

GESTIÓN, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

COORDINADORES

ISRAEL BECERRIL ROSALES
MAYTE PULIDO CRUZ
ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS
MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ
BEATRIZ MORALES CASTILLO
LOT ROJAS MORA
JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLAREAL
ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ
HERIBERTO PULIDO RUIZ





GESTIÓN, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

ISRAEL BECERRIL ROSALES, MAYTE PULIDO CRUZ, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS,
MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, BEATRIZ MORALES CASTILLO, LOT ROJAS MORA,
JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLAREAL, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ,
HERIBERTO PULIDO RUIZ

COORDINADORES

2019

GESTIÓN, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

COORDINADORES:

ISRAEL BECERRIL ROSALES, MAYTE PULIDO CRUZ, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS,
MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, BEATRIZ MORALES CASTILLO, LOT ROJAS MORA,
JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLAREAL, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ,
HERIBERTO PULIDO RUIZ

AUTORES:

AARÓN CASTILLO POLANCO, ALBERTO ANTONIO REYES LEPE, ALDAIR DE JESÚS CANCINO GUTIÉRREZ, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, ANTONIO HUERTA ESTÉVEZ, ARACELI MORENO GONZÁLEZ, ARLENY LOBOS PÉREZ, ARNULFO CRUZ GARRIDO, BEATRIZ MORALES CASTILLO, BETZABEE LÓPEZ ZARATE, BRANDON PORTILLA ORDAZ, CARLOS JAIR BAEZA VILCHIS, CAROLINA MONTALVO ESPINOZA, CELSO DUBLAN VASQUEZ, CÉSAR AUGUSTO SEVERINO PARRA, CONSTANTINO GERARDO MORAS SÁNCHEZ, CRISTIAN JOSUE ARROYO REYES, CRISTINA OROZCO TRUJILLO, DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ, DANIEL SILVA CRUZ, DIANA OCHOA RIVERA, DIEGO ACEVEDO SÁNCHEZ, DORIAN ROJAS BALBUENA, EDGAR ALCÁNTARA RODRIGUEZ, EDGAR PÉREZ MARTÍNEZ, ELIEZER ROMAY PÉREZ, ELISA GONZAGA LICONA, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ, ELSA ELENA CORONA MAYORAL, EMANUEL PÉREZ LÓPEZ, ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ, EUGENIO LUNA MEJIA, EVELIN SALGADO MORALES, FERNANDO GONZÁLEZ SEVERIANO, FRANCISCA ANDREA SALUD CHICATTI, GABRIEL SÁNCHEZ MARTINEZ, GREGORIO CASTILLO QUIROZ, GUADALUPE ALARCÓN CAMPOS, HÉCTOR MURILLO MARTÍNEZ, HERIBERTO PULIDO RUIZ, HILÉN ESCOBAR CASTRO, ISAAC OLGUIN RAMÍREZ, ISIDRO MARTÍNEZ CHAPARRO, ISRAEL BECERRIL ROSALES, JAVIER MONDRAGÓN SÁNCHEZ, JAVIER RAZO SOSA, JESÚS AMPARO MORALES GUZMÁN, JESÚS BRANDO SOLIS RITA, JESÚS RAMÍREZ MONDRAGÓN, JOEL MEDINA ENRIQUEZ, JORGE UBALDO JACOBO SÁNCHEZ, JOSÉ GUADALUPE CISNEROS DE LOS ÁNGELES, JOSÉ MIGUEL AHUACATITLA PÉREZ, JOSEFINA CUEVAS RODRÍGUEZ, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES, JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLARREAL, JUAN HERNÁNDEZ PAREDES, JUAN MANUEL PONCE GONZÁLEZ, JULIO CESAR TUN ALVAREZ, KARINA ZÚNIGA SIERRA, LAURA CONCEPCIÓN ESPINOZA PORTILLO, LETICIA VÁZQUEZ TZITZIHUA, LILIANA FUENTES ROSAS, LIZBETH LOPEZ ANGELES, LOT ROJAS MORA, LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA, LUIS ÁNGEL SANTOS MARTÍNEZ, LUIS ANTONIO CALDERÓN PALOMARES, LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA, LUIS ROMAN VALENTINO MATAMOROS, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, MANUEL JESÚS HAU CHIMAL, MANUEL RIVERA MORENO, MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ RAMOS, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO, MARISOL LUCAS SANTIAGO, MARTIN MÁRQUEZ COLORADO, MAYTE PULIDO CRUZ, MERCEDES MURAIRA SOTO, MIGUEL ANGEL LIMÓN DÍAZ, MIGUEL ÁNGEL SOLÍS JIMÉNEZ, MIRNA OJEDA ARANA, MISAELE ZUALE COLORADO, MONSERRAT HUETO SALOMÓN, NEZNY ILEM MUÑOZ SUAREZ, OTNIEL TOSTADO GARCÍA, PEDRO HERNÁNDEZ GALLEGOS, RAFAEL RODEA ROSALES, RENE ONOFRE MARTINEZ, RICARDO XALATE AGUILERA, REYNA GUADALUPE GARCIA GARCÍA, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS, RODIMIRO RUIZ TORIBIO, ROGELIO ZARZA DÍAZ, ROSALÍA BONES MARTÍNEZ, ROSALÍA JAQUELINE OCAMPO HERNANDEZ, SAMUEL MORENO MACHADO, SELENE HERNÁNDEZ MATA, SERGIO VÁZQUEZ SOTO, SILVESTRA GÓMEZ MANCILLA, VERÓNICA USCANGA HERNÁNDEZ, VICENTE ANTONIO ISLAS GÓMEZ, VICENTE VILLAR ZARATE, VÍCTOR VILLA BARRERA, VIRGINIA ALCÁNTARA MÉNDEZ, VIRIDIANA SÁNCHEZ VÁZQUEZ, WENDY CARELY USCANGA USCANGA, XOCHITL HERNÁNDEZ TORRES, YARA SEGURA DE JESÚS, ZANDRA ELIZABETH FRANCO CRUZ

EDITOR LITERARIO Y DE DISEÑO

DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ

EDITORIAL

©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019



RED IBEROAMERICANA
DE ACADEMIAS DE
INVESTIGACIÓN

EDITA: RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C.
DUBLÍN 34, FRACCIONAMIENTO MONTE MAGNO
C.P. 91190. XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO.

TEL (228)6880202
PONCIANO ARRIAGA 15, DESPACHO 101.
COLONIA TABACALERA
DELEGACIÓN CUAUHTÉMOC
C.P. 06030. MÉXICO, D.F. TEL. (55) 55660965

www.redibai.org
redibai@redibai.org

Derechos Reservados © Prohibida la reproducción total o parcial de
este libro en cualquier forma o medio sin permiso escrito de la
editorial.

Fecha de aparición 04/12/2019.

ISBN: 978-607-8617-54-8



Sello editorial: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
(607-8617)

Primera Edición

Ciudad de edición: Xalapa, Veracruz, México.

No. de ejemplares: 200

Presentación en medio electrónico digital: Cd-Rom formato PDF 20 MB

ISBN 978-607-8617-54-8

GESTIÓN, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN EN INNOVACIÓN PRODUCTIVA

ARBITRAJE

DANIEL BELLO PARRA
ALICIA PERALTA MAROTO
JORGE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ
DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ
LUIS ENRIQUE GÓMEZ MEDINA
LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ
ISRAEL BECERRIL ROSALES
BRENDA MARINA MARTÍNEZ HERRERA

COORDINADORES:

ISRAEL BECERRIL ROSALES, MAYTE PULIDO CRUZ, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS,
MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, BEATRIZ MORALES CASTILLO, LOT ROJAS MORA,
JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLAREAL, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ,
HERIBERTO PULIDO RUIZ

AUTORES:

AARÓN CASTILLO POLANCO, ALBERTO ANTONIO REYES LEPE, ALDAIR DE JESÚS CANCINO GUTIÉRREZ, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, ANTONIO HUERTA ESTÉVEZ, ARACELI MORENO GONZÁLEZ, ARLENY LOBOS PÉREZ, ARNULFO CRUZ GARRIDO, BEATRIZ MORALES CASTILLO, BETZABEE LÓPEZ ZARATE, BRANDON PORTILLA ORDAZ, CARLOS JAIR BAEZA VILCHIS, CAROLINA MONTALVO ESPINOZA, CELSO DUBLAN VASQUEZ, CÉSAR AUGUSTO SEVERINO PARRA, CONSTANTINO GERARDO MORAS SÁNCHEZ, CRISTIAN JOSUE ARROYO REYES, CRISTINA OROZCO TRUJILLO, DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ, DANIEL SILVA CRUZ, DIANA OCHOA RIVERA, DIEGO ACEVEDO SÁNCHEZ, DORIAN ROJAS BALBUENA, EDGAR ALCÁNTARA RODRIGUEZ, EDGAR PÉREZ MARTÍNEZ, ELIEZER ROMAY PÉREZ, ELISA GONZAGA LICONA, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ, ELSA ELENA CORONA MAYORAL, EMANUEL PÉREZ LÓPEZ, ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ, EUGENIO LUNA MEJIA, EVELIN SALGADO MORALES, FERNANDO GONZÁLEZ SEVERIANO, FRANCISCA ANDREA SALUD CHICATTI, GABRIEL SÁNCHEZ MARTINEZ, GREGORIO CASTILLO QUIROZ, GUADALUPE ALARCÓN CAMPOS, HÉCTOR MURILLO MARTÍNEZ, HERIBERTO PULIDO RUIZ, HILÉN ESCOBAR CASTRO, ISAAC OLGUIN RAMÍREZ, ISIDRO MARTÍNEZ CHAPARRO, ISRAEL BECERRIL ROSALES, JAVIER MONDRAGÓN SÁNCHEZ, JAVIER RAZO SOSA, JESÚS AMPARO MORALES GUZMÁN, JESÚS BRANDO SOLIS RITA, JESÚS RAMÍREZ MONDRAGÓN, JOEL MEDINA ENRIQUEZ, JORGE UBALDO JACOBO SÁNCHEZ, JOSÉ GUADALUPE CISNEROS DE LOS ÁNGELES, JOSÉ MIGUEL AHUACATITLA PÉREZ, JOSEFINA CUEVAS RODRÍGUEZ, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES, JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLARREAL, JUAN HERNÁNDEZ PAREDES, JUAN MANUEL PONCE GONZÁLEZ, JULIO CESAR TUN ALVAREZ, KARINA ZÚÑIGA SIERRA, LAURA CONCEPCIÓN ESPINOZA PORTILLO, LETICIA VÁZQUEZ TZITZIHUA, LILIANA FUENTES ROSAS, LIZBETH LOPEZ ANGELES, LOT ROJAS MORA, LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA, LUIS ÁNGEL SANTOS MARTÍNEZ, LUIS ANTONIO CALDERÓN PALOMARES, LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA, LUIS ROMAN VALENTINO MATAMOROS, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, MANUEL JESÚS HAU CHIMAL, MANUEL RIVERA MORENO, MARÍA DEL CARMEN GONZÁLEZ RAMOS, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO, MARISOL LUCAS SANTIAGO, MARTIN MÁRQUEZ COLORADO, MAYTE PULIDO CRUZ, MERCEDES MURAIRA SOTO, MIGUEL ANGEL LIMÓN DÍAZ, MIGUEL ÁNGEL SOLÍS JIMÉNEZ, MIRNA OJEDA ARANA, MISAEL ZUALE COLORADO, MONSERRAT HUETO SALOMÓN, NEZNY ILEM MUÑOZ SUAREZ, OTNIEL TOSTADO GARCÍA, PEDRO HERNÁNDEZ GALLEGOS, RAFAEL RODEA ROSALES, RENE ONOFRE MARTINEZ, RICARDO XALATE AGUILERA, REYNA GUADALUPE GARCIA GARCÍA, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS, RODIMIRO RUIZ TORIBIO, ROGELIO ZARZA DÍAZ, ROSALÍA BONES MARTÍNEZ, ROSALIA JAQUELINE OCAMPO HERNANDEZ, SAMUEL MORENO MACHADO, SELENE HERNÁNDEZ MATA, SERGIO VÁZQUEZ SOTO, SILVESTRA GÓMEZ MANCILLA, VERÓNICA USCANGA HERNÁNDEZ, VICENTE ANTONIO ISLAS GÓMEZ, VICENTE VILLAR ZÁRATE, VÍCTOR VILLA BARRERA, VIRGINIA ALCÁNTARA MÉNDEZ, VIRIDIANA SÁNCHEZ VÁZQUEZ, WENDY CARELY USCANGA USCANGA, XOCHITL HERNÁNDEZ TORRES, YARA SEGURA DE JESÚS, ZANDRA ELIZABETH FRANCO CRUZ

INDICE

USO, PREPARACIÓN Y APLICACIÓN TRADICIONAL DE HIERBAS MEDICINALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ MIAHUATLÁN, PUEBLA

ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES

1

REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE SILLAS DE RUEDAS, APLICANDO LEAN SIX SIGMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS

JOEL MEDINA ENRÍQUEZ

14

ANÁLISIS DE LA ELABORACIÓN DE UN CARTÓN A BASE DE FIBRAS DE MAÍZ PARA SUSTITUIR LOS EMPAQUES DE POLÍMEROS SINTÉTICOS

RAFAEL RODEA ROSALES, LIZBETH LÓPEZ ÁNGELES, RENE ONOFRE MARTÍNEZ

25

DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE MÉTODOS PARA MEJORAR EL CONSUMO DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE TERMOFORMADO DE CONTENEDORES PARA PASTELES.

