciones surgían nuevos hallazgos, no había manera de registrarlos correctamente. Gracias a que se modificó la plataforma ahora los técnicos del laboratorio pueden agregar los hallazgos si no se encuentran en el sistema, generando resultados reales al momento de graficarlos.

Cuando se modificó la plataforma y se agregó el botón de “Yes” en la pantalla de la validación de unidades, este fue muy útil para lograr que el inventario fuera completo y para algunas otras actividades que conlleven saber si en reporte está aprobado por el cliente, haciendo visible en estatus de las unidades y con ello reduciendo el tiempo de localización. Existen actividades como quitar los candados del sistema en producción en el que se invierte un tiempo de 15 o 20 minutos, con esta mejora se redujeron a 5 minutos como máximo.

Se agregó en la plataforma una configuración para alertar que la unidad estaba lista para que la recogieran y así reducir el tiempo que permanecen las unidades en el laboratorio. Para ver las mejoras en el tiempo de las validaciones se introdujeron los datos del antes y después de los días que duraban las unidades en el laboratorio y usando Mini-tab® se tuvieron los siguientes resultados de la Figura 3.

Estadísticas								
Variable	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Datos Antes	5.316	0.915	3.987	15.895	75.00	1.000	4.000	16.000

Estadísticas								
Variable	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Mediana	Máximo
Datos despues	1.882	0.132	0.769	0.592	40.87	1.000	2.000	3.000

Figura 3. Análisis de Datos Antes y Después.  
Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que el máximo de días que estaban las unidades llegaba a ser hasta de 16, después de los cambios se redujo a un máximo de 3 días. También gracias a la actualización y modificación de la distribución del área junto con el diseño del flujo de las unidades fue un gran cambio ya que así se puede mantener el laboratorio con 5'S, ya que existe más orden, limpieza y esto hace que el proceso se agilice debido a que ya no se pierde tiempo localizando las unidades porque cada una se encuentra en el área designada para cada etapa de la validación.

Variable	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.
Datos despues	1.882	0.132	0.769

## Bibliografía

+ Ávila Gutiérrez M.J.; Aguayo González F.; Marcos Bárcena M.; Lama Ruiz J. R. y Peralta Álvarez M. E. (2016) *Reference holonic architecture for sustainable manufacturing enterprises distributed*. Revista DYNA, <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n200.53095>.

+ Combata Niño H. A. y Morales Ortega R.C. (2016). *El control interno como elemento importante dentro del sistema de gestión de la innovación: Una propuesta desde la cibernética*. Revista espacios Vol.37 No. 21. Página 15. Colombia

+ Galiana Patricia (2020). *¿Que es SAP y para qué sirve?* Obtenido el 21 de enero de 2020, de IEBS Sitio web: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-para-que-sirve-sap-management/>

+ Moreno Pérez Juan Carlos, Pérez Serrano Juan (2006). *Fundamentos del hardware*. España. Editorial Ra-Ma.

+ Patiño Ortiz Miguel; Gálvez Medina Ernesto; Tejeida Padilla Ricardo y Patiño Ortiz Julián (2015). *Desarrollo Organizacional, Complejidad y Dinámica de Sistemas*. <http://www.colpamex.org/Revista/Art4/20.htm>

+ Platas García J. A. y Cervantes Valencia M. I. (2014). *Pla-*

*neación, Diseño y Layout de Instalaciones*. México D.F. Editorial Patria.

+ Sanz Esteban Ana (2012). *Marco Metodológico para la mejora de las actividades de Verificación y Validación de Productos Software*. Tesis doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. España.

+ Teruel M.; Lapresta J.; Rosell N.; Camas P.; Diestre A. y Marco J. (2006). *Guía para la implantación de un sistema de gestión de calidad*. Madrid. Gobierno de Aragón.

+ Torres Reyna (2020). *Análisis de las condiciones que afectan la condensación en puerta derecha en refrigeradores de una empresa como medio para reducir el gasto en retrabajos*. Tesis de grado. Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez.

+ Valencia Calderón O. (2017). *Metodología para la implementación de mapeo de procesos*. Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. México, México.

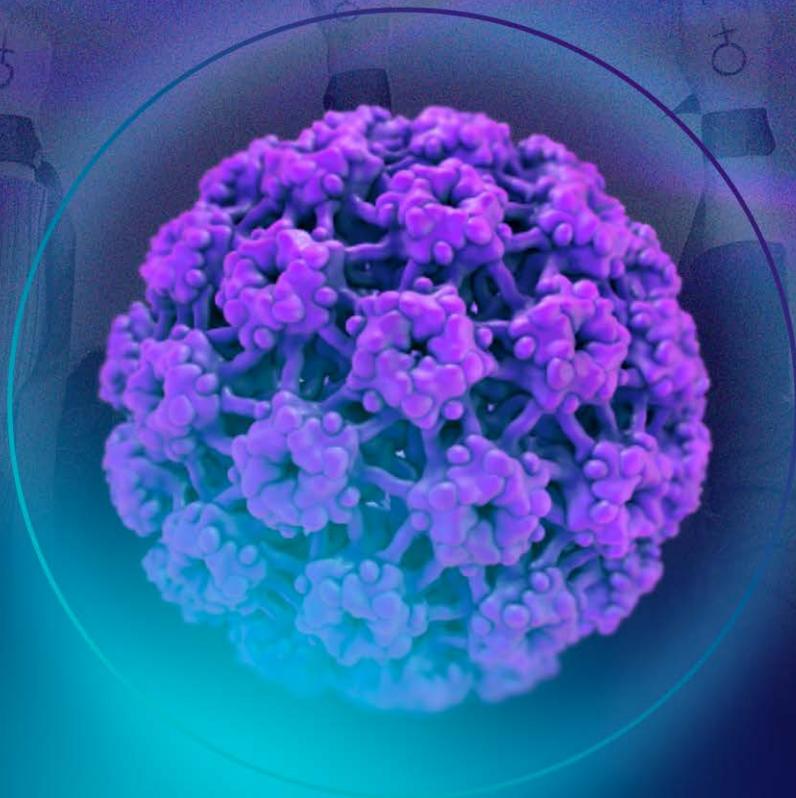
+ Van Gigch John P. (2006). *Teoría General de Sistemas Aplicada*. Editorial Trillas.

# EL ENTORNO DEL VPH

## FACTORES DE ADQUISICIÓN Y PREVENCIÓN

Artículo arbitrado 10

Edición 17



*Alejandra Flores Sánchez<sup>1</sup>, Perla Ivette Gómez Zepeda<sup>2</sup>, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga<sup>3</sup>, Manuel Arnoldo Rodríguez Medina<sup>4</sup> y Laura Cinthia Álvarez Gutiérrez<sup>5</sup>*

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez/IIT  
Ave. Del Charro núm. 610 norte, Ciudad Juárez,  
Chihuahua, México, C.P. 32310.

<sup>1,2,3,4</sup>Tecnológico Nacional de México/ IT. Ciudad  
Juárez, Av. Tecnológico 1340, Ciudad Juárez,  
Chihuahua, México, C.P. 32500.

<sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez  
Ave. Universidad Tecnológica No. 3051  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32695.

<sup>5</sup>Tecnológico Nacional de México/IT. Los Cabos  
Blvd. Tecnológico y Gandhi s/n.  
Los Cabos, Baja California Sur CP 23483.



alejandra.flores@uacj.mx

Recibido: **Octubre 12, 2021.**

Recibido en forma revisada: **Noviembre 17, 2021.**

Aceptado: **Noviembre 18, 2021.**

**Resumen:** El objetivo de esta investigación es presentar un análisis sistemático sobre el Virus del Papiloma Humano (VPH), presentando estadísticas sobre el conocimiento (y/o ignorancia) que presenta la población femenina sobre este padecimiento con el propósito de examinar la relación que existe entre este conocimiento y los índices de detección y prevención de éste, con el fin de sensibilizar a las mujeres jóvenes sobre el tema. Se estima, que 80 % de las mujeres estarán contagiadas en algún momento de su vida, y de no atenderse oportunamente, puede llegar a causar serios problemas de salud, por lo cual, la detección temprana es un asunto de vida o muerte se presenta información relacionada a una enfermedad de transmisión sexual, las estadísticas del VPH en la actualidad, además del inicio y evolución de dicha enfermedad, y aún más importante, su prevención.

**+ Palabras clave:** *Enfermedades de transmisión sexual, virus del papiloma humano, salud pública, cáncer cervicouterino.*

**Abstract:** The objective of this research is to present a systematic analysis on the Human Papilloma Virus (HPV), presenting statistics on the knowledge (and / or ignorance) that the female population presents about this disease in order to examine the relationship that exists between this knowledge and its detection and prevention rates, in order

to sensitize young women on the subject. It is estimated that 80% of women will be infected at some point in their lives, and if they are not treated in a timely manner, can cause serious health problems, so early detection is a matter of life and death.

This article presents information related to what is a sexually transmitted disease, what are the statistics of HPV today, as well as how it starts and evolves, and even more important: how to prevent it.

✦ **Keywords:** *Sexually transmitted diseases, human papilloma virus, public health, cervical Cancer.*

## Introducción

Las enfermedades de transmisión sexual han sido, por mucho tiempo, un punto recurrente dentro de las investigaciones médicas y han brindado un amplio campo de estudio para determinar su origen, desarrollo y posibles mecanismos para combatirlas. Con el avance de medicamentos, tratamientos y campañas de concientización de la importancia de mantener una buena salud sexual, se quiere lograr que deje de ser un tema tabú. La presente investigación tiene como finalidad analizar lo que es una enfermedad de transmisión sexual, así como las estadísticas del Virus del Papiloma Humano (VPH) en la actualidad, explicando cómo inicia y evoluciona dicha enfermedad, y lo más importante, cómo prevenirla.

Una enfermedad de transmisión sexual común es el VPH, del cual existen más de 200 tipos y alrededor de 40 variantes, y puede infectar el área genital (vulva, vagina, cuello uterino, recto, ano, pene y escroto). Este padecimiento no es exclusivo de la mujer ya que también existe un gran número de hombres que son portadores de este virus, pero como es muy común, pasa inadvertido debido a que es asintomático; por lo cual se dice que es un enemigo silencioso.

## Revisión de literatura

### *Enfermedad de Transmisión Sexual*

Según un estudio desarrollado por García et al. (2001), las enfermedades de transmisión sexual son infecciones que se contagian de una persona a otra usualmente durante el sexo vaginal, anal u oral. Son muy comunes, y muchas personas que las tienen no presentan síntomas. Este tipo de enfermedades, son muy comunes, aunque en ocasiones las personas que las tienen, no presentan síntomas. Sin embargo, de no atenderse oportunamente, pueden llegar a causar serios problemas de salud, por lo cual, la detección temprana es un asunto de vida o muerte.

Las infecciones genitales por VPH son muy comunes, de hecho, casi todas las personas sexualmente activas se contagian en algún momento de su vida y la mayoría lo eliminará sin darse cuenta. No obstante, habrá algunas mujeres en las que permanecerá el virus y desarrollarán lesiones a nivel del cuello del útero, que sólo se detectan en las revisiones ginecológicas, sin embargo, se pueden tratar a tiempo. Si esto no sucede, esta infección puede convertirse en el enemigo más común en las mujeres en los últimos años: el cáncer cervicouterino (CC), (Rayo

y Gámez, 2018). Por lo anterior, es recomendable realizarse al menos un par de pruebas ginecológicas, como son: el Papanicolaou, el cual se recomienda que se realice cinco días antes o después de su periodo menstrual que, aunado con la colposcopia, puede arrojar un resultado más confiable del estado de salud de las pacientes (Exámenes de VPH y Papanicolaou | Womenshealth.gov, 2019).

El Papanicolaou es un procedimiento en el que se examinan las células del cuello uterino frente a un microscopio para determinar si hay presencia de células cancerígenas que presenten signos de que podrían convertirse en cáncer. Así mismo, sirve para detectar otras afecciones como infecciones o inflamaciones (La prueba de Papanicolaou, 2020). El procedimiento de una colposcopia sirve para examinar de cerca el cuello uterino, la vagina y la vulva, a fin de poder detectar células anormales. Si se detecta algo que parezca anormal, entonces se realiza una biopsia para examinar el tejido (la eliminación de un pequeño trozo de tejido) de cualquier área de preocupación, el tejido recogido se envía a un laboratorio para someterlo a pruebas que permitan confirmar el diagnóstico (Sellors y Sankaranarayanan, 2003).

### *Estadísticas sobre VPH*

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019), el VPH puede causar cáncer en el cuello del útero, que ocupa el cuarto lugar entre los tipos más comunes de cáncer que afectan a mujeres. Se estima que 80% de las mujeres sexualmente activas están expuestas a la infección; la infección genital por VPH persistente puede causar Cáncer Cervicouterino (CaCu) en las mujeres. Prácticamente todos los casos de CaCu (99%) están vinculados con la infección genital por el VPH, que es la infección vírica más común del aparato reproductor (Viñas Aparicio, 2015). En América, aproximadamente 15% de mujeres en población, alguna vez en su vida ha tenido la infección del VPH, y 70.7 % de casos que han presentado CaCu invasivo, en América son atribuidos a los VPH 16 o 18-13 (Valderrama et al., 2007).

A escala mundial, México tiene una de las tasas más altas de mortalidad por CaCu. En el año 2001, la tasa anual de mortalidad fue de 19 por 100 mil y la incidencia por CaCu de 50 por 100 mil mujeres mayores de 24 años (Hernández-Girón et al., 2005). Se estima que 7 de cada 10 mexicanos sexualmente activos son portadores de esta enfermedad (Instituto Mexicano del Virus del Papiloma Humano IMVPH | Difusión, prevención, diagnóstico y tratamiento, 2020). De acuerdo con el reporte de Press Reader-El Herald Chihuahua (2018), del 2012 al 2017 se presentaron 853 casos de mujeres con alguna lesión por VPH, de las cuales 136 casos evolucionaron a CaCu, en el estado de Chihuahua. Según las estadísticas encontradas de Ciudad Juárez, Chihuahua, del 2016 al 2017 la cifra de contagios por VPH tuvo un aumento del 40.3% (Aguilar, 2019).

Si se considera la naturaleza de las ciudades, especialmente las relacionadas con su población, características y composición de esta, generan toda una serie de problemáticas inherentes a la misma. En el caso específico de Ciudad Juárez, confluyen algunos factores que dinamizan la movilidad poblacional; por una parte, activando la inmigración de connacionales de diferentes regiones del país y extranjeros de otras latitudes. Por otra parte, se produce el fenómeno social de la emigración que conlleva el desplazamiento de seres humanos que dirigen sus

ambiciones hacia el vecino país de Estados Unidos en la búsqueda de mejores oportunidades de vida.

## Materiales y métodos

De acuerdo con investigaciones como la de Muñoz et al. (1993), Hernández-Hernández et al. (2002), Berumen-Campos (2003), Valdivia et al. (2010), Zaldívar et al. (2012), Flores-Miramontes et al. (2015), García (2017), Magaña (2017), encontraron que prácticamente todos los casos de cáncer de cuello de útero (99%) están vinculados con la infección genital por el VPH siendo de alto riesgo oncogénico el tipo 16 que es el más frecuente en el mundo y principalmente en América Latina.

En la Figura 1, se muestra la revisión de literatura misma que se consultó entre los años 2001 y 2017, con el propósito de localizar estudios de investigación empírica sobre el conocimiento de las mujeres acerca del VPH, así como los factores de riesgo para la adquisición del mismo. En esta revisión de literatura se encontraron 500 artículos en la búsqueda de los cuales 160 se identificaron con los temas de interés de ahí se analizaron 70 que correspondían al conocimiento sobre el VPH y 90 que correspondían a los factores de riesgo, realizando una síntesis de calidad resultaron 22 y 26 artículos respectivamente relacionados con los temas de interés, con intención de compartir el conocimiento tácito. Los resultados obtenidos de la revisión de literatura muestran que existe un profundo desconocimiento y desinformación sobre el VPH, las formas de transmisión y los factores de riesgo, además de que se ven involucradas variables socioeconómicas y demográficas, de acuerdo con las investigaciones de Murillo et al., (2010), Flores-Sánchez et al., (2010), Hernández-Carreño et al., (2012), Páez et al., (2016) y Contreras-González et al., (2017).