JAVIER MONDRAGÓN SÁNCHEZ

33

ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN UN TALLER DE TORNOS

CARLOS JAIR BAEZA VILCHIS, EDGAR PEREZ MARTINEZ

50

PROYECTOS ACUAPÓNICOS NO CONVENCIONALES, PRODUCCIÓN CON ESPECIES NATIVAS IT-BOCA DEL RÍO, VERACRUZ-MÉXICO

VIRGINIA ALCÁNTARA MÉNDEZ, OTNIEL TOSTADO GARCÍA

63

LABORATORIO PORTATIL PARA EL ANÁLISIS DE SEÑALES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS Y DE CONTROL

GREGORIO CASTILLO QUIROZ, MIGUEL ANGEL LIMON DIAZ, EUGENIO LUNA MEJÍA

76

DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, PECES Y AVES DE CORRAL, AUTOSUSTENTABLE, AUTOMATIZADO EN FAVOR DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

ARNULFO CRUZ GARRIDO, ELISA GONZAGA LICONA, DORIAN ROJAS BALBUENA

89

CONTROL Y CALIDAD DE PROCESOS DE GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE USADOS EN LA INDUSTRIA

ROGELIO ZARZA DÍAZ, YARA SEGURA DE JESÚS

101

REDISEÑO DE ESCANTILLONES PARA LA PARRILLA SOLERA DE UNA ESTUFA (LÍNEA BLANCA).

JOSÉ MIGUEL AHUACATITLA PÉREZ, VÍCTOR VILLA BARRERA, ROSALÍA BONES MARTÍNEZ

113

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA EL ALMACÉN DE HILO DE UNA EMPRESA TEXTIL

ARACELI MORENO GONZÁLEZ, JESÚS AMPARO MORALES GUZMÁN, JUAN HERNÁNDEZ PAREDES

133

PROPUESTA PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO DE PAPEL EN EL ÁREA ESTAMPADO DE LA EMPRESA AROL TEXTIL, S. DE R.L. DE C.V.

LAURA CONCEPCIÓN ESPINOZA PORTILLO, ARACELI MORENO GONZÁLEZ, ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ

150

INDICE

PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

DANIEL SILVA CRUZ, YARA SEGURA DE JESUS

167

REDUCIR EL DESPERDICIO DE HILO EN EL ÁREA DE TEJIDO DE CUELLOS Y PUÑOS EN UNA EMPRESA TEXTIL.

JUAN HERNÁNDEZ PAREDES, CRISTINA OROZCO TRUJILLO, ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ

183

OPTIMIZACIÓN DE CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA DE MOLDEO DE PLÁSTICO POR COMPRESIÓN.

ISIDRO MARTÍNEZ CHAPARRO, JESÚS RAMÍREZ MONDRAGÓN

198

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GÉNERO EN PROCESOS INDUSTRIALES (CASO DE ESTUDIO: LLENADO DE SILOS EN LABORATORIO CIM).

ANTONIO HUERTA ESTÉVEZ, MANUEL RIVERA MORENO, ELSA ELENA CORONA MAYORAL

208

RECUBRIMIENTO DE GALVANIZADO PARA PIEZAS ELÉCTRICAS DE ACERO EN ALTA TENSIÓN EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.

VICENTE ANTONIO ISLAS GÓMEZ, EDGAR ALCÁNTARA RODRIGUEZ, YARA SEGURA DE JESÚS

227

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA APLICACIÓN DE DOS FERTILIZANTES EN ASOCIACIÓN CON MICORRIZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS).

ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS, SELENE HERNÁNDEZ MATA, VICENTE VILLAR ZÁRATE,

REYNA GUADALUPE GARCIA GARCÍA, KARINA ZÚÑIGA SIERRA

243

EVALUACIÓN EN LA SIEMBRA DE CHILE HABANERO A CIELO ABIERTO Y EN INVERNADEROS CONVENCIONALES PARA LA ZONA MAYA DE QUINTANA ROO.

MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA, JULIO CESAR TUN ALVAREZ

256

MANUFACTURA DE UN CURSO DE FORMACIÓN DE INSTRUCTORES.

JOSEFINA CUEVAS RODRÍGUEZ

275

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE CACAHUATE EN EL TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

EMANUEL PÉREZ LÓPEZ, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS, MERCEDES MURAIRA SOTO, JOSÉ GUADALUPE CISNEROS

DE LOS ÁNGELES, MARISOL LUCAS SANTIAGO

287

MEDICIÓN Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CORTE DE UNA PAPELERA

LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA, LILIANA FUENTES ROSAS, GABRIEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, RODIMIRO RUIZ TORIBIO

296

REINGENIERÍA AL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES DE UNA EMPRESA CAFETALERA DE LA REGIÓN DE CÓRDOBA.

ARLENY. LOBOS PÉREZ, JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLARREAL, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ

312

INDICE

IMPORTANCIA EN LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA MASLACH BURNOUT EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PÚBLICO.

ROSALIA JAQUELINE OCAMPO HERNÁNDEZ, MAYTE PULIDO CRUZ

324

MODELO DE REINGENIERIA DE PROCESOS PARA TRÁMITES Y SERVICIOS EN UN CENTRO ADMINISTRATIVO GUBERNAMENTAL REGIONAL.

FRANCISCA ANDREA SALUD CHICATTI, MAYTE PULIDO CRUZ

333

DIAGRAMAS DE FLUJO: FACTURACION, REEMBOLSO DE GASTOS Y APERTURA DE TIENDA.

CELSO DUBLAN VASQUEZ, MAYTE PULIDO CRUZ

341

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN EN SIMIO PARA PROPONER MEJORAS EN LOS PROCESOS DE ATENCIÓN EN EL ÁREA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL PÚBLICO.

LILIANA FUENTES ROSAS, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, CONSTANTINO GERARDO MORAS SÁNCHEZ, LUIS ANTONIO CALDERÓN PALOMARES, MIGUEL ÁNGEL SOLÍS JIMÉNEZ

353

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN EN UN CRUCE PEATONAL DE TIERRA BLANCA VERACRUZ UTILIZANDO SIMIO®.

FERNANDO GONZÁLEZ SEVERIANO, MONSERRAT HUETO SALOMÓN, GUADALUPE ALARCÓN CAMPOS, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO, LILIANA FUENTES ROSAS

364

MODELO DE SIMULACIÓN EN SIMIO® DE UNA PURIFICADORA DE AGUA COMO BASE PARA PROBAR ESCENARIOS DE MEJORA.

HILÉN ESCOBAR CASTRO, LILIANA FUENTES ROSAS, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO, LETICIA VÁZQUEZ TZITZIHUA

373

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN (SIMIO) PARA REALIZAR UNA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DETERMINADAS DENTRO DE UN TALLER DE TORNO Y SOLDADURA.

ELIEZER ROMAY PÉREZ, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ, LILIANA FUENTES ROSAS

384

LA SIMULACIÓN PARA UN SERVICIO DE AUTOLAVADO PARA CARRO CAMION Y TRAILER CON SOFTWARE ARENA.

JORGE UBALDO JACOBO SÁNCHEZ, ISRAEL BECERRIL ROSALES

388

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER METAL-MECÁNICO PARA AUMENTAR SU EFICIENCIA UTILIZANDO SIMIO®.

JAVIER RAZO SOSA, BETZABEE LÓPEZ ZARATE, SILVESTRA GÓMEZ MANCILLA, SERGIO VÁZQUEZ SOTO, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO

396

ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA EN UNA CENTRAL DE AUTOBUSES UTILIZANDO SIMULACIÓN EN SIMIO®

ALDAIR DE JESUS CANCINO GUTIERREZ, LUIS ÁNGEL SANTOS MARTINEZ, MISAEL ZUALE COLORADO, LILIANA FUENTES ROSAS

407

ANÁLISIS EN LÍNEA DE ENVASADO 1, PARA EL INCREMENTO EN LA EFICACIA EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE CAFÉ.

MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO, GABRIEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, LUCIA GUADALUPE TOBÓN GALICIA

419

INDICE

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ESPERA EN LA CAFETERÍA DEL ITSTB.

CRISTIAN JOSUÉ ARROYO REYES, ALBERTO REYES LEPE, BRANDON PORTILLA ORDAZ, DIANA OCHOA RIVERA, MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO
433

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGOS ERGONÓMICOS, EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SUPERIOR DEL ESTADO DE VERACRUZ, MEDIANTE EL MÉTODO ERGOPAR.

PEDRO HERNÁNDEZ GALLEGOS, MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ, MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ
441

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PORTABLOCK REDISEÑADO EN EL PROCESO DE DECORADO DE ENVASE.

VIRIDIANA SÁNCHEZ VÁZQUEZ, JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES, ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ
459

ANÁLISIS ERGONÓMICO DENTRO DEL ÁREA DE ALMACÉN DE UNA EMPRESA FARMACÉUTICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA OWAS.

NEZNY ÍLEM MUÑOZ SUÁREZ, JUAN MANUEL PONCE GONZÁLEZ, WENDY CARELY USCANGA USCANGA, LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA
469

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE VENTAJAS Y LIMITACIONES DE TARJETAS DE DESARROLLO PARA DISPOSITIVOS WIFI.

CAROLINA MONTALVO ESPINOZA, MANUEL HAU CHIMAL, AARÓN CASTILLO POLANCO
483

DISEÑO DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL PARA EL ESTUDIO DE VARIABLES DE INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA.

ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA, LILIANA FUENTES ROSAS, BEATRIZ MORALES CASTILLO
501

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR EL MÉTODO RULA EN EL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA EN LA EMPRESA JOMER SID S.A. DE C.V.

SAMUEL MORENO MACHADO, RITA JESÚS BRANDO SOLIS, ISAAC OLGUIN RAMÍREZ, GABRIEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ, LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA
516

MODULO DIDACTICO E IMPLEMENTACION DE CONTROL SECUENCIAL CON PLC SIEMENS.

HÉCTOR MURILLO MARTÍNEZ, HERIBERTO PULIDO RUIZ, MARTIN MÁRQUEZ COLORADO
533

ANÁLISIS ERGONÓMICO EN EL PROCESO DE ENTREGA DE MUEBLES A TRAVÉS DEL MÉTODO RULA.

RICARDO XALATE AGUILERA, DIEGO ACEVEDO SÁNCHEZ, MARINA DEL CARMEN GONZÁLEZ RAMOS, BEATRIZ MORALES CASTILLO, LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA
545

DESARROLLO DE HERRAMIENTA TECNOLÓGICA COMO PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE REPARACIÓN AUTOMOTRIZ.

LUIS ROMÁN VALENTINO MATAMOROS, XÓCHITL HERNÁNDEZ TORRES, DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ
556

INTENCIÓN EMPRENDEDORA SOCIAL DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO.

CÉSAR AUGUSTO SEVERINO PARRA, VERÓNICA USCANGA HERNÁNDEZ, ZANDRA ELIZABETH FRANCO CRUZ, EVELIN SALGADO MORALES
566

USO, PREPARACIÓN Y APLICACIÓN TRADICIONAL DE HIERBAS MEDICINALES EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ MIAHUATLÁN, PUEBLA

ANA CRISTINA PÉREZ GONZÁLEZ¹, FRANCISCO JAVIER ESPINOZA REYES²

RESUMEN

La medicina tradicional resulta ser una práctica muy importante para mejorar la calidad de vida de los seres humanos, San José Miahuatlán es un municipio que se encuentra al sureste del estado de Puebla, se caracteriza porque el 95% de la población cuando tiene algún malestar acude a curarse ya sea con un hierbero, curandero, huesero e incluso las mujeres embarazadas suelen atenderse con parteras. Sin embargo, el 90% de las personas que se dedican a estas prácticas, son adultos mayores, pero sus descendientes ya no realizan este tipo de actividades, con el riesgo a que se pierda el conocimiento cultural e intelectual de la terapia tradicional, por eso en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan se realizó una investigación de campo para conocer las dosis, forma de preparación y aplicación de las hierbas medicinales.

Palabras clave: curanderas, hierberos, remedios caseros, medicina tradicional.

ABSTRACT

Traditional medicine turns out to be a very important practice to improve the quality of life in human beings. San José Miahuatlan is a municipality located southeast in the state of Puebla, it is characterized because 95% of its population go to a herbalist, a healer, or a person that heals the bones, when they don't feel well, even pregnant women usually attend midwives. However, 90% of people who engage in these practices are older adults, but their descendants no longer carry out these types of activities, and now losing the cultural and intellectual knowledge of

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan.
gonper13@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

traditional therapy is at risk, so In the Superior Technological Institute of the Sierra Negra de Ajalpan a field investigation was carried out to know the doses, form of preparation and application of the medicinal herbs.

Key words: *healers, herbalists, home remedies, traditional medicine.*

INTRODUCCIÓN

La medicina tradicional que se realiza en México es una amalgama de prácticas curativas que existen desde antes de la llegada de los conquistadores, fueron introducidas por los españoles durante la colonia y las provenientes del continente africano a través de los esclavos. Todas conformaron una gama de saberes y prácticas en torno al cuerpo humano, y regulan el complejo salud-enfermedad. Esta última no siempre es concebida desde el punto de vista individual también es tratada familiar o colectivamente ya que pueden funcionar como un regulador social.

Según quienes practican la medicina tradicional las enfermedades pueden ser consecuencia de causas naturales o sobrenaturales. Las primeras son tratadas por la medicina alópata, para la segunda es necesaria la intervención de los médicos tradicionales, quienes aseguran que, aunque algunas corresponden a padecimientos físicos, la gran mayoría son atribuidas a trasgresiones de las normas sociales, desequilibrios del orden natural de las cosas y de las fuerzas sobrenaturales (Tabla 1).

Tabla 1. Enfermedades que se curan con la medicina tradicional.

Llamada de espíritu (espanto)	Susto
Levantada de mollera	Mal de ojo
Levantada de cola	Empacho
Cólicos en bebés	Envidia
Caída de testículos	Daño
Caída de matriz	Latido
Caída de vejiga	Mal aire
Aflojadura del hombre y mujer	Levantada de espíritu
Caída de campanilla	Atención después del parto
Dolor de cintura	Dolor de espalda
Mareos	Vómitos
Dolor de corazón	Diarrea de niños
Quebradura	Quemaduras
Falseadura	Atención de embarazadas
Sangrados	Atención de partos
Calentura	Dolor de cabeza

Fuente: Del Rio, 2005.

Las transgresiones o pecados y actos de desobediencia traen como consecuencias castigos divinos provenientes de Dios, los Santos, la Virgen o “Seres mágicos” y por lo general son ellos los que tienen la facultad de curar una vez que se haya reparado la falta o las cosas regresen a su equilibrio normal (México desconocido, s.f.).

Algunos de los siguientes elementos pueden funcionar como tratamiento preventivo a las enfermedades: amuletos, oración, oro, limón, loción, perfume de 7 machos, nuez de cáscara blanda, piedra de alumbre, ropa sudada y ojo de venado. Pero también se aplican directamente al cuerpo, como los que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos preventivos de aplicación directa.

Baño de cocimiento	Tintura
Baño de torito	Parches
Baño de temazcal	Chiqueadores
Sobadas	Tronada de anginas
Limpias	Infundio de gallina
Tés	Lavado de anginas
Pomadas	Saliva
Jarabes	Sudor

Fuente: Del Rio, 2005.

La medicina tradicional es el conocimiento que tienen los médicos tradicionales de una gran cantidad de plantas, animales, agua y minerales con propiedades curativas, siempre han sido de gran importancia como apoyo a la salud en las comunidades indígenas (Véase figura 1). Es saber, es un privilegio que no está escrito, es el Don que Dios les da para curar. “Es un Don especial que Dios da a las parteras, que con sus manos acomodan y ordenan el cuerpo de las mujeres, para esperar y recibir a nuevas vidas” (Ortiz de Montellano, s.f.).

Figura 1. Aplicación de la medicina tradicional en San José Miahuatlán.



Para la medicina tradicional, el cuerpo humano es una caja compuesta por diferentes órganos internos: huesos, carne, líquidos, cuerdas y nervios que son movidos por medio de la sangre de la cabeza a los pies. Algunas de las causas y motivos para la atención de malestares en el cuerpo se deben a caídas, sustos, mal de ojo, empacho, enfermedades de las cuerdas, caída de mollera, partos, anginas, enfermedad del huesito, daño, dolo, resbalón, dolor de cuerpo, dolor de cabeza, mal aire.

Los médicos tradicionales suelen reconocer a las enfermedades a través de la adivinación, viendo a la persona, platicando con el enfermo o simplemente tocando la parte que está mal (Ortiz de Montellano, s.f.). Dentro de la medicina tradicional se utilizan diferentes recursos naturales con propiedades curativas descritas en la tabla 3.

Tabla 3. Recursos naturales usados en la medicina tradicional.

Plantas	Flores, raíces, frutas, corteza, jugo, tallos y hojas
Animales	Huevo, carne, grasas, sangre, plumas, concha; siendo más utilizados el zorrillo, gallo o gallina negra, pichón, palomas, coyote, tlacuache, zopilote, víbora, de cascabel y el armadillo.
Agua	Natural, bendita, termales, de los 7 pozos y de mar.
Temperatura del agua para curar las enfermedades	Agua fría, caliente o tibia, vapor del agua y agua de manantial.
Minerales utilizados en la medicina tradicional	Piedra de cal, piedra de alumbre, piedra del río, piedra de vaca, piedra, lodo podrido de ciénega, oro, alcanfor, tierra negra, barro y tierra blanca.

Fuente: Ortiz de Montellano, s.f.

Los curanderos, hierberos, hueseros y parteras forman el grupo mayoritario de terapeutas tradicionales indígenas, al que se suman rezanderos, sobadores, ensalmadores, graniceros, chupadores, culebreros, viboreros y adivinadores (Zolla, 2015).

Con la llegada del Sector Salud en 1979 -IMSS/COMPLAMAR- para atender a los grupos indígenas, se enfrentaron con el gran problema de que la mayoría de los pueblos rechazaban a los médicos alópatas y sus medicamentos, pues estaba muy arraigada la medicina natural y remedios caseros. Los indígenas Mixtecos consideran a la salud como IOOBA'Al que significa estar sano, que la persona se

siente bien, tiene ánimo de trabajar, le dan ganas de comer y salir, está contento, se siente libre del organismo, su corazón palpita, su pulso está bien, esta chapeado y no tiene problemas con familiares o amigos.

En el ámbito mundial se utilizan alrededor de 21 mil plantas medicinales y pese a que se ha recomendado su cultivo, esto no ha sido posible debido a que es difícil que algunas “peguen” y/o se requieren en pequeña escala, su cotización es menor a su costo de producción y prevalece la suposición de que el recurso de origen tiene mayor calidad, las hace inviables en términos económicos (Moncada, 2019).

Formas de preparación de las plantas

Infusión: Esta forma es útil para preparar los Tés de flores y hojas, se pone agua purificada a hervir en una olla. Se coloca la planta en una taza o una tetera de barro y cuando el agua está hirviendo, se vierte encima de la planta y se tapa. De esta forma no se pierden las aceites esenciales que suelta la planta. Se deja reposar tapado unos 10 minutos y se cuela (García, 2009).

Cocimiento: Esta preparación sirve para las raíces, cortezas, tronquitos y semillas, es decir, las partes duras de las plantas, que necesitan coserse para soltar sus principios activos. Se pone agua a hervir en un recipiente que no sea ni de aluminio, ni de hierro, cuando ya va a hervir se le agrega la planta, si son semillas chicas, hervir de 3 a 5 minutos; se tapa y se deja reposar otros 15 minutos antes de colar.

Raíces y cortezas más duras se hierven de 5 a 10 minutos (García, 2009).

Vaporizaciones: Una vez hecho el cocimiento, no se cuela y antes de destaparlo, se pone la olla a unos 20 a 25 centímetros bajo la cara y se cubre con una toalla, luego se destapa la olla, cerrar los ojos e inhalar suavemente el vapor que sale, de esta manera se descongestionan todas las vías respiratorias (García, 2009).

Baños de hierbas: se utiliza el cocimiento, pero con mayor cantidad de planta (García, 2009).

Compresas: se empapa un algodón con el cocimiento, y este puede ser caliente o frío según el tratamiento (García, 2009).

Cataplasmas: Se muele la planta o semilla, se pone en una manta de cielo y se aplica directamente sobre la piel en la parte afectada, puede ser frío o caliente, para lo cual la masa se calienta a baño maría (García, 2009).

Maceración: Es una técnica para extraer principios activos que se alterarían con el calor, se deja la planta troceada en agua a temperatura ambiente durante un tiempo concreto (de 12 a 24 horas) dependiendo de la especie, se usa en plantas mucilaginosas (malvavisco, lino) se va agitando la mezcla y finalmente se cuela (García, 2009).

Tintura: Es la mezcla de la planta con alcohol o vino, generalmente se hace en frascos de color ámbar (García, 2009).

METODOLOGÍA

El municipio de San José Miahuatlán se ubica al sureste del estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 09'30" y 18° 19'54" de latitud norte y los meridianos 97° 10'36" y 97° 24'24" de longitud occidental, colinda al norte con San Gabriel Chilac, Altepexi y Zinacatepec, al sur con Caltepec y estado de Oaxaca, al este con Coxcatlán, y al oeste con Zapotitlán Salinas (Gutiérrez, 2014), es una región de importancia tradicional ya que el 95% de los pobladores cree y acude a curar sus malestares o enfermedades con curanderos, hierberos, hueseros y parteras.

El estudio de campo para la recolección de la información consistió en el llenado de una bitácora donde se indicó el nombre de la persona, nombre de la planta, usos, preparación, dosis, e imagen. La información fue proporcionada a través de entrevista directa por personas conocedoras de la utilización de las plantas medicinales, adultas y con al menos 30 años de experiencia.

Fue necesario realizar investigación bibliográfica para conocer el estatus del municipio respecto a cuestiones de salud y asistencia médica.

RESULTADOS

El municipio de San José Miahuatlán cuenta con dos centros de salud (Figura 2), el personal médico en cada uno son dos enfermeras en contacto con paciente, dos enfermeras generales y un odontólogo.

Figura 2. Localización de las clínicas de salud de la comunidad de San José Miahuatlán (Obtenida de google maps).



Las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia entre los pobladores de la comunidad de San José Miahuatlán son la picadura de alacrán, gripa, atención a diabéticos y cortaduras graves.

Las plantas medicinales tienen múltiples aplicaciones terapéuticas, es necesario tener en cuenta que efectos tienen sobre el cuerpo y que dosis es la más recomendable, en la tabla 3 se presenta un listado de 28 especies que las curanderas de San José Miahuatlán suelen utilizar para contrarrestar las enfermedades.

Tabla 3. Plantas medicinales que se utilizan en San José Miahuatlán.

Nombre completo de la persona	Nombre de la planta	Uso	Preparación y dosis	Imagen
Estela León Herrera	Ajo	Es usado para la prevención del cáncer así también ayuda a desinflamar el estómago.	Tostar un diente de ajo o comerlo crudo.	
Amalia Herrera Galeote	Anís estrella	Se usa para bebés que presentan cólicos y lloran mucho.	Agregar tres o cuatro piezas de anís estrella en 250 mililitros de agua con una pizca de carbonato. Dar de beber una cucharadita.	
Eufemia López de Jesús	Árnica	Para el tratamiento de tos, moretones, heridas externas y golpes.	Hervir cuatro palos de esta hierba en un litro de agua, ocupar todo el preparado en la parte afectada de herida.	
Chila Arenas	Albahaca	Su consumo ayuda a aliviar los gases intestinales, los dolores de estómago, las flatulencias y las indigestiones.	Cuatro ramas de albahaca en 250 mililitros de agua, tomarlo tibio.	
Eufemia López de Jesús	Atzomtl (nombre náhuatl)	Para personas que presentan hongos y mal olor en los pies.	Hervir con tres litros de agua y agregar un manojo de esta hierba. Dejar enfriar y ponerlo en una bandeja para sumergir los pies.	
Amalia Herrera Galeote	Artemisa	Tiene la facultad de provocar y regular la menstruación en caso de periodos irregulares.	Se pone a hervir agua, cuando ya esté hirviendo se agrega un puño pequeño de artemisa, se mantiene en ebullición por 10 minutos se deja entibiar, se toma tres veces al día.	
Micaela Silva Olmos	Berenjena	Sirve para bajar de peso y contiene muchas vitaminas.	Una pieza de berenjena cortarla en pedazos y agregarle dos litros de agua y dejarlo reposar por toda la noche y al día siguiente servirlo en un vaso y tomarlo en todo el día.	
Bernardina Méndez	Calanca	Para dolor de estómago.	Tres pedazos de calanca en 250 mililitros de agua, tomar una taza al día.	