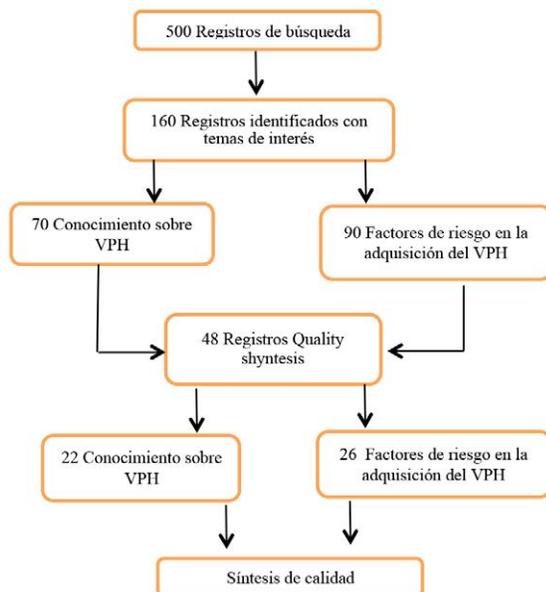


Figura 1. Metodología de revisión de literatura.

La Tabla 1, permite observar de acuerdo con los autores revisados, cuanto es el conocimiento que se tiene sobre el VPH:

Tabla 1. Conocimiento del VPH.

AUTOR	AÑO DE PUBLICACIÓN	CONOCIMIENTO SOBRE VPH
Flores-Sánchez et al.	2010	El 66% no tienen educación básica concluida
		Solo el 38% tiene conocimiento del tema
Murillo et al.	2010	El 70% tiene conocimiento bajo sobre el tema
		El 46% tiene conocimiento sobre las formas de transmisión
		El 9% tiene conocimiento de los factores de riesgo
Hernández-Carreño et al.	2012	Existe desconocimiento del tema
Páez et al.	2016	Existe desconocimiento del tema
Contreras et al.	2017	Existe desconocimiento del tema

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios consultados.

Los factores significativos en las pacientes con VPH de acuerdo con la revisión de literatura que se realizó se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores de Riesgo del VPH.

AUTOR	AÑO DE PUBLICACIÓN	FACTORES SIGNIFICATIVOS
Rivera et al.	2002	Múltiples parejas sexuales, Parejas Homosexuales, Tabaquismo, Anticonceptivos orales
Oviedo et al.	2004	Múltiples parejas sexuales, Inicio temprano de vida sexual, Edad entre los 15 y 20 años
León y Bosques	2005	Múltiples parejas sexuales, Multiparidad, Historia de infecciones vaginales
Hernández-Giron et al.	2005	Edad temprana, Múltiples parejas sexuales, Parejas con otras parejas sexuales, Tabaquismo, En mujeres embarazadas
Valderrama et al.	2007	Edad entre 21 y 23 años, Diferencias de edad de la pareja sexual con mayor edad
Sánchez et al.	2009	Múltiples parejas sexuales, Inicio temprano de vida sexual, Tabaquismo, Embarazos a corta edad
Guzmán et al.	2010	Inicio de Vida sexual, Multiparidad
Rodríguez et al.	2012	Inicio temprano de vida sexual, Multiparidad, población emigrante, conocimientos deficientes para la prevención.
González et al.	2014	Edad temprana, Múltiples parejas sexuales, existencia de infecciones de transmisión sexual.
Puente et al.	2014	Múltiples parejas sexuales, No uso de protección, Multiparidad
Carrillo et al.	2015	Inicio temprano de vida sexual, Múltiples parejas sexuales igual o más de 6, multiparidad igual o más de 3

Fuente: Elaboración propia a partir de los estudios consultados.

Cabe destacar que los estudios consultados cubrieron diferentes rangos de edad, con características socioeconómicas y demográficas diversas. La mayoría de los estudios emplearon técnicas de muestreo por conveniencia y muestreos intencionales. Los participantes fueron reclutados de clínicas, incluidas clínicas ginecológicas, centros de salud y estudiantes de universidades.

En esta investigación se utilizó el método comparativo con la finalidad de reconocer similitudes en relación con los factores de riesgo referidos. La importancia de este estudio radica en que se identifican aquellas variables que puedan ayudar a prevenir y disminuir la incidencia de VPH en las mujeres, puesto que es la principal causa del Cáncer Cervicouterino a nivel mundial, y por tanto en Ciudad Juárez, Chihuahua. Por otro lado, se pretende que sirva como referente para estudios posteriores, ya que de acuerdo con la revisión de literatura no hay un estudio similar.

## Conclusiones

La mayoría de las mujeres a nivel mundial tienen desconocimiento sobre las enfermedades de transmisión sexual lo cual incluye el VPH. Las estadísticas son alarmantes debido a que el VPH es el primer causante del Cáncer de cuello uterino. Sin embargo, existen dos formas de detectar el virus a tiempo si se realizan los estudios rutinarios cada año lo cual permite prevenir el virus: el Papanicolaou y la colposcopia.

La revisión de literatura respecto al tema ha permitido identificar que los factores de riesgo que se replican en las diversas investigaciones son: multiparidad, inicio temprano de actividad sexual y tener múltiples parejas sexuales, aunado al desconocimiento sobre el tema, lo cual lleva a un descuido en la prevención y tratamiento de este padecimiento.

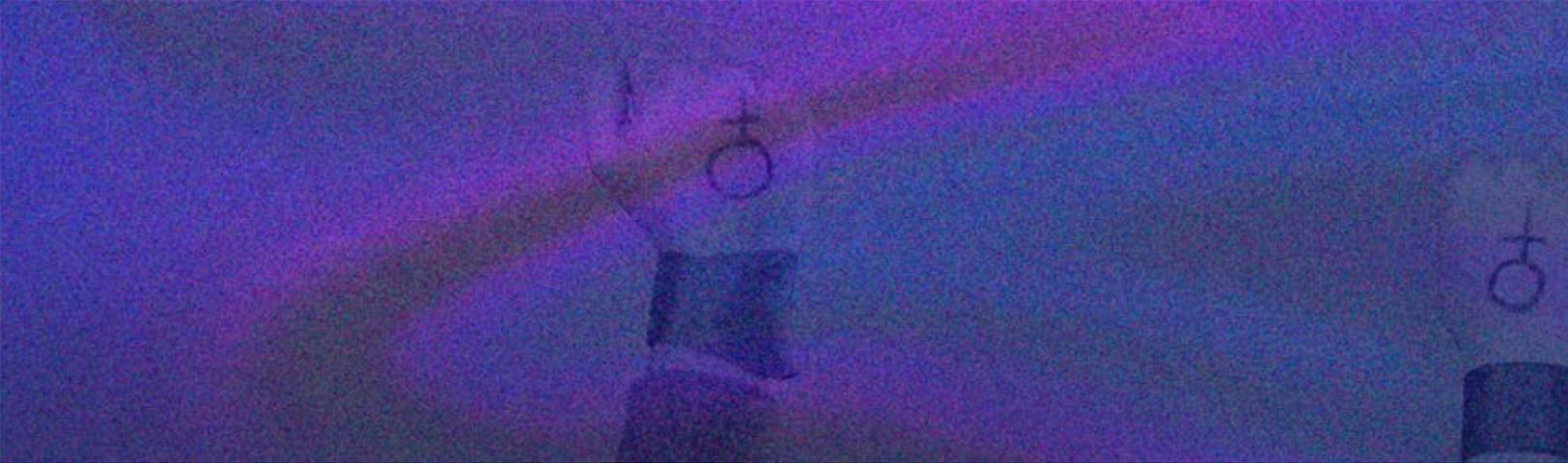
Estos resultados dan la pauta para replicarse en otras poblaciones y analizar su comportamiento, a fin de poder comprobar si dependiendo de los factores culturales y de contexto entre las poblaciones y sectores productivos en los que sea aplicado, pudieran darse resultados distintos.