Amalia Herrera Galeote	Canela, romero y chocolate	Para cólicos menstruales.	Tres pedazos de canela, más dos ramas de romero y un pequeño pedazo de chocolate; tomarlo durante la menstruación.	
Bernardina Méndez	Cacapa (nombre nahutl)	Para personas que presenten fiebre y lleven varios días sin que se les pueda quitar.	Se lavan estas hojas y se agrega manteca y carbonato, posteriormente se aplica en el estómago.	
Eufemia López de Jesús	Cabello de elote (mozote)	Para la limpieza de los riñones.	Hervir en un litro de agua un manojo del cabello del elote y tomarlo como agua de tiempo.	
Eufemia López de Jesús	Cholulo	Para personas que presenten caspa en el cuero cabelludo.	Diez bolitas de cholulo molerlo de preferencia en un molcajete, aplicarlo en cada baño.	
Bernardina Méndez	Hierbabuena	Ayuda para el dolor de estómago y tratar la colitis.	Hervir 250 mililitros de agua y agregar dos ramas de hierbabuena, tomar una tasa tres veces al día.	
Eufemia López de Jesús	Epazote de zorrilla	Sirve para la diarrea, además como desparasitante (lombrices, mal de bolitas, amibas), la disentería, indigestión, bilis, empacho, vómito, en casos de dolor y fríos en el estómago.	Tres ramas de esta hierba en 250 mililitros de agua, tomarlo tibio hasta que se sienta alivio.	
Amalia Herrera Galeote	Escaramujo, también conocida como uña de gato.	Sus flores y hojas se usan como laxantes y cicatrizantes externos.	Hervir 500 mililitros de agua, agregar 5 hojas de escaramujo, después que haya entibiado tomarse una taza.	
Amalia Herrera Galeote	Fumaria	Se usa como cicatrizante externo.	Usar 500 mililitros de agua, agregar 4 ramas, dejar hervir y tomarlo dos veces al día.	
Micaela Silva Olmos	Jengibre	Ayuda en la lucha contra el cáncer, la diabetes, el hígado graso (no-alcohólico), el asma, las infecciones bacterianas y fúngicas, es uno de los mejores remedios disponibles contra el mareo por movimiento, embarazo o quimioterapia.	Hervir tres tazas de agua, agregar una cucharada de jengibre, dejar hervir por 15 minutos, enfriar, colarlo y tomarlo.	

Eufemia López de Jesús	Laurel	Sirve para reducir síntomas de enfermedades respiratorias como gripe y bronquitis.	Se coloca diez gramos de laurel en un litro de agua se deja hervir, tomar tibio media taza por tres veces al día.	
Micaela Silva Olmos	Manzanilla	Para dolores de estómago; así mismo alivia los dolores de la salida de los dientecitos en los bebés.	Tres ramitas de manzanilla en 250 mililitros de agua, servirlo tibio.	
Eufemia López de Jesús	Menta	Beneficios en el sistema respiratorio, para la tos, resfriados, asma, alergias y tuberculosis.	Hervir un puño pequeño de menta en doscientos mililitros de agua, tomar media taza dos veces al día.	
Bernardina Méndez	Orégano	Para personas que presenten tos excesiva y para quienes tengan problemas de la digestión.	Hervir un litro de agua, agregar dos cucharadas de orégano, dejar hervir por cinco minutos, tomar una taza por la mañana y otra por la noche; en caso de tos y para la digestión se recomienda tomárselo después de cada comida.	
Amalia Herrera Galeote	Pirul (couino)	Para personas que tengan frialdad en el cuerpo.	Hervir un manojo en 6 litros de agua, posteriormente aplicarlo en el baño.	
Eufemia López de Jesús	Rosa de castilla	Para infecciones intestinales.	Diez hojas de rosa de castilla en medio litro de agua, tomarlo dos veces al día.	
Amalia Herrera Galeote	Ruda	Se utiliza para disminuir la sensación de dolor en golpes o heridas. Además, las infusiones de esta planta reducen la ansiedad y el nerviosismo; así también para cólicos en mujeres combinándolo con otros ingredientes.	Utilizar 5 ramas de ruda hervirlo en un litro de agua y tomarlo como agua del tiempo.	
Bernardina Méndez	Sábila	Para personas que tengan caspa en el cabello, así también para darle brillo.	Utilizar una rama de sábila y moler en un molcajete hasta hacerlo puré, aplicarlo en el baño.	

Amalia Herrera Galeote	Sauco	Sirve como laxante, antiséptica o cicatrizante.	Utilizar 2 cucharadas de hojas secas y molidas en medio litro de agua y tomarlo tibio.	
Amalia Herrera Galeote	Tomillo	El uso externo es en gárgaras para tratar la gingivitis y el mal aliento, en compresas para los dolores reumáticos y en forma directa para lavar heridas.	Hervir 250 mililitros de agua y agregar un gramo de tomillos, colarlo y tomarlo o aplicarlo tibio.	
Eufemia López de Jesús	Romero	Se utiliza para ayudar a aliviar el dolor muscular, mejorar la memoria, y promover el crecimiento del cabello.	Hervir 250 mililitros de agua, agregar dos gramos de romero, dejarlo 5 minutos, posteriormente se cuele y se toma tibio.	

En la figura 3 se muestran algunas de las personas conocedoras de estas tradiciones ancestrales y quienes brindaron la información aquí presentada.

Figura 3. De izquierda a derecha: C. Amalia Herrera Galeote, C. Eufemia López de Jesús y C. Bernardina Méndez



CONCLUSIONES

La medicina tradicional en San José Miahuatlán está muy arraigada, puesto que el 90% de las personas acuden con algunas de las personas para curar o mitigar las enfermedades o molestias del cuerpo. Es importante, que se sigan preservando estas costumbres y tradiciones de generación en generación, son de fácil utilización

y no afectan al organismo. Cruz, 2007 en su trabajo “Plantas medicinales de San Lucas el Grande, Puebla” registró 175 especies utilizadas por la población para aliviar malestares o curar enfermedades. Barranco, 1990 en su investigación sobre “Exploración etnobotánica de plantas medicinales en Zoloquiapan, municipio de Tilapa y Santa Cruz Boqueroncito, municipio de Tehuitzingo, estado de Puebla” reportó 90 especies. Rodríguez, 1991 en su libro “Flora útil de los estados de Puebla y Tlaxcala” reporta 166 especies útiles pertenecientes a 59 familias vegetales (que representan más del 50% de la flora local), el más importante es el medicinal que incluye 113 especies. Paredes, 2002 en su trabajo “Contribución al estudio etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de Salinas, Puebla”, enlistó 391 especies, 78 familias y 223 géneros, para diversos usos y en el caso de las plantas medicinales reporta 90 especies. Así mismo, Bye y Linares, 1983 en un estudio de la actividad antibacteriana de las plantas reportadas como medicinales de San Rafael, Coxcatlán, Puebla, localizaron 14 especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barranco, G., M. de los A. (1990). Exploración etnobotánica de plantas medicinales en los huertos familiares de las comunidades de Baqueroncito, municipio de Tehuitzingo, Estado de Puebla. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 109 p.
- Bye, R. y Linares, E. (1983). The role of plants found in Mexican markets and their importance in ethnobotanical studies. *Journal of Ethnobiology* 3:1-13.
- Cruz G, R. A. (2007). Plantas medicinales de nueve comunidades en la frontera entre Chignahuapan, Ixtacamaxtitlán y Aquixtla, Puebla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco. Edo. de México.
- Del Río, L. J. C. (2005). Organización de Médicos Indígenas de la Mixteca A. C. Enfermedades que cura la medicina tradicional. Extraído de <http://www.cdi.gob.mx/participacion/omima/descripcion.htm>
- Google maps. www.google.com/maps San José Miahuatlán, Puebla.
- Gutiérrez, A. G. (2014). Monografía de San José Miahuatlán. Extraído de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21129a.html>
- México desconocido. (s.f.). Medicina Tradicional. Extraído de <https://www.mexicodesconocido.com.mx/medicina-tradicional-curando-el-alma-y-un-poco-mas.html>
- Moncada, G. (2019). Medicina indígena tradicional, vestigio prehispánico aún vigente. 27 de mayo de 2019. Síntesis.
- Ortiz de Montellano, B. (s.f.). Medicina y salud en Mesoamérica. *Arqueología Mexicana* núm. 74, pp. 32-47.
- Paredes, F., M. (2002). Contribución al estudio etnobotánico de la flora útil de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura. FES, Iztacala. UNAM. México. D. F. 109 p.
- Rodríguez, A., M. (1991). Flora útil de los Estados de Puebla y Tlaxcala. Universidad Autónoma de Puebla, Gobierno del Estado de Puebla, Comisión Puebla V Centenario. Puebla, México. 144 p.
- Zolla, C. (s.f.). La medicina tradicional indígena en el México actual. *Arqueología Mexicana* núm. 74, pp. 62-65.

REDUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE SILLAS DE RUEDAS, APLICANDO LEAN SIX SIGMA PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS

JOEL MEDINA ENRÍQUEZ¹

RESUMEN

En este trabajo se inicia con la descripción de dos de las metodologías con mayor éxito a nivel industrial en la implementación de programas de mejora continua, Lean Manufacturing y Six Sigma, se menciona un poco de historia de ambas metodologías, así como las herramientas básicas para su comprensión, para el desarrollo de esta investigación se hará uso de una metodología que mezcla a ambas la cual es denominada como LSSI (Lean Six Sigma), esta metodología se basa en 5 etapas (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar).

En la etapa de desarrollo se muestra cómo se va a llevar a cabo la investigación en la empresa de sillas de ruedas, la cual tiene como objetivo reducir la variación en el ensamble de las sillas de ruedas, para generar una mejora y un ahorro en los costos de producción.

Palabras clave: Lean manufacturing, six sigma, VSM.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas enfrentan grandes retos para permanecer en el mercado cada vez; existe mayor competencia y es difícil ser rentable y generar buena satisfacción con los clientes (Gómez J., 2008). El interés de las organizaciones se fija en el mercado y en las necesidades del consumidor; estudiando el impacto que tiene directamente la calidad de los productos (Aldana vega, Álvarez Builes, Bernal Torres, Díaz Becerra, González Soler, Galindo Uribe, Villegas Cortús, 2010). Por esta razón surge la necesidad de implementar programas de mejora continua para

¹ Tecnológico Nacional de México / Tecnológico De Estudios Superiores De Jocotitlán.
joel_medina812@hotmail.com

ser más eficientes (Modi, D., & Thakkar H., 2014). Entre las metodologías que apoyan la administración de la calidad y la mejora continua están Lean Manufacturing y Six Sigma (Feng T., Zhang Y., Wang X., Li Y., 2018 y Modi D., Thakkar H., 2014). La primera se define como una filosofía basada en el sistema de producción Toyota desarrollado por el japonés Taiichi Ohno en los años 40s (Collins K., Muthusamy S., Carr A., 2015 y Melton T., 2005). Esta filosofía se centra en la reducción de desperdicios y mejora continua (Shah M., Deshpande V., Patil R., 2015). Herramientas como; 5s, SMED, Kanban System, Value Stream Mapping, Poka Yoke, Kaizen, se pueden utilizar como metodologías para la eliminación de desperdicios (Pinto J., Matías J., Pimentel C., Azevedo S., Govindan K., 2018). Six Sigma es una metodología que se desarrolló en los años 80 por el Ing. Mikel Harry en la empresa Motorola (Antony J., Banuelas R., 2002). Esta hace referencia a una estrategia encaminada a la reducción a cero defectos en la producción (Domínguez R., G., López, R., Amaya, P. C., 2018). Six Sigma basa su metodología en DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) (Venzani D., Laporta, B., 2017). Utiliza herramientas como: Diagrama de flujo de procesos, diagrama causa-efecto, graficas de control, diseño de experimentos, análisis de modo y efecto de falla (Harry J., 1994). Lean Six Sigma, es la fusión de dos metodologías Six Sigma y Lean Manufacturing (Antony J., A., Ashby, Cudney E., 2018). La primera es una metodología de mejora de procesos mientras que la segunda es una metodología basada en datos estadísticos que se utiliza para lograr procesos estables y predecibles (Antony J., 2011). Aunque Lean Manufacturing y Six Sigma parecen ser bastante diferentes cuando se usan en conjunto han demostrado ofrecer mejoras en calidad y rentabilidad (Voehl F., H., Mignosa, C., Charron, 2014). En la empresa manufacturera de sillas de ruedas se tienen deficiencias en el proceso de fabricación. Estas deficiencias traen consigo el rechazo constante de materiales, reprocesos y retrabajos, estas actividades no agregan valor al producto, lo cual representa pérdidas para la empresa. Para disminuir esta problemática que se tiene en el proceso vamos a aplicar la metodología DMAIC de Lean Six Sigma (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

Manufactura esbelta

La manufactura esbelta es una filosofía de producción que tuvo sus orígenes en Japón con el sistema de producción Toyota, cuyos objetivos principales son la eliminación del desperdicio y la creación de valor.

La producción esbelta ha sido definida de múltiples formas. Entre éstas definiciones se encuentra que “la manufactura esbelta es un sistema integrado que permite lograr la producción de bienes y servicios con el mínimo costo”.

También es frecuentemente asociada con la eliminación del desperdicio especialmente donde hay exceso de inventarios y de capacidad, con el fin de minimizar los efectos de la variabilidad en la cadena, tiempo de procesamiento o la demanda.

Para comprender el pensamiento esbelto (Womack J., 1996) define sus principios:

Valor: el valor es creado por la empresa, pero debe ser definido por el cliente.

Flujo del valor: consiste en identificar la cadena de valor y hacer que el valor creado se mantenga en el flujo.

Flujo: sistema de producción pull (jalar) desde el cliente.

Perseguir la perfección: dirigir y gestionar hacia la perfección.

Entre los beneficios de aplicar el pensamiento esbelto están: reducción del tiempo de entrega a los clientes, reducción de inventarios, reducción del desperdicio, ahorros financieros, reducción de retrabajos y entendimiento de los procesos (Melton T., 2005).

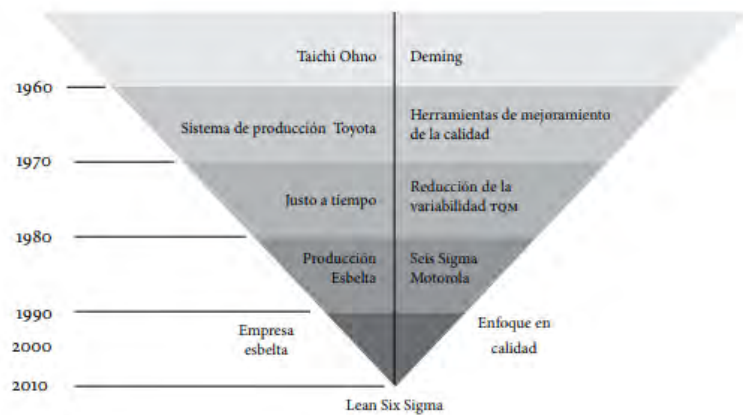
Six Sigma

Six Sigma, es una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por Motorola en los años 80, cuyo principio fundamental es el enfoque al cliente. Utiliza el proceso DMAIC y métodos estadísticos con el fin de: Definir los problemas y situaciones a mejorar, Medir para obtener información y datos, Analizar la información recolectada, Implementar mejoras a los procesos y finalmente, Controlar los procesos o productos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos, lo que a su vez genera un ciclo de mejoramiento continuo (Arnheiter y Maleyeff, 2005).

Lean Six Sigma

A lo largo de los años se han desarrollado metodologías y filosofías con el fin de maximizar el valor para las empresas como se ilustra en el cuadro evolutivo del Gráfico 1, sin embargo, los enfoques y objetivos de estas metodologías y filosofías han sido limitados al área productiva, al igual que sus herramientas. Lean six sigma es una filosofía y metodología que combina la manufactura esbelta con seis sigma, y establece cómo mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes (Spector R., 2006).

Figura 1. Historia de Lean Six Sigma



DMAIC

Definir

En ésta fase se pretende que la empresa conozca sus clientes y sus necesidades, que comprenda cómo es vista por el mismo, que se reconozca así misma a través de sus resultados en el desempeño y que analice su posición competitiva en el mercado para establecer un objetivo real en el mejoramiento.

Medir

Fase de medición, la intención en ésta fase es recopilar los datos que permiten describir y diagnosticar con mayor detalle, la naturaleza del problema u oportunidad de mejora detectados en la fase anterior, y que conducen al logro de los objetivos del proyecto seleccionado.

Analizar

Para el desarrollo de ésta fase en el paso anterior se seleccionaron las herramientas más adecuadas. La selección de herramientas se realiza de acuerdo a la naturaleza del problema, complejidad y tipo de datos a analizar.

Mejorar

En ésta fase la finalidad es formular propuestas de mejoramiento que impacten los objetivos del proyecto. Cada propuesta debe estar acompañada del análisis detallado de los recursos necesarios para la implementación, costos de operación del nuevo sistema y beneficios potenciales, de tal forma que se pueda seleccionar la alternativa que agregue mayor valor para el cliente y la empresa.

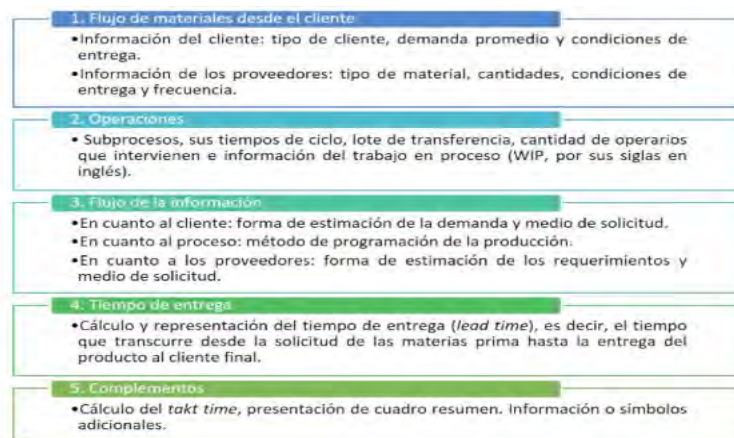
Controlar

El control sobre las implementaciones puede definir el éxito y la permanencia de las mismas, y también la incorporación de la empresa en un proceso de mejoramiento continuo.

Mapa de la cadena de valor

El Mapa de la Cadena de Valor (VSM, por sus siglas en inglés) es una de las técnicas de Lean manufacturing; en realidad, es una herramienta gráfica que permite diagnosticar la situación actual y proyectar la situación futura de un sistema de producción a través de la visualización del flujo de los materiales y de la información a lo largo de la cadena de suministro. El proceso de mapeo obedece a los principios del sistema pull: desde el cliente hasta el proveedor (Rajadell y Sánchez., 2010) (ver figura 2).

Figura 2. Pasos para la elaboración de la cadena de valor



METODOLOGÍA

El caso de estudio de la presente investigación se centra en una empresa de manufactura de sillas de ruedas, en dicha empresa se tienen variabilidad en la línea de ensamble específicamente los tiempos de ensamble.

Tomando esta problemática como tema de investigación, se procede a realizar un mapeo de la cadena de valor del proceso de ensamble, así como la recogida de tiempos por cada etapa del proceso, los tiempos obtenidos se muestran a continuación (ver figura 3).

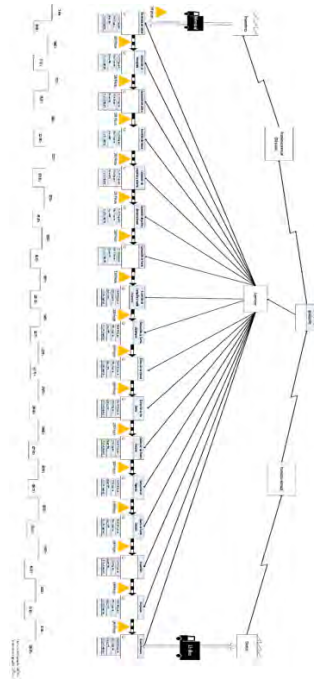
Figura 3. Recogida de tiempos de la línea de ensamble

Toma de tiempos, proceso de ensamble de sillas de ruedas.															
No. muestra	Procesos (Tiempo en segundos)														
	Barrenado de lateral	Colocación de manguera	Colocación de balero	Ensamble de lateral	Colocación de respaldo y asiento	Colocación de puños y descansos brazo	Colocación de freno	Ensamble de horquilla y llanta delantera	Colocación de llantas delanteras	Ensamble de rin-aro	Ensamble de rin-llanta	Colocación de llantas traseras	Colocación de tapones	Ajuste de llanta trasera	Inspección
1	102.00	83	62	130	374	89	46	142	78	150	241	184	153	124	75
2	99.00	71	56	135	374	87	45	138	80	136	247	191	158	139	65
3	104.00	84	54	130	361	88	53	140	76	149	247	183	155	129	66
4	101.00	73	54	125	376	93	51	137	88	147	243	190	165	124	60
5	94.00	79	51	130	370	89	51	135	85	148	246	195	151	134	70
6	97.00	83	63	135	364	85	46	135	77	138	241	190	150	120	60
7	93.00	72	50	129	366	88	55	135	77	139	248	186	150	141	72
8	100.00	77	61	128	372	92	45	141	75	148	249	187	155	120	60
9	98.00	74	56	120	375	90	50	145	88	137	246	192	154	124	67
10	105.00	71	51	129	360	88	48	139	87	141	240	191	165	136	75
11	103.00	71	60	125	370	89	54	142	82	140	240	184	157	140	60
12	101.00	81	50	128	372	91	54	144	81	147	248	189	154	129	67
13	94.00	76	61	132	369	91	54	136	73	145	243	195	156	126	67
14	105.00	82	51	125	367	94	54	141	87	143	240	190	158	138	61
15	93.00	71	53	121	380	85	49	136	73	135	246	182	151	130	73
16	94.00	82	51	132	365	89	55	145	74	138	250	191	151	122	71
17	104.00	74	57	127	367	89	52	140	73	136	246	185	156	136	60
18	95.00	85	51	134	364	95	51	142	88	147	249	186	153	130	60
19	104.00	77	55	127	367	85	46	135	80	140	249	181	162	123	66
20	98.00	83	63	127	376	87	49	145	76	137	242	188	165	141	65
21	97.00	73	58	121	374	85	45	137	88	137	242	194	150	125	69
22	102.00	75	58	126	380	87	54	144	76	138	245	187	159	124	67
23	93.00	78	57	132	368	90	55	142	81	135	241	185	151	129	68
24	101.00	71	54	131	376	93	54	141	86	137	248	183	159	132	66
25	90.00	77	62	127	377	86	48	137	81	147	242	181	155	133	65
26	104.00	73	59	121	365	85	49	135	80	142	240	183	157	142	60
27	99.00	79	63	123	370	95	50	143	78	143	248	187	150	136	63
28	101.00	79	61	133	380	87	53	142	86	146	241	188	165	124	70
29	97.00	82	65	122	366	95	49	144	88	142	245	192	154	141	71
30	90.00	82	59	132	365	90	49	140	81	143	246	183	152	139	67
T.C/PROMEDIO	98.60	77.27	56.87	127.90	370.33	89.23	50.47	139.93	80.77	141.70	244.63	187.43	155.70	131.03	66.20
No. PIEZAS/CICLO	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
MEDIA	99	77	57	128	370	89	50.5	140.5	80.5	141.5	245.5	187	155	130	66.5
STD ESTANDAR	4.52	4.64	4.61	4.37	5.65	3.17	3.35	3.44	5.21	4.72	3.31	4.12	4.84	7.13	4.68
VARIANZA	20.46	21.51	21.22	19.06	31.95	10.05	11.22	11.86	27.15	22.29	10.93	16.94	23.39	50.86	21.89

De acuerdo a la recogida de tiempos, se procedió a desarrollar el mapa de la cadena de valor (VSM), con el mapa del estado actual del proceso de ensamble de sillas de ruedas se va a determinar el tiempo que le agrega realmente valor a la línea de ensamble así como los tiempos improductivos o los tiempos de no valor agregado, se va a determinar el tiempo de entrega (lead time).