## Discusión

Es importante destacar que aún existe desconocimiento en la población sobre el VPH y todo lo que conlleva. Según estudios Bustamante-Ramos, et al. (2015) la mayor parte de los estudiantes a nivel universitario desconocen con certeza la clínica, manejo y tratamiento de la infección y como consecuencia están inadvertidos ante la importancia del contagio. Es necesario otorgar mayor importancia a la educación sexual de la población, diseñando estrategias eficaces para sensibilizar sobre las repercusiones que conlleva la infección del VPH, divulgando los mecanismos de transmisión, métodos de prevención y características clínicas

## Bibliografía

- + Aguilar, F. A. (2019, 23 diciembre). Rebasan casos de VPH a los del año pasado. *El Diario de Juárez*. [https://diario.mx/Local/2017-09-17\\_fa2e2d36/rebasan-casos-de-vph-a-los-del-ano-pasado/](https://diario.mx/Local/2017-09-17_fa2e2d36/rebasan-casos-de-vph-a-los-del-ano-pasado/)
- + Berumen-Campos, J. (2003). Nuevos virus del papiloma humano descubiertos en México: Su asociación a la alta incidencia del cáncer del cérvix. *Gaceta Médica de México*, vol.139(s4), 3-10.
- + Bustamante-Ramos, G. M., Martínez-Sánchez, A., Tenahua-Quitl, I., Jiménez, C. y López-Mendoza, Y. (2015, October). Conocimiento y prácticas de prevención sobre el virus del papiloma humano (VPH) en universitarios de la Sierra Sur, Oaxaca. In *Anales de la Facultad de Medicina (Vol. 76, No. 4, pp. 369-376)*. UNMSM. Facultad de Medicina.
- + Carrillo, F. J. O.; de Regil, D. B. G. y Jiménez, M. T. V. (2015). Infección por virus del papiloma humano en mujeres y su prevención. *Gaceta Mexicana de Oncología*, 14(3), 157-163.
- + Contreras-González, R.; Magaly-Santana, A.; Jiménez-Torres, E.; Gallegos-Torres, R.; Xequé-Morales, Á.; Palomé-Vega, G. y Perea-Ortiz, G. (2017). Nivel de conocimientos en adolescentes sobre el virus del papiloma humano. *Enfermería universitaria*, 14(2), 104-110.
- + Exámenes de VPH y Papanicolaou | Womenshealth.gov. (2019, 31 enero). [womenshealth.gov](https://espanol.womenshealth.gov/a-z-topics/pap-hpv-tests). <https://espanol.womenshealth.gov/a-z-topics/pap-hpv-tests>
- + Flores-Sánchez, I.; Gutiérrez-Salinas, J.; Enriquez-Alvarado, E.; Hernández-Rodríguez, S.; Ramos-Barragán, C.; Salamanca-Ceciliano, A. y Suástegui-Domínguez, S. (2010). Detection of human papillomavirus types 16 and 18 in semen samples from patients in an assisted reproduction program. *Ginecología y obstetricia de México*, 78(12), 645-651.
- + Flores-Miramontes, M. G.; Torres-Reyes, L. A.; Aguilar-Lemarro, A.; Vallejo-Ruiz, V.; Piña-Sánchez, P. Cortés-Gutiérrez, E. y Jave-Suárez, L. F. (2015). Prevalencia de genotipos de VPH en México y en el mundo detectados mediante Linear Array. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 53(2), S122-S130.



+ García, S.; Domínguez-Gil, M.; Gayete, J.; Rojo, S.; Luis Muñoz, J.; Santos Salas, J. y de Lejarazu, R. O. (2017). Prevalencia de virus del papiloma humano en mujeres españolas de un programa de cribado poblacional. *Revista Española de Quimioterapia*, vol.30(3):177-182.

+ García Lahera, Clara; Álvarez Yabor, Vicente y Lozano Lavernia, Mayra. (2001). ¿Qué saben nuestros estudiantes acerca de las enfermedades de transmisión sexual? *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 39(1), 47-51. Recuperado en 04 de octubre de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032001000100007&lng=es&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032001000100007&lng=es&tlng=pt).

+ González, D. R.; Pérez Piñero, J. y Sarduy Nápoles, M. (2014). Infección por el virus del papiloma humano en mujeres de edad mediana y factores asociados. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 40(2), 218-232.

+ Guzmán López, S.; Barboza Quintana, O. y González Ramírez, R. A. (2010). *Biología del Virus del Papiloma Humano y técnicas de diagnóstico*. *Medicina universitaria*, 12(49), 231-238.

+ Hernández-Carreño, L., Padilla-Loredo, S. y Quintero-Soto, M. L. (2012). Factores de riesgo en adolescentes para contraer el virus del papiloma humano. *Revista Digital Universitaria*, 13(9), 1-17.

+ Hernández-Girón, C.; Smith, J.; Lorincz, A.; Arreola Cháidez, E.; Lazcano, E.; Hernández-Ávila, M. y Salmerón, J. (2005). Prevalencia de infección por virus de papiloma humano (VPH) de alto riesgo y factores asociados en embarazadas derechohabientes del IMSS en el estado de Morelos. *Salud Pública De México*, 47(6). doi: 10.1590/s0036-36342005000600006.

+ Hernández-Hernández, D.; Apresa-García, T.; Alvarado-Cabrera, I.; García-Carrancá, A.; Guido-Jiménez, M.; González-Sánchez, J. y Muñoz, S. (2002). *Virus de papiloma humano*

de alto riesgo (VPH-AR) y neoplasia intraepitelial cervical (NIC) en mujeres de dos hospitales de la Ciudad de México. *Rev Invest Clin*, 54, 299-306.

+ Instituto Mexicano del Virus del Papiloma Humano IMVPH | Difusión, prevención, diagnóstico y tratamiento, 2020. Disponible en <https://virusdelpapilomahumano.com.mx>.

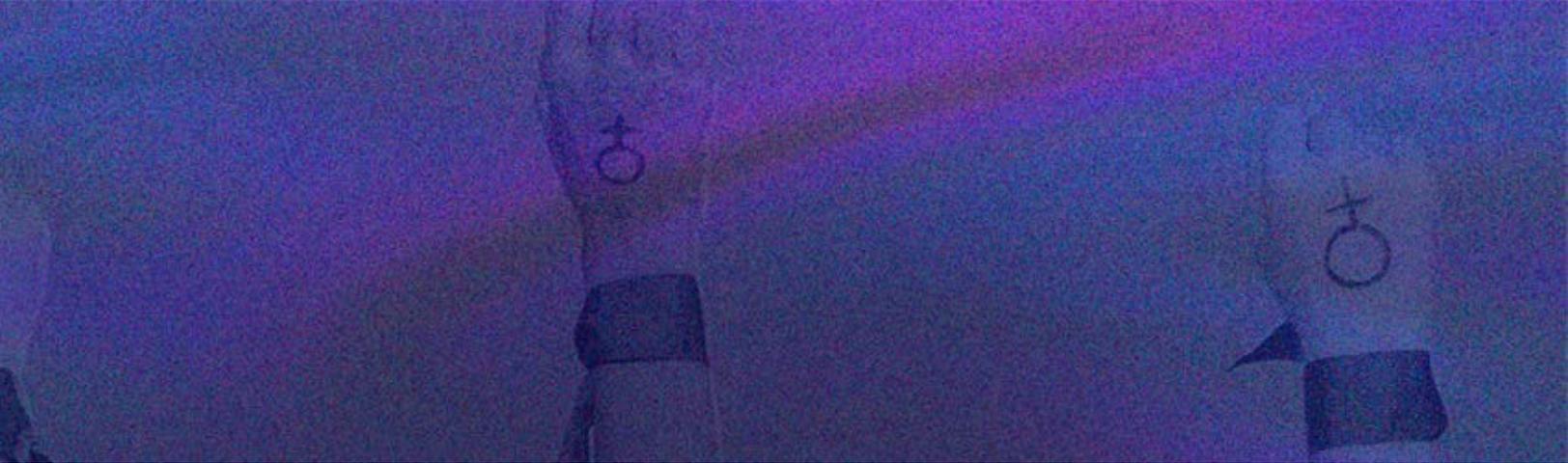
+ La prueba de Papanicolaou. (2020). *American Cancer Society*. Disponible en <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-cuello-uterino/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/pruebas-de-deteccion/prueba-de-papanicolaou.html>.