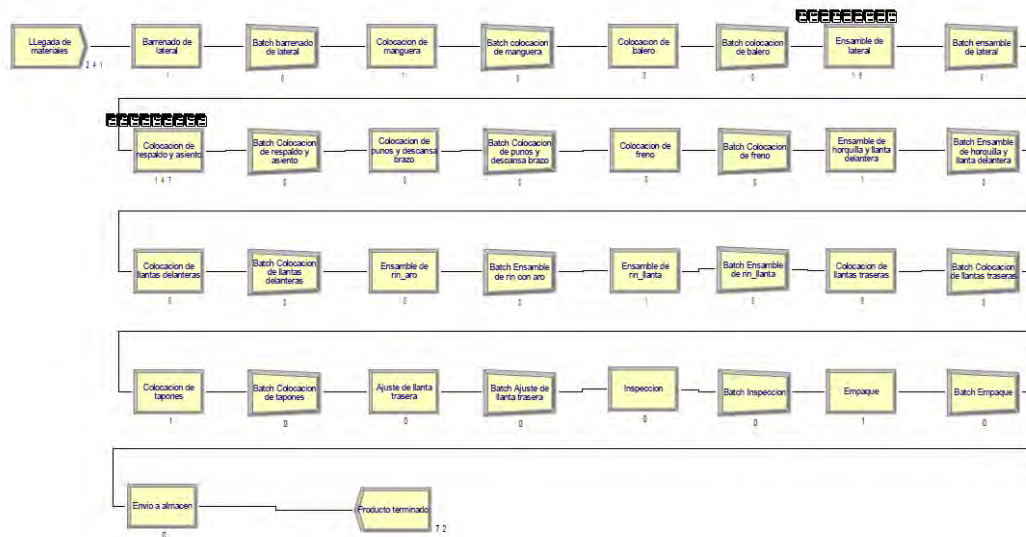
En base al estado actual se realizara una simulación en el software Arena Simulation, en la cual podremos observar gráficamente el comportamiento del proceso.

Figura 4. Estado actual del proceso de ensamble de sillas de ruedas



Cuando se concluyó con el estado actual del proceso de ensamble de sillas de ruedas, se procedió a realizar la simulación en el software arena (ver figura 5).

Figura 5. Simulación del estado actual de sillas de ruedas



De acuerdo al estado actual del proceso de ensamble de sillas de ruedas, solo el 10% del tiempo total es el que le agrega valor al proceso de ensamble de sillas de ruedas, por lo tanto se puede deducir que el 90% del tiempo utilizado son tiempos

improductivos los cuales no le agregan valor al proceso de ensamble de sillas de ruedas.

Con el desarrollo de la simulación se pudo determinar los tiempos de espera por estación de trabajo (ver figura 6).

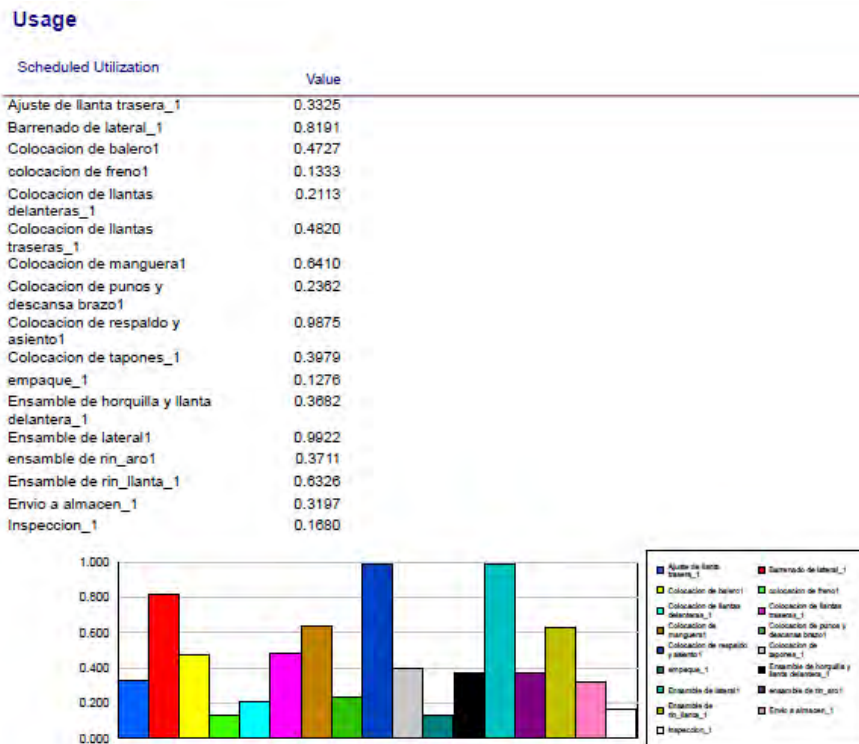
Figura 6. Proceso que genera mayor tiempo de espera

Colocacion de manguera.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Colocacion de punos y descansa brazo.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Colocacion de respaldo y asiento.Queue	2.5910	(Insufficient)	0.00	5.1667
Colocacion de tapones.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

De acuerdo a esto se puede determinar que la deficiencia se encuentra en la colocación de respaldo y asiento, con esto poder determinar que en esa estación hay una saturación de material en espera de ser procesado, por lo tanto se determina que es necesario una persona más para balancear un porcentaje las operaciones.

Con la simulación también se logró determinar el porcentaje de utilización de los operarios (ver figura 7).

Figura 7. Porcentaje de utilización por operario



CONCLUSIONES

Existen varios métodos para poder determinar las ineficiencias en los procesos de producción, hoy en día el mapeo de la cadena de valor es un método el cual no requiere de una gran inversión monetaria para poder determinar en qué parte del proceso se tiene la mayor deficiencia, como se puede ver en la figura 7, el porcentaje de utilización por operario no llega ni a al 50% en la mayoría de las operaciones por lo cual podemos concluir que el problema está en el balanceo de las operaciones, hoy en día la simulación puede contribuir en el área industrial de manera significativa ya que en casos de estudio como el que se presenta se puede determinar ciertas cosas que a simple vista no son fáciles de percibir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana de Vega, L. A., Álvarez Builes, M. P., Bernal Torres, C. A., Díaz Becerra, M. I., González Soler, C. E., Galindo Uribe, O. D., & Villegas Cortús, A. (2010). Administración por calidad.
- Antony, J. (2011) Six Sigma vs Lean, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 60, No. 2, pp.185-190.
- Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring business excellence*, 6(4), 20-27.
- Antony, J., Ghadge, A., Ashby, S. A., & Cudney, E. A. (2018). Lean Six Sigma journey in a UK higher education institute: a case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(2), 510-526.
- Collins, K. F., Muthusamy, S. K., & Carr, A. (2015). Toyota production system for healthcare organisations: prospects and implementation challenges. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(7-8), 905-918.
- Domínguez, R. I. G., López, R. R., & Amaya, P. C. P. (2018). Metodología para la aplicación de Seis Sigma en la Pequeña y Mediana Empresa. *CULCyT*, (63).
- Feng, T., Zhang, Y., Wang, X., & Li, Y. (2018, July). Application of lean six sigma in energy saving lamp assembly process. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1053, No. 1, p. 012129). IOP Publishing.
- Gómez, J. P. M. (2008). Modelo de implementación Lean Seis Sigma para empresas de la industria manufacturera-Edición Única.
- Harry, M.J (1994). The vision of six sigma. Tools and methods for breakthrough. Phoenix Arizona: Sigma Publishing Company.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83(6), 662- 673.
- Modi, D. B., & Thakkar, H. (2014). Lean thinking: reduction of waste, lead time, cost through lean manufacturing tools and technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4(3), 339-334.
- Pinto, J. L. Q., Matias, J. C. O., Pimentel, C., Azevedo, S. G., & Govindan, K. (2018). Lean Manufacturing Tools. In *Just in Time Factory* (pp. 39-112). Springer, Cham.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean manufacturing, la evidencia de una necesidad. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Shah, M. K., Deshpande, V. A., & Patil, R. M. (2015). A Review on Lean Tools & Techniques: Continuous Improvement in Industry. *International Journal of Advance Industrial Engineering*, E-ISSN, 2320-5539.
- Venanzi, D., & Laporta, B. P. (2017). LEAN SIX SIGMA. *South American Development Society Journal*, 1(2), 66-84.

- Voehl, F., Harrington, H., Mignosa, C., Charron, R. (2014). El manual de Lean Six Sigma Black Belt. Nueva York: Productividad Press.
- Womack, J. P. y Jones, D. T., (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Organisation (Primera edición, 15–90). New York.

ANÁLISIS DE LA ELABORACIÓN DE UN CARTÓN A BASE DE FIBRAS DE MAÍZ PARA SUSTITUIR LOS EMPAQUES DE POLÍMEROS SINTÉTICOS

RAFAEL RODEA ROSALES¹, LIZBETH LÓPEZ ÁNGELES², RENE ONOFRE MARTÍNEZ³

RESUMEN

El maíz es una planta herbácea anual, nativa del hemisferio norte, originario de México desde hace unos 10 mil años y que se cultiva en todo el mundo. Representa una de las principales fuentes de alimentación para casi todas las comunidades de México. Las regiones ganaderas de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Aguascalientes, Hidalgo, la región lagunera y otras, cada año destinan más maíz para la alimentación animal, ya sea para ensilaje o como forraje seco. Solo en Jalisco hay un estimado de 100,000 hectáreas dedicadas a usos forrajeros (Ron et al., 2006).

La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz (cañas, hojas de maíz, hojas de mazorca de maíz y mazorcas) fluctúa entre las 20 y 35 toneladas por hectárea (González, 1995; IDEA, 2007; Imba, 2011).

Las hojas de maíz utilizadas fueron proporcionadas por la fábrica tamalera “La Candelaria” de la ciudad de Guadalajara. Tanto el muestreo como la preparación de las muestras para los análisis se llevaron a cabo de acuerdo con lo descrito en las normas Tappi (Tappi, 1997). Pero es necesaria la caracterización de las fibras para conocer su composición química, su morfología y la cantidad que se genera. Con esto se pueden definir las tecnologías más apropiadas para su aprovechamiento y posterior tratamiento, aunado a un enfoque de responsabilidad ambiental.

Preparación de la muestra para caracterización química y morfológica (T 264 cm-97).

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. rafaelrfzg@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
lizbet858.123@outlook.com

3 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
rene981019@gmail.com

El material se pasó por un molino de martillo y se tamizó en un equipo Ro-Tap. El primer tamiz fue de malla número 40 (0,420 mm) y el segundo de malla número 60 (0,25 mm). La muestra retenida en este último tamiz fue la considerada para la caracterización química. Se tomaron entre 9 g y 10 g de muestra, peso base seca, para los análisis químicos. De acuerdo con la norma T 264 cm-97, la muestra debe estar libre de extraíbles, por lo cual se llevó a cabo un proceso de extracción Soxhlet usando 200 ml de solvente, etanol: tolueno (1:2 por volumen) durante 6 horas, seguido de un lavado con etanol y una segunda extracción también con etanol (95% pureza), durante 4 horas. Después, la muestra fue lavada con 500 ml de agua destilada y secada a temperatura ambiente.

Caracterización morfológica

En el estudio morfológico se partió de la aplicación del método de maceración Franklin con la finalidad de obtener células aisladas. El material fibroso se colocó en tubos de ensayo añadiéndoles partes iguales de ácido acético (CH_3COOH) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Se colocaron en baño María a 50 °C, hasta obtener un color blanquecino (48 h). El material tratado se lavó con agua destilada y después se agitó para lograr la disociación de los elementos. Las células se tiñeron ligeramente con safranina acuosa (solución acuosa colorante), lavándose e introduciéndose después en fenol glicerina (20 ml de fenol derretido, 40 ml de glicerina y 40 ml de agua). Posteriormente, se colocó el material sobre láminas, se dispersó con agua y se colocó sobre una placa de calentamiento a 60 °C para evaporar el agua. Se tapó con un cubreobjetos y se montaron las láminas en un microscopio de proyección marca Leitz tipo 31.047.500. Se realizaron 30 mediciones de la longitud (mm) y diámetro (μm) de las fibras y diámetro de lumen (μm). Cada fibra se midió en tres segmentos y al final se sumaron y se multiplicaron por un factor de 0,01014 para longitud y 0,00106 para

Ancho y lumen de la fibra. Con los datos obtenidos se calculó el espesor de pared e índices de calidad como coeficiente de flexibilidad, relación Runkel y fracción de pared (Palacios, 2003; Juárez, 1993;

Los resultados para el maíz, coinciden con lo explicado por Palacios (2003), quien propuso una clasificación y medidas en lo que respecta a la longitud promedio de

las fibras de las hojas de mazorca, colocando a éstas dentro del grupo de fibras moderadamente largas.

El ancho de la fibra es de 47,4 μm , mayor que el que presentan otras fibras no maderables. Lo que representa una ventaja en el proceso de formación del papel, porque origina una rigidez mayor y aumenta considerablemente la resistencia al rasgado, así como una resistencia a la degradación por la acción mecánica durante el batido (Monteoliva, 2005; Núñez, 2004; Aguilar, 2011). Teniendo en cuenta el espesor de la pared y el ancho de la fibra, podemos decir que las fibras de mazorca presentan una pared delgada, de acuerdo con lo descrito por Petroff (1968). Las fibras de hojas de mazorca de maíz presentan un espesor de la pared celular promedio de 7,5 μm , característica que contribuye a la producción de un volumen mayor de la pulpa, hojas más gruesas y resistentes al rasgado, explosión y tensión, lo que queda comprobado con su coeficiente de flexibilidad y cuyo valor es mayor que 0,5 (Monteoliva, 2005). El lumen de estas fibras es, en promedio, de 32,1 μm , lo que hace aumentar la capacidad de impregnación en el proceso de pulpeo (Monteoliva, 2005).

METODOLOGÍA

Los miles de toneladas de polímeros que se producen de manera global representan desafíos que debemos solventar si deseamos mantener o mejorar las condiciones de vida. Cabe mencionar que cada año se producen 100 millones de toneladas de plásticos y gran parte de este material acaba en los mares y océanos formando el 80% de la basura en los mares, lo cual, tiene un efecto devastador en la fauna marina y aves. Por lo ya mencionado anteriormente lo que se pretende con esta investigación es elaborar un cartón con fibras de maíz que, a diferencia del cartón convencional este se degradará en 200 días y además servirá como abono para la tierra. En caso de que los resultados sean positivos impactara de manera profunda a nivel global en la conservación del medio ambiente al aplicar este biopolímero como base en el desarrollo de empaques de plástico de una gran variedad de productos.

Objetivo General

Elaborar un cartón con fibras de maíz que servirá como sustituto de los empaques de plástico de una gran variedad de productos

Objetivos Específicos

Evaluar las propiedades estructurales del cartón convencional elaborado con fibra de celulosa virgen y del cartón elaborado con fibras de maíz

Mejorar la capacidad de enlace entre las fibras de maíz y las fibras de celulosa virgen para que el cartón tenga las propiedades estructurales adecuadas.

Identificar el tipo de partículas de maíz (partículas finas (PF), partículas medianas(PM), partículas grandes(PG)) con el que se obtendrá un mejor enlace entre carga/matriz

Establecer las cantidades de fibra de maíz que deberá contener el cartón fibroso para ser utilizado en elaboración de empaques

La presente investigación se enfocará en el análisis de la elaboración de un cartón a base de fibras de maíz, por lo que nos proponemos investigar el enlace entre carga/matriz y así obtener las propiedades estructurales adecuadas en el cartón fibroso, ya que debido al uso excesivo de polímeros sintéticos en los empaques de los productos el medio ambiente es afectado negativamente, ocasionando problemas para las plantas, la vida silvestre e incluso la vida humana. El presente proyecto de investigación permitirá reducir el uso de los polímeros sintéticos y así mismo reducir el daño que han ocasionado en el medio ambiente

Con el propósito de fundamentar la presente investigación, a continuación, se muestran las principales definiciones relevantes de algunos conceptos fundamentales del tema del objeto de estudio.

Empezaremos por definir y así diferenciar cuando es una fibra virgen y cuando no lo es.

El papel es una materia 100% reciclable. La fibra obtenida directamente de la madera se conoce como “fibra o celulosa virgen”. La que se obtiene del papel usado es la “fibra recuperada o reciclada”, que sigue procediendo de la madera, pero en otro momento de su “ciclo de vida”. Dependiendo del tipo, el papel puede reciclarse de cuatro a diez veces. (Rosa, 2014.)

Analizando lo anterior lo que nosotros pretendemos utilizar para así lograr un cartón fibroso es

Fibras de Maíz

Residuos del cultivo de maíz. El cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa de la cual el hombre cosecha apenas el 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca. Cada una de estas estructuras posee características físico-químicas propias.

La pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa. El bajo porcentaje de lignina en los restos de la planta del maíz lo hace más degradable (Escamilla, 2012)

Estas fibras de maíz las utilizaríamos como un:

Biopolímero

Son macromoléculas presentes en los seres vivos una definición de los mismos, los considera materiales poliméricos o macromoleculares sintetizados por los seres vivos

Dentro de los biopolímeros los referidos a la primera clasificación, existen tres principales familias:

Proteínas polisacáridos y ácidos nucleicos

El biopolímero más abundante en la tierra es la celulosa (EDUCALINGO biopolimero, 2019)

Pretendemos crear el cartón fibroso que sustituirá los enpaques de polímeros sintéticos de una gran variedad de productos ya que estos se usan para casi todo lo que se produce y están contaminando nuestro planeta

Polímeros sintéticos son creados por el hombre a partir de elementos propios de la naturaleza obtenidos en laboratorio o en la industria. Algunos ejemplos son el nylon, el poliestireno, el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno, etc.

Importancia de los polímeros sintéticos

Los objetos que más empleamos cotidianamente y con más frecuencia se cuentan los polímeros sintéticos y los cauchos.

Los polímeros sintéticos son usados en forma masiva en la manufactura de: embalajes para productos alimenticios, fármacos y químicos, electrodomésticos, utensilios domésticos, juguetes, componentes automotrices; lo forman parte de una lista muy larga de aplicaciones (textos científicos.com, 2013)

Te niendo en cuenta la importacia del polimero sintetico y que a estas alturas es un gran problema de contaminacion. El carton fibroso que pretendemos crear se degradara en 200 días y ademas servira como abono para la tierra entonces un Material fibroso

Son materiales que contienen fibras en su interior; así, se forman por la introducción de fibras fuertes, rígidas y frágiles dentro de una matriz más blanda y dúctil. Se consigue mejor resistencia (incluso a altas temperaturas), rigidez y alta relación resistencia/peso.

El material de la matriz transmite la fuerza a las fibras y proporciona ductilidad y tenacidad, mientras que las fibras soportan la mayor parte de la fuerza aplicada.

Para lograr el cartón fibroso debemos analizar y lograr un enlace químico entre la carga y una matriz

Enlace químico

Conocemos como enlaces químicos a la fusión de átomos y moléculas para formar compuestos químicos más grandes y complejos dotados de estabilidad. En este proceso los átomos o moléculas alteran sus propiedades físicas y químicas, constituyendo nuevas sustancias homogéneas (no mezclas), inseparables a través de mecanismos físicos como el filtrado o el tamizado. (María Estela 2019

Importancia de los enlaces químicos

La idea del enlace químico es tan vieja como el mismo concepto de átomo, pues ya Demócrito concebía esta idea como dos átomos unidos entre sí por medio de ganchitos. Tiempo después, como dos mil doscientos años más o menos, André Dumas (1843) y Walter Kossel (1916) propusieron los conceptos de enlace covalente y enlace iónico, respectivamente.

Los átomos no se encuentran aislados en la naturaleza, sino que están agrupados formando infinidad de moléculas, y estas infinidades forman las sustancias. Estas agrupaciones de átomos implican uniones y por lo tanto actividad química. La

actividad química de los átomos reside en los electrones, específicamente en los electrones de valencia, aquellos que están localizados en la última capa o nivel de energía de un átomo. Esto es que, los átomos se unen entre sí por medio de fuerzas de atracción, las cuales los atraen y los mantienen unidos a nivel de los electrones de valencia; así, un enlace químico es la unión entre átomos y entre moléculas por medio de fuerzas de atracción; o sea, las fuerzas que unen a los átomos entre si se llaman enlaces.

Los enlaces son muy importantes porque:

Permiten que los átomos se agrupen en moléculas.

Permiten que las moléculas se agrupen entre sí, lo que da lugar a que se formen sustancias puras y compuestas.

Conociendo el mecanismo de los enlaces químicos, el hombre puede formar y separar sustancias. (Jorge A. Marconi La Ceiba, Honduras, C.A.25-diciembre-2012)

Tipo De Investigación

La presente investigación será de carácter eminentemente explicativa ya que su propósito fue identificar los análisis y experimentos que se han realizado anteriormente sobre la fibra de maíz y explicar con detalle los procesos y métodos que se utilizaron para lograr dichos resultados.

Este tipo de investigación explicativa nos ayudara porque lo que se pretende es elaborar un cartón a base de fibras de maíz ayudándonos con algunos resultados que se han obtenido en los anteriores proyectos de investigación. Sin embargo, con los resultados obtenidos se podría llevar a cabo una nueva investigación ahora experimental con el objetivo de empezar analizar los enlaces entre carga y matriz y así obtener un nuevo cartón fibroso

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Prado-Martínez, M., J. Anzaldo-Hernández, B. Becerra-Aguilar, H. Palacios-Juárez, J.J. Vargas-Radillo y Maite Rentería Urquiza. 2012. Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques* 18(3):37-51.
- Ron, P.J., C.A. Jiménez, V.J. Carrera y L.J. Martín. 2006. Maíces nativos del occidente de México. *Revista Científica Scientia*
- Hurte, W.R. 2001. Nonwood plant fiber uses in papermaking. Hurter Consult Incorporated. Extracted from "Agricultural Residues", Tappi. 1997. Non wood fibers short course notes, updated and expanded.
- IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). 2007. Biomasa: Cultivos energéticos. Madrid. 56 p.
- González, A.U. 1995. El maíz y su conservación. 1a. ed. Trillas. México. 399 p.
- Imba, C.E.G. y C.L.M. Tallana. 2011. Aceptabilidad del bagazo de caña, rastrojo de maíz y tamo de cebada en bloques nutricionales como remplazo del maíz
- Juárez, M.M.A. 1993. Estudio anatómico de la madera de tres especies del estado de Jalisco. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara. 75 p.
- Palacios, J.H. 2003. Monografía de apoyo didáctico para el curso de estructuras anatómicas de materiales fibrosos para la maestría de productos forestales. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, Guadalajara. 175 p.
- Monteoliva, S. 2005. Propiedades de la madera de seis clones de Salix y su relación con el pulpado quimimecánico. Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Argentina. 219 p.
- Núñez, C.E. 2004. Microestructura de la madera. PROCyP. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. 5 p.
- Aguilar, R.N. 2011. Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel. *Ingeniería Investigación y Tecnología* 12(1):189-197.
- EDUCALINGO biopolímero. (MAYO de 2019). Obtenido de <https://educalingo.com/es/dices/biopolimero>
- Escamilla, V. M. (10 de 09 de 2012). Obtenido de <https://expansion.mx>>2012-09-10
- Textos científicos.com. (23 de 06 de 2013). Obtenido de <https://www.textoscienificos.com/polimeros/sinteticos>
- "Enlace químico". Autor: María Estela Refino. Para: Concepto. De. Disponible en: <https://concepto.de/enlace-quimico/>. Consultado: 24 de mayo de 2019.

DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE MÉTODOS PARA MEJORAR EL CONSUMO DE LOS RECURSOS ASIGNADOS AL PROCESO DE TERMOFORMADO DE CONTENEDORES PARA PASTELES.

JAVIER MONDRAGÓN SÁNCHEZ¹

RESUMEN

Día a día las empresas buscan una ventaja competitiva económicamente satisfaciendo las demandas del mercado. La innovación es fundamental para mantener vigentes sus productos y procesos. Este proyecto se desarrolla para mejorar el proceso de producción en una planta de termo formado de contenedores de plástico enfocado en un estudio de trabajo directamente al proceso de empaque, donde se conocerán los tiempos entre cada actividad, distancias recorridas, número de movimientos, etc. Para posteriormente aplicar alguna mejora a dicho proceso con ayuda de alguna estrategia de lean Manufacturing como 5'S, Value Stream Mapping, Just in time, etc. Al finalizar el proyecto se pretende implementarlo directamente al proceso y reducir los costos de fabricación a través de la eliminación de actividades que no agregan valor al producto.

Palabras clave: Estudio de trabajo, lean Manufacturing, costos.