+ León Cruz, G. y Bosques Diego, O. D. J. (2005). Infección por el virus del papiloma humano y factores relacionados con la actividad sexual en la génesis del cáncer de cuello uterino. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, vol. 31(1), 0-0.

+ Magaña León, C. (2017). Tipos de virus del papiloma humano en cánceres del cérvix, la región anogenital y la cavidad oral en el estado de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., marzo de 2017

+ Muñoz, N.; Bosch, F. X.; Sanjosé, S. D.; Viladiu, P.; Tormo, J.; Moreo, P. y Shah, H. V. (1993). El virus del papiloma humano en la etiología del cáncer cervicouterino. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 115 (4), oct. 1993.

+ Murillo, Zenedy; Suárez, Yuli; Hinestroza, Liliana; Bedoya, Astrid M.; Sánchez, Gloria I y Baena Armando (2010). Conocimiento de los estudiantes y docentes de la Escuela de Microbiología de la Universidad de Antioquia sobre la infección por el virus del papiloma humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 28, núm. 2, mayo-agosto, 2010, pp. 125-131. Universidad de Antioquia. Colombia



+ Organización Mundial de la Salud (2019). *Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem*. Disponible en <https://www.who.int/publications/item/9789240014107>

+ Oviedo, G.; Arpaia, A. L.; Ratia, E.; Seco, N.; Rodríguez, I. y Ramírez, Z. (2004). *Factores de riesgo en mujeres con infección del virus papiloma humano*. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, vol.69(5), 343-346.

+ Páez, M.; Riveros, M. I. R.; Kasamatsu, E.; Castro, A.; Orué, E.; Lampert, N. y Mongelós, P. (2016). *Conocimientos, actitudes y prácticas sobre virus de papiloma humano (VPH) y cáncer de cuello uterino en mujeres de 30 y más años de edad, de un barrio ribereño de Asunción, (Bañado Sur)*. 2012. *Revista Salud UIS*, 48(1).

+ PressReader - *El Heraldo de Chihuahua*: 2018-09-13 - En 5 años, 853 casos de lesión por VPH. (2018, 13 septiembre). *EL HERALDO*. Disponible en <https://www.pressreader.com/mexico/el-heraldo-de-chihuahua/20180913/281861529403680>

+ Puente Perpiñán, M.; Haber Reyes, M. D. P.; De los Reyes Losada, A. y Salas Palacios, S. R. (2014). *Adolescentes e infección por virus del papiloma humano*. *Medisan*, 18(6), 769-775.

+ Rayo Olivas, D. R. y Gámez Espinoza, E. M. (2018). *Impacto social del Virus del Papiloma Humano en la vida de las mujeres que fueron diagnosticadas en el puesto de salud Oscar Gámez en el periodo de agosto a noviembre del 2017 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua)*.

+ Rivera, R.; Aguilera, J. y Larrain, A. (2002). *Epidemiología del virus papiloma humano (HPV)*. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 67(6), 501-506.

+ Rodríguez, R.; del Rocío, M. A.; Juárez Juárez, M. E.; Ruiz Jiménez, M. M.; Ramírez Banda, X. G.; Sánchez, G. y Contreras Valero, P. (2012). *Identificación de factores de riesgo para contraer virus del papiloma humano en sexoservidoras*. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 38(2), 244-255.

+ Sánchez, A. A.; Grimaldo, J. F. y Alarcón, C. E. S. (2009). *Factores de riesgo para el desarrollo de la displasia leve cervical*. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 52(2), 69-72.

+ Sellors, J. W. y Sankaranarayanan, R. (2003). *La colposcopia y el tratamiento de la neoplasia intraepitelial cervical: Manual para principiantes*. Lyon, Francia: International Agency for Research on Cancer (IARC), 140.

+ Valderrama, M.; Campos, F. E. y Cárcamo, C. P. (2007). *Factores asociados a lesiones cervicales o presencia del virus del papiloma humano en dos poblaciones de estudiantes de Lima*. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 24(3), 234-239.

+ Valdivia, I. M.; Aguayo, F.; Pruyas, M.; Snijders, P. J.; Corvalán, A. y Ferreccio, C. (2010). *Genotipos de virus papiloma humano (VPH) en pacientes con cáncer cervico-uterino en un hospital público y una clínica privada de Santiago, Chile*. *Revista chilena de infectología*, 27(1), 11-15.

+ Viñas Aparicio, O. (2015). *Red neuronal artificial como modelo predictivo en una unidad de patología cervical*.

+ Zaldívar Lelo de Larrea, G., Martín Molina, F., Sosa Freyre, C. F., Ávila Morales, J., Lloret Rivas, M., Román Lara, M. y Vega Malagón, G. (2012). *Cáncer cérvicouterino y virus del papiloma humano*. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 77(4), 315-321.



DEFINIR



MEDIR



ANALIZAR



MEJORAR



CONTROLAR

$$Cpk = \min \left\{ \frac{T_s - \mu}{3\sigma}, \frac{T_i - \mu}{3\sigma} \right\}$$

## IMPLEMENTACION DE MANUFACTURA ESBELTA EN UN PROCESO DE TROQUELADO PARA LA APLICACIÓN DE TERMINALES

Artículo arbitrado 11

Edición 17

Edwin Ernesto Espinoza Hernández<sup>1</sup> y Luz Elena Terrazas Mata<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez  
Av. Tecnológico #1340  
Fracc El Crucero  
Juárez, Chihuahua, México  
C.P. 32500



edwin.espinoza.hernandez@gmail.com

**Resumen:** Esta investigación presenta la metodología Definir, Medir, Analizar ó Mejorar (DMAIC), aplicando la correcta asignación de equipo de troquelado, debido a la variación de alturas en las terminales de los arneses de transportación industrial. Dadas la diferencia entre las alturas del conductor de la terminal y el forro del troquelado se observó una gran variación de datos en las hojas de corte en cuanto a las alturas asignadas en el proceso de troquelado, por esto se aplicó la metodología DMAIC la cual ayuda a mejorar el proceso.

Se analizó una muestra de 30 piezas, de las cuales se destacó que el proceso de troquelado mantenía datos normales, dentro de las especificaciones y los límites de control. Entre las principales diferencias destacan en altura de ICH, CCH y los troqueles de Tyco, Delphi, Bi Tech, aunado a esto el equipo de medición para los parámetros correspondientes a los troqueles y alturas no está certificado por el departamento de Calidad.

Se determinó el Índice de Capacidad del Proceso (Cpk) con el fin de demostrar cómo se comporta la variación del proceso dentro de los límites de especificación. Con el uso de cálculos estadísticos se demostró que efectivamente la variación y rechazo por terminales mal troqueladas disminuyeron considerablemente en el proceso, demostrando que se puede adoptar esta metodología para los demás programas.

Recibido: Octubre 8, 2021.

Recibido en forma revisada: Noviembre 17, 2021.

Aceptado: Noviembre 18, 2021.

✦ **Palabras clave:** Seis Sigma DMAIC, Cpk, calidad, eficiencia, mantenimiento, variación.

**Abstract:** This investigation present the methodology DMAIC, Applying the correct assignation bench equipment, due to the variation of heights in the terminals of the industrial transportation harnesses.

The DMAIC methodology was applied which helps to improve the bench process, was analyzed a sample of 30 pieces, of which it was highlighted that the bench process maintained normal data, within the specification and control limits. Among the main differences are the height of insulation (ICH) and conductor height (CCH) and the dies of Tyco.

The process capability index (Cpk) was determined in order to demonstrate how the process variation behaves within the limits specification. Was used the statistical calculations it was demonstrated that effectively the variation and rejection by badly benches terminals decreased considerably in the process, demonstrating that you can do adopt this methodology for the other programs.

✦ **Keywords:** Six Sigma, DMAIC, Cpk, quality, efficiency, maintenance, variation.

## Introducción

En una economía globalizada, con gran cantidad de industrias manufactureras maduras, resulta imposible evitar la competencia entre ellas. Para subsistir es vital que logren la satisfacción de sus clientes al tiempo que eliminan desperdicios en sus rutinas operativas en las plantas, ingeniería, compras, distribución y ventas al consumidor final. La aplicación de la manufactura esbelta con el objetivo de robustecer los procesos de fabricación.

La manufactura esbelta, mediante el conjunto de herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio a los procesos, aumentará el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

Sin embargo, convertirse en una empresa esbelta, más allá de la eliminación de desperdicios y el fortalecimiento de los sistemas productivos, exige se cree una nueva cultura laboral.

Dentro de este contexto en una planta maquiladora dedicada a la fabricación de arneses la problemática en la variación del proceso de troquelado es una operación crítica que necesita ser controlada de manera estricta.

En una planta maquiladora de Ciudad Juárez consolidada como experta en la fabricación de arneses, presenta debilidad en el proceso de troquelado en cuanto a la información de los parámetros, y estos son fabricados de acuerdo a la experiencia del operador y sin especificaciones por parte de ingeniería y controles de calidad, al no tener una base de datos con validaciones, se tienen variaciones de datos en el proceso de troquelado, lo que conlleva a re trabajos e información incorrecta para las hojas de corte.

En la Figura 1, se muestran una serie de rechazos en el proceso de troquelado de terminales sobre los números de parte del arnés de Isuzu® que han contribuido a una mala calidad, esto debido principalmente a la mala aplicación de un troquelado de terminales.

De lo anterior surgen las siguientes preguntas:

*¿Cómo se puede lograr reducir los problemas de calidad generados en un proceso estandarizado de troquelado de terminales?*

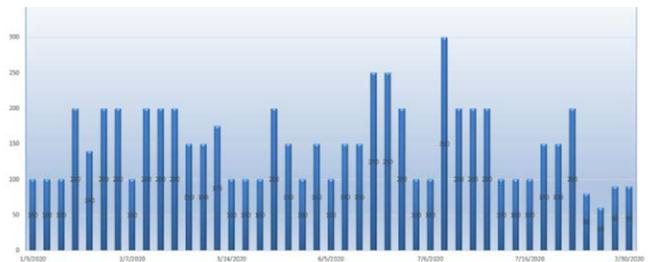


Figura 1. Gráfica de Defectos 2020. Fuente: Elaboración propia.

En 2019, la empresa presenta la eficiencia por debajo de las metas establecidas. Se presume que una de las causas imputables al proceso, es que no se existe un estudio de capacidad de las terminales a utilizar, ya que como se muestra en la Figura 1, se tienen registros de terminales mal troqueladas semana tras semana, lo que genera una mala calidad, al no tener la información necesaria y correcta para la aplicación de terminales.



Figura 2. Gráfica de Eficiencia. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2, se observa que el tiempo reflejado en la eficiencia, para liberación de terminales por parte del área de calidad, toma el tiempo del proceso productivo, lo que genera un desperdicio de materia prima y tiempo efectivo de trabajo, por lo tanto, tenemos baja eficiencia.

En el área de troquelado no existe un estudio o registro sobre las alturas de las terminales en los diferentes números de parte, solo antecedentes de datos con alturas de características similares del proceso de troquelado.

De lo anterior, surge la siguiente pregunta:

*¿Qué características y pasos debe seguir el proceso de estandarización?*

El uso correcto y la selección de los aplicadores o troqueles para la correcta aplicación de las terminales es esencial, esto para lograr un estudio y registro confiable, debido a que se pueden tener malos estudios de terminales por incorrectas aplicaciones de troquelado.

## Materiales y métodos

### Metodología Seis Sigma

Según Tapia-Coronado (2017), Seis Sigma es una metodología que sirve para reducir la variabilidad en los procesos, productos y servicios, buscando el objetivo de tener 3.4 defectos o errores en cada millón de aplicaciones, en este caso de troquelado de terminales. Una aplicación está representada por la inspección de alguna característica del producto, tal como una dimensión o cualidad que pueda ser encontrada fuera de especificaciones y representar un error.

La metodología Seis Sigma es aplicada a procesos industriales con el fin de obtener e incrementar la calidad de sus productos. La mayoría de las compañías a nivel mundial utilizan esta metodología, aplicando las herramientas estadísticas, con las cuales se puede observar el comportamiento de los procesos.

Para efectos de competitividad, Seis Sigma destaca debido a su fundamentación en la eliminación del desperdicio y la reducción de los costos.

### Fases DMAIC de Seis Sigma

Para Sung (2003), la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), es la más importante ya que quizás, representa la mejora formalizada, debido a que funciona como estrategia de avance, donde se aplique, permitirá mejoras y resultados reales. La metodología funciona igualmente bien con la variación, tiempo de ciclo, rendimiento, diseño y otros.

La metodología DMAIC está dividida en cinco partes que son las siguientes:

- a) **DEFINIR.** Es la primera fase de la metodología, aquí se identifica el producto o proceso a ser mejorado. Es esta parte se establece la expectativa para el desarrollo del proyecto y mantiene el enfoque de la estrategia de Seis Sigma a los requerimientos del cliente.
- b) **MEDICIÓN.** La segunda fase de la metodología. Aquí se define los efectos que tendrá el proyecto, se reúne la información del proceso o producto y se establecen metas de mejora. Aquí se basa el proyecto en datos validos del proceso actual, preferentemente de forma cuantitativa y estadística, para así establecer un inicio para las mejoras pretendidas.
- c) **ANÁLISIS.** Tercera fase de la metodología. Aquí se examina los datos recolectados de la segunda etapa que es medición, con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación. Es decir, en este paso el objetivo es priorizar y validar la causa raíz

del problema a tratar.

d) **MEJORA.** Cuarta fase de la metodología. Esta fase confirma que la solución propuesta va a alcanzar o a exceder las metas de mejora de calidad del proyecto. Consiste en:

1. Identificar/Crear soluciones
2. Concentrarse en las soluciones más fáciles y sencillas de implementar (Diagrama esfuerzo/ganancia).
3. Probar Soluciones
4. Crear un plan de acciones
5. Implementar/ implantar mejoras.

e) **CONTROL.** La quinta y última fase. Es la de control, que es donde se implementa la solución. Con ello se asegura que el proyecto, mediante las mejoras serán capaces de sostener al proceso nuevo y no regresar a la condición anterior.

### Materiales

Una vez presentada la problemática y verificando las herramientas de Seis Sigma, se procede a la implementación de DMAIC (Figura 3).

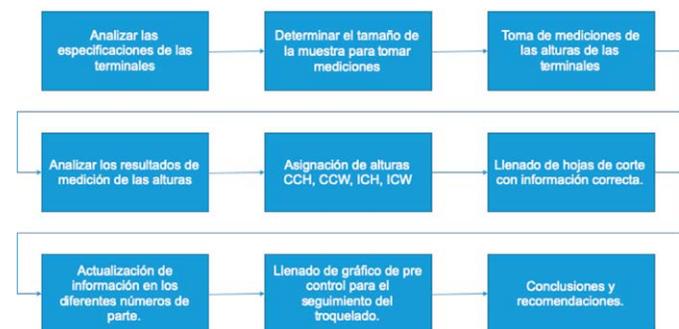


Figura 3. Proceso de implementación de DMAIC. Fuente: Elaboración propia.

### Metodología aplicada

#### Implementación del Modelo

A continuación, se describen cada una de las etapas implementadas.

**Definición:** Se definió el modo de falla presentado con mayor ocurrencia, es decir troquelado incorrecto.

**Medición:** Ya una vez definido el requerimiento mínimo de la prueba de jalón que depende directamente del tipo de calibre del cable, se puede continuar con el estudio de capacidad de las terminales, que consta de un muestreo de treinta piezas troqueladas con las especificaciones del proveedor o bien por los parámetros definidos internamente en la empresa. Mediante la siguiente ecuación se definió el tamaño de la muestra, que estadísticamente permite ver el comporta-

miento de la variabilidad de los datos.

$$Cp = \frac{LSE - LIE}{6 * \text{Desviación Estandar}} \quad (1)$$

Donde:

LIE = Límite Inferior de Especificación

LSE = Límite Superior de Especificación

Cp = (Capacidad del Proceso)

Esta serie de condiciones tienen el inconveniente de que para poder aplicarlo al centro del proceso deben coincidir con la tendencia central de las mediciones del proceso. Cuando esto no sucede se recurre al proceso de Cpk.

$$Cpk = \min \left\{ \frac{Ts - \mu}{3\sigma}, \frac{Ti - \mu}{3\sigma} \right\} \quad (2)$$

Tabla 1. Índices de Cpk.

Cpk	Decisión
Cpk < 1	El proceso genera producto fuera de especificación.
Cpk = 0	El promedio se encuentra en uno de los límites especificados.
Cpk negativo	Indica que el promedio está fuera de los límites especificados.
Cpk > 1.33	Proceso dentro de control, nivel óptimo.

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo del Cpk es comprobar que la distribución está centrada en relación con los límites de las especificaciones. Para utilizar correctamente el índice de Cpk, se deben considerar varios elementos.

**Analizar:** Se examinaron los datos recolectados de las mediciones de las terminales, anchos y altos, con el objetivo de generar una gráfica para validar si los datos se comportan de manera normal. Es decir, que el proceso sea estable.

**Mejora.** Esta fase confirmó que la metodología propuesta alcanzó la meta mediante la calidad del proceso, el cual se mantiene estable para la revisión de datos.

**Control.** En esta etapa demostró que la metodología se ha establecido con éxito. Además de establecer gráficos de control para el rastreo adecuado del proceso de troquelado.

## Resultados

Como se mencionó desde el inicio de la investigación, lo que se buscaba era el control del proceso de troquelado y reducir las variaciones en el proceso por utilizar equipo de troquel incorrecto.

En la Figura 4, se muestran las treinta lecturas tomadas de la terminal (G140144) que se troqueló en el proceso, mostrando un comportamiento de los datos normales y dentro de los límites de especificación como se muestra en la Figura 4, donde se procedió a introducir los datos al software Minitab®.

Cliente: Isuzu		Cable Dekko P/N 70614	
Fecha = 10/5/2020		Cable 2 Dekko P/N N/A	
No. Terminal (Dekko P/N)	G140144	SELLO=	G140109
No. Terminal Proveedor	B100-2566	No. Prensa =	1124814
Descripción Cable	5 GA 142 T-XL WHT	No. Aplicador=	2266066-1
Desc. Cable 2	N/A	No Serial =	710182
CCH (altura de conductor)=	1.050	Max: 1.100	Min: 1.000
CCW (ancho del conductor) =	1.650	No Cortador =	318707-1
ICH (Altura de Insulación)=	3.000	No. Crimpers=	8-1673600-5 / 3-1803018-4
ICW (ancho del conductor) =	3.300	No. Anvil =	3-1633928-1
Calibre del Cable (AWS o GA)=	20	Pulltest min=	13 Lbs
Arreglo de prensado =	N/A		

Muestra #	CCH	PULL TEST
1	1.051	
2	1.057	
3	1.054	
4	1.050	
5	1.056	
6	1.057	
7	1.061	
8	1.058	
9	1.056	
10	1.058	
11	1.060	
12	1.055	
13	1.048	
14	1.054	
15	1.052	
16	1.055	
17	1.056	
18	1.060	
19	1.051	
20	1.055	
21	1.049	
22	1.056	
23	1.047	
24	1.055	
25	1.058	
26	1.059	
27	1.053	
28	1.060	
29	1.053	
30	1.050	

Figura 4. Recolección de Datos.

Fuente: Elaboración propia.

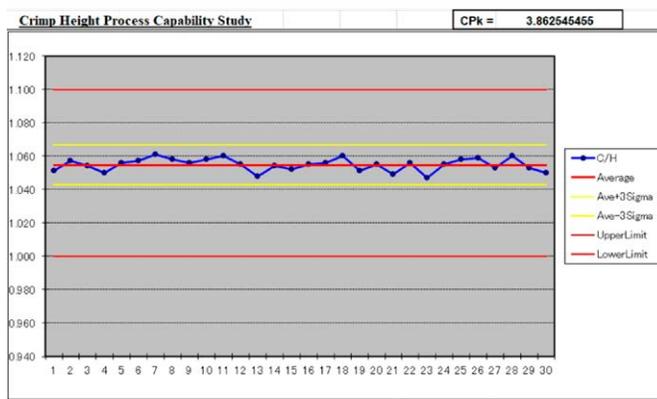


Figura 5. Gráfico de Cpk.

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica de Cpk (Figura 5), ayuda a los auditores de calidad a verificar que el proceso de troquelado se mantenga dentro de los límites establecidos, siendo así una manera visual de que el proceso y las herramientas se encuentren en condiciones de producir partes buenas.

## Conclusión

Se analiza si se respondió a las dos preguntas del inicio en la introducción:

¿Cómo se puede lograr reducir los problemas de calidad generando un proceso estandarizado de troquelado de terminales?

Con la aplicación de la metodología DMAIC se demostró, que el proceso de troquelado se mantiene dentro de los parámetros establecidos dándonos piezas de calidad, con el control de herramientas y las validaciones de las piezas en proceso.

La segunda pregunta se planteó de la siguiente manera:

*¿Qué características y pasos debe seguir el proceso de estandarización para mejorar el proceso de troquelado?*

Se concluye que una vez realizada esta investigación se debe trabajar en controlar el proceso de troquelado mediante mantenimiento a los troqueles y auditorías al proceso de troquelado cada vez que se necesite, para evitar desgaste en las herramientas del troquel y una vez que suceda, al auditar sea detectado en las gráficas de control.

Gran parte de los análisis estadísticos se basan en que las variables de las alturas de troquelado se distribuyen normalmente. En este caso cabe destacar que el propósito principal, fue la reducción de la variación en el troquelado de las terminales. Comprobado esto en la figura 1 llamada "Gráfica de defectos 2020", que muestra los rechazos por un troquelado incorrecto de terminales que depende de las alturas correctas.

## Discusión

En el mundo actual de evolución constante y acelerada, se busca satisfacer a los clientes cada vez más exigentes y con necesidades específicas., así lo menciona Plúas Ríos (2019), en donde también comenta que "Las empresas competitivas diseñan estrategias metodológicas que permiten reconocer las fallas en sus procesos productivos, y de esta forma armonizar y reestructurar de forma racional las dinámicas internas."

Así pues, se puede afirmar que Seis Sigma persigue también la mejora de los procesos, aunque en un sentido más amplio y menos definido a priori: calidad, eficiencia, niveles de servicio. Metodológicamente está más ordenado y hace uso extensivo de los datos para entender el comportamiento de los procesos e identificar mejoras.

Por otro lado, con esta misma inquietud Barragán Lambert (2015), analiza las oportunidades que existen dentro de un hospital privado en la ciudad de San Luis Potosí para reducir sus desperdicios dentro de los quirófanos, haciendo uso de herramientas probadas por la industria como lo es la filosofía de la manufactura esbelta y Seis Sigma. Revisando casos de éxito en otros países y proponiendo el uso de la metodología DMAIC (definir-medir-analizar-implementar y controlar) como un proceso ordenado para fomentar la mejora continua dentro del mismo hospital.





## *Bibliografía*

+ Barragán, Lambert (2015). *Implementación de la Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma para la Reducción de desperdicios en el Quirófano*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

+ Pluas Rios Madelayne (2019), *Mejora del proceso continuo mediante la aplicación de la metodología DMAIC en la línea de producción chocolatera de una empresa alimenticia*, Unidad Educativa Galo Plaza Lasso, Ciudad de Dule, Ecuador:

+ Tapia Coronado, Jessica (2017). *Tesis Manufactura Esbelta*, Cd. Juárez: Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.

+ Sung H. Park (2003), *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*, [www.apo-tokyo.org](http://www.apo-tokyo.org)

# MANUAL DE ESTILO

## + CONSEJO EDITORIAL

### MISIÓN

El objetivo principal del Consejo Editorial es divulgar mediante una revista de corte científico, de publicación semestral, todos aquellos logros realizados por los investigadores de nuestra Universidad y sus aportaciones a beneficio de la sociedad.

### VISIÓN

Con la difusión de estos avances obtendremos el reconocimiento de la comunidad y lograremos el posicionamiento de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, en áreas de desarrollo científico.

## + ATRIBUCIONES

1. El Consejo Editorial tiene como objetivo cuidar y promover la imagen y prestigio de la UTCJ.
2. Realizar la corrección de estilo y todos los cambios ortográficos y de redacción que sean necesarios para mejorar la calidad de los artículos a publicar.
3. Verificar que todas las obras cuenten con los requisitos editoriales que marca nuestro Manual de Estilo y Normas de Publicación.
4. Contribuir en la difusión y distribución de nuestra revista científica.
5. Evaluar y supervisar el proceso editorial.
6. Vigilar la calidad de las obras que lleven el sello editorial.

## + LINEAMIENTOS

- I. Los artículos que se publiquen serán responsabilidad del autor.
- II. Cada artículo deberá contar con las siguientes características y lineamientos editoriales:
  - a. Tener como base los resultados de una investigación científica, original y relevante.
  - b. Una vez publicado el artículo, los derechos de autor pasan a la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.
  - c. Cubrir parte del estado de conocimiento vigente.
  - d. Estar escritos con un lenguaje adecuado y que atiendan la serie de condiciones formales y de contenido propio de un texto científico.

Es importante que cada trabajo de investigación cuente con crédito de autor y/o colaboradores, crédito de fotografías (si las hay) y un correo electrónico.

## + FORMATOS DE ENTREGA

- El material tiene que ser entregado en procesador de texto WORD, con letra tipo Arial, a 12 puntos, con espacio sencillo y alineación a la izquierda.
- Formato carta, extensión mínima 3 cuartillas y un máximo de 10, incluyendo notas y bibliografía.
- Utilizar sangría francesa al inicio de cada párrafo.
- Márgenes de 3 cm. superior y 2.5 cm. de derecha e izquierda.
- Todas las páginas deberán estar enumeradas en secuencia, comenzando por la portada.
- Las siglas deben venir en su forma destacada (p. ej. UTCJ, Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez).
- Señalar la naturaleza del trabajo: artículo de investigación, avance, etc.
- El título de la obra debe ser colocado en la parte superior del documento, en forma centrada, destacado con negritas.
- Todos los textos deben incluir nombre completo del autor y/o colaboradores, grado académico y área de especialización, así como también un correo electrónico. Los nombres de los autores deben de aparecer en el orden de sus contribuciones.
- Anexar en el trabajo de investigación un currículum de autor (es).
- El solicitante y/o autor se compromete a estar disponible para atender cualquier asunto relacionado con su obra.
- En todos los casos, los manuscritos entregados no serán devueltos.
- La fecha de entrega del material será determinado por el editor y este a su vez se lo hará del conocimiento al autor.
- El autor debe incluir un resumen breve de los contenidos del artículo.

Los trabajos deberán enviarse al correo electrónico:

**editorial@utcj.edu.mx**

Para mayor información comunicarse al  
Tel. +52 1 656 649 0604 Ext. 3846

## + ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

### TÍTULO EN INGLÉS Y ESPAÑOL

No debe ser mayor a 15 palabras y describir el contenido del artículo de una forma clara, exacta y concisa.

### ABSTRACTOS

Incluir los resúmenes en español y en inglés (abstract), de 150 palabras, cada uno. Debe de indicar clara y brevemente el propósito de la investigación, de los procedimientos básicos, de los resultados y de las conclusiones principales. Evite el uso de abreviaturas y de términos altamente especializados en el extracto.

### PALABRAS CLAVE

Presentar cinco palabras clave, en inglés y en español, estos términos deben de aparecer debajo del resumen, en la misma página. Se pueden utilizar palabras solas o términos compuestos.

### ABREVIATURAS

Las abreviaturas deben de ser definidas la primera vez que se mencionan. Si fuera esto en el resumen, entonces debe de definirse de nuevo en el cuerpo principal del texto.

### INTRODUCCIÓN

Este apartado plantea el propósito del artículo sin un despliegue extensivo del tema, utilizando solo las referencias más pertinentes. Indique las razones que motivaron a la investigación y cuando corresponda, dé cuenta de la hipótesis postulada.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se llevó a la práctica, justificando la elección de métodos, técnicas e instrumentos, si los hubiera, teniendo en cuenta la secuencia que siguió la investigación.

### RESULTADOS

Se describen los resultados del estudio, resaltando los hallazgos relevantes (incluso los resultados contrarios a los objetivos propuestos, si es el caso). Los resultados se presentarán utilizando texto, tablas e ilustraciones.

### DISCUSIÓN

Interpretación de los resultados y su significado sobre el trabajo de otros autores.

### AGRADECIMIENTOS

Al patrocinio o proyecto son lo más breve posible.

### LAS TABLAS Y FIGURAS

A fin de garantizar los más altos estándares para la calidad de las ilustraciones, éstas deben de ir a una resolución de 300 dpi's. Las figuras

deben de ser claras y fáciles de leer.

Figuras numeradas, en número arábigo seguido de pie de figura para la parte inferior de cada una de ellas e insertadas dentro del cuerpo del artículo y no al final de este.

Las tablas tienen que ser menores de 17 cm. x 20 cm., enlistadas en números arábigos y tener un título, y/o leyenda en la parte superior para explicar cualquier abreviatura utilizada en ella, del mismo modo estar insertas dentro del cuerpo del artículo.

### FOTOGRAFÍAS E ILUSTRACIONES

Todo material de foto e ilustraciones deben de enviarse en un archivo del artículo. Como también en formato aparte JPG o PSD, con una resolución mínima de 300 dpi's, en tamaño real.

Tanto las tablas, figuras, fotografías e ilustraciones se entregarán en procesador Excel.

### CITACIÓN

Para la citación textual larga, de 40 palabras o más, es necesario separar el texto citado y disminuir el tamaño de la tipografía un punto. Del mismo modo, se deben aumentar los márgenes laterales 1 cm. y colocar inmediatamente después (autor, año), al que se cita.

### FECHA

Se cita al final del trabajo, precedido del lugar donde se redactó el original.

### BIBLIOGRAFÍA

La exactitud de las referencias es responsabilidad de los autores. Se incorpora al final del artículo, numeradas, incluyendo en orden alfabético todas las obras citadas en el texto y en los pies de página. El autor debe revisar cuidadosamente que no hay omisiones e inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. La redacción se presenta de la siguiente manera:

Nombre del autor y colaboradores (en su caso), comenzando con el apellido paterno, seguido de los nombres. Año de la publicación entre paréntesis. Título del libro en itálicas (cursivas). Edición (de la segunda en adelante). Casa editorial, ciudad de publicación, país y páginas totales.

## + EJEMPLO DE REFERENCIAS

### LIBRO

Wiener, Norbert, Cibernética: o el control y la comunicación en animales y máquinas, Barcelona, Tusquets, 2003.

### ARTÍCULO DE REVISTA

Ádem, José, 1991, 'Algunas consideraciones de la prensa en México', Avances y Perspectiva, vol. 10, abril-junio pp. 168-170

### PÁGINAS WEB

Ramírez, E., 2012, Economía futura en América Latina. Recuperado de <http://www.economico-online.com>.

# UTeJ THEOREMA

## REVISTA CIENTÍFICA

EDICIÓN ESPECIAL // DICIEMBRE 2021

ISSN: 2448-7007