INTRODUCCIÓN

La meta de toda empresa o negocio ha sido siempre ganar dinero como lo explica Eliyahu Goldratt en el libro "La meta" (Goldratt & Cox, 1998), ya sea prestando un servicio o manufacturando alguna pieza de venta directa al público o enviada a un proceso de flujo continuo (Toledano de Diego, 2009). Muchos de los empresarios o empleados como Henry Ford o Sakichi Toyoda han realizado investigaciones para cumplir este objetivo (BALLESTEROS, 2008). Tal es el caso del sistema de producción de Toyota, quienes después de sufrir una crisis posterior a la segunda

¹ Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de. Javier.mondragon@live.com

guerra mundial y otra durante la crisis del petróleo en 1973 (Pocorey Choque & Ayabe, 2018) , lograron recuperar sus ingresos, gracias al desarrollo de sus sistemas de producción como el justo a tiempo (Ohno, 1991). Esta filosofía fue creada por Taiichi Ohno, basándose en la forma de vender productos dentro de los supermercados americanos, donde las estanterías nunca estaban vacías (Tejeda, 2011), y gracias a esta aportación empresas de clase mundial y nacionales han desarrollado un nuevo enfoque de producción y ventas (Fezziola Jimenez & Luna Amaya, 2014). Por otro lado debido a la competitividad, se ven en la necesidad de rediseñar sus procesos con ayuda de estrategias o filosofías tales como Lean Manufacturing que propone obtener mayores beneficios utilizando menos recursos (Pocorey Choque & Ayabe, 2018), o el Value Stream Mapping (VSM) que permite a una organización visualizar, entender y reconocer el valor del proceso, diferenciarlo del desperdicio y crear un plan de acción para mejorarlo. De esta manera las empresas tienen la oportunidad de conocer sus áreas de oportunidad o actividades que agregan o no algún valor a los productos que fabrican (Paredes Rodriguez, 2017), y actuar para mantenerse vigentes en el mercado, por ejemplo innovando constantemente sus procesos de producción con un enfoque a la mejora continua basados en mantener los procesos planificados, organizados y sistemáticos, que permitan potencializar algún indicador de rendimiento (Marin-Garcia, Bautista-Poveda, & Garcia-Sabater, 2014). Otro aspecto fundamental para el éxito de un negocio es el enfoque en la calidad, y gracias a los avances de W. Edwuard Deming es que empresas logran posicionarse en los primeros lugares de ventas por su alta calidad y confiabilidad (Deming, 1989). Existe en la literatura diversas estrategias de producción que ayudan a aumentar la, productividad de los procesos, pero va a depender en gran parte del enfoque de estas y las expectativas de sus directores. Una de las filosofías más utilizadas hoy en día es Lean Manufacturing, por abarcar gran parte de las estrategias y técnicas existentes como eliminación de desperdicio mediante la mejora continua, mejora en la calidad, control de inventarios control de tiempos muertos, aplicación de justo tiempo, aplicables a cualquier proceso (Correa, 2007).

El problema que ha dado pie a este proyecto surge debido a la gran cantidad de fuga de efectivo a través de actividades que no agregan valor, materiales defectuosos, esperas de alistamiento, entre otras (Perez Rave, 2011). Y al tratar de eliminarlas se tiene otro problema que es la falta de tiempo para detener procesos y realizar las mejoras correspondientes, o simplemente porque sale muy costoso realizar una modificación o mejora a una máquina. Los directivos siempre buscan minimizar los gastos y mantener los estándares de productividad.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un estudio de trabajo con apoyo de las técnicas mencionadas anteriormente (lean Manufacturing, Values Stream Mapping, justo a tiempo, entre otros) que nos ayuden a aumentar la productividad por medio de la eliminación de actividades que no agregan valor a los productos (Deming, 1989). De igual forma se desarrollarán algunas estrategias relacionadas a lean Manufacturing como justo a tiempo por ser una filosofía de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución (Correa, 2007). Este trabajo se desarrollará mediante la administración y organización de recursos o actividades realizadas hasta el momento, sin la necesidad de inversión de dinero o tiempo de producción, simplemente con analizar y estandarizar actividades se buscará una manera diferente de hacer las cosas para lograr los resultados deseados (Edward J., 1988) .

OBJETIVO GENERAL.

Reducir costos de producción mediante el desarrollo de un estudio de métodos que nos ayude a mejorar la utilización de los recursos asignados en el proceso de formado de una empresa de plásticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Obtener información del proceso de formado de pasteleros.

Analizar la información obtenida con ayuda de herramientas lean Manufacturing.

Desarrollar una metodología de trabajo para eliminar actividades que no agregan valor al proceso de formado de pasteleros mediante técnicas lean Manufacturing.

Simplificar las actividades que actualmente se realizan en el área de formado de pasteleros.

Estandarizar actividades en el proceso de formado para toda la familia de productos. Durante varios años en el área de manufactura de plásticos se han suscitado una serie de cambios debido al crecimiento en las ventas de los productos que se fabrican, desarrollo de nuevos productos o contratos con diferentes clientes. Esto ha traído consigo la necesidad de rediseñar los procesos, adquirir nueva maquinaria, aumentar la infraestructura o contratar un mayor número de personas. La capacitación al personal involucrado en los diversos proyectos es fundamental para el cumplimiento de los objetivos de dichos proyectos. Pero otro aspecto al que no se le da la misma importancia y que en ocasiones se vuelve un problema es que no se tiene una metodología estandarizada para el análisis de las variables del proceso, que ayuden a asignar los recursos eficientemente, en algunos casos se van asignando de acuerdo a los problemas que van surgiendo durante el desarrollo del nuevo proceso. Es por eso que nos preguntamos lo siguiente:

¿Cómo son los cambios dentro de la organización después del desarrollo de un producto?

¿Han sido satisfactorios estos cambios para obtener la eficiencia esperada?

¿Cuál es el aprovechamiento de los recursos asignados posterior a la puesta en marcha de algún proyecto?

HIPÓTESIS.

Al realizar un estudio de las variables como: tiempos, costos, movimientos, etc. Implicadas en el proceso de termoformado de contenedores para pasteles, podemos conocer el flujo o manejo que tiene cada una, y si se logra entender la relación entre estas, o la forma de administrarlas adecuadamente, entonces lograremos aplicar estrategias como: mejora continua, estandarización de actividades o justo a tiempo; para reducir los costos de fabricación.

Un proceso de producción recibe insumos en forma de materiales, mano de obra o información, los cuales se transforman al pasar por una etapa de instrucciones ya sea por medio de dispositivos manuales o complejas maquinas ensambladas.

La mayoría de las empresas surgen después de haber sido un negocio familiar o mediante la independización de un empleo, y en algunos casos al ir expandiéndose se ven en la necesidad de contratar personas calificadas en el ramo así como personas con poca experiencia, en ocasiones requieren ampliación de procesos, mediante la adquisición de maquinaria o modificación de instalaciones, con la finalidad de cumplir los requerimientos de sus clientes.

Estas empresas realizan inversiones económicas considerables para mejorar sus capacidades de producción. Y en algunos casos si no se realiza un análisis detallado de todas las variables involucradas como: tiempos, movimientos, costos, materiales, distribución, entre otros. Terminan desviados del objetivo “ganar dinero”. Este proyecto está enfocado en el estudio de las variables del proceso de termoformado y tiene como objetivo reducir costos de fabricación de los productos de la familia de pasteles y se espera que en un futuro se aplique a todos los productos de la empresa.

Se ocuparán herramientas de mejora para aumentar la productividad de los colaboradores y mejorar el aprovechamiento de los recursos mediante un estudio de métodos que nos ayude a identificar las actividades que no agregan valor y modificarlas mediante la filosofía Lean Manufacturing o alguna estrategia de mejora como 5's, VSM, justo a tiempo. Se espera realizar este proyecto sin la inversión económica que significaría una modificación o compra de una máquina, solo con modificar las actividades que se realizan, cambiar la forma de moverse de un lado a otro o reestructurar la posición de las herramientas de trabajo, obtener la reducción de costos de fabricación.

Uno de los objetivos implícitos a este proyecto de investigación es conjugar la teoría adquirida en la clase de maestría en ingeniería con la experiencia en el ámbito laboral. La información bibliográfica sustenta cada una de las etapas desarrolladas en el proyecto, pero no quiere decir que va a ser la base de la investigación, gran parte de las actividades o propuestas de mejora tienen respaldo por la experiencia y conocimiento de los procesos de producción.

¿Qué es la productividad?

Es la relación entre producto e insumo. Esta definición se aplica a una empresa, un sector de actividad económica o toda la economía. El termino productividad puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado.

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleva lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. La productividad es un instrumento comparativo para gerentes y directores de empresas, ingenieros industriales, economistas y políticos. Compara la producción en diferentes niveles del sistema económico (individual, en el taller, la organización, el sector o el país) con los recursos consumidos.

Estudio del trabajo.

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos, para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. Por tanto, el estudio del trabajo tiene por objeto examinar de qué manera se está realizando una actividad, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario o excesivo, o el uso antieconómico de recursos, y fijar el tiempo normal para la realización de esa actividad. La relación entre productividad y estudio del trabajo es, pues, evidente. Si gracias al estudio del trabajo se reduce el tiempo de realización de cierta actividad en un 20%. Para captar como el estudio del trabajo reduce los costos y el tiempo que se tarda en cierta actividad, es necesario examinar más detenidamente en qué consiste ese tiempo.

Manufactura esbelta.

Es una manera simple de mejorar las operaciones o actividades de cualquier sistema de producción. Lean es hacer más con menos; con menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio. Es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección todo el sistema. Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, la empresa tendrá como resultados (Hernandez-Matias, 2013):

La eliminación de todas las operaciones que no agreguen valor (al producto, servicio o procesos).

El aumento del valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere.

La reducción de los desperdicios.

Mejora en las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador.

Mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad.

Valor agregado y No valor agregado.

La filosofía del pensamiento esbelto se basa en la eliminación del desperdicio o de actividades que no agregan valor.

Actividad de valor agregado: Aquellas operaciones que transforman, convierten o cambian un producto y las cuales el cliente está dispuesto a pagar por ellas.

Actividades de no valor agregado: Aquellas que no resultan en un cambio o transformación del producto, y las cuales el cliente no está dispuesto a pagar por ellas. Ejemplo de algunas actividades que no agregan valor: Mover, distribuir, inspeccionar, re-trabajar, probar, almacenar, esperas, demoras.

Concepto de despilfarro y valor añadido.

El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar las materias primas del estado en el que se han recibido a otro de superior acabado que algún cliente está dispuesto a comprar. Entender esta definición es muy importante a la hora de juzgar y catalogar nuestros procesos. El valor añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora deben ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, en el entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. No se debe confundir desperdicio con lo necesario, es decir, cuando identificamos una operación o proceso como desperdicio, por no añadir valor, asociamos dicho pensamiento a la necesidad de su inmediata eliminación y eso nos puede crear confusión y rechazo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso aunque no tengan un valor añadido. En este caso estos despilfarros tendrán que ser asumidos (Hernandez-Matias, 2013).

METODOLOGÍA

Selección de la familia de productos.

Los clientes de toda empresa tienen interés en ciertos productos especiales, no en todos los que se fabrican. Por tal motivo no se dibujarán mapas de todo lo que se realiza en la empresa, a menos que sea un único producto el que se fabrique en la empresa, dibujar todos los flujos de productos en un mapa es demasiado complicado. Trazar mapas de una cadena de valor significa caminar por la fábrica y dibujar los pasos de la transformación (de material y de información) para una familia de productos, de puerta a puerta en la planta (determinar la familia de productos a partir del extremo del cliente en la cadena de valor).

Una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes.

Debido a que la empresa maneja una gran cantidad de productos, se realizará una matriz colocando los pasos de ensamblaje del proceso en un eje, y los productos en otro eje como se observa a continuación:

		ETAPAS DEL PROCESO							
		TERMOFORMADO	TROQUELADO	CORTE	CONTEO	PRUEBAS	DESEMPACAR BASE	ARMAR COMBO	EMPACAR
PRODUCTOS	BISAGRA 43	X		X	X	X			X
	BISAGRA 54	X		X	X	X			X
	BISAGRA 44	X		X	X	X			X
	BISAGRA 11	X	X	X	X	X			X
	BISAGRA 6	X	X	X	X	X			X
	TAPA 92	X	X	X		X			X
	TAPA 98	X	X	X		X			X
	PASTELERO N85	X		X	X	X	X	X	X
	PASTELERO T85	X		X	X	X	X	X	X
	PASTELERO N95	X		X	X	X	X	X	X
	PASTELERO T95	X		X	X	X	X	X	X
	PASTELERO N105	X		X	X	X	X	X	X
	PASTELERO T105	X		X	X	X	X	X	X
TABLA 1: MATRIZ DE FAMILIAS DE PRODUCTOS.									

TABLA 1: MATRIZ DE FAMILIAS DE PRODUCTOS.

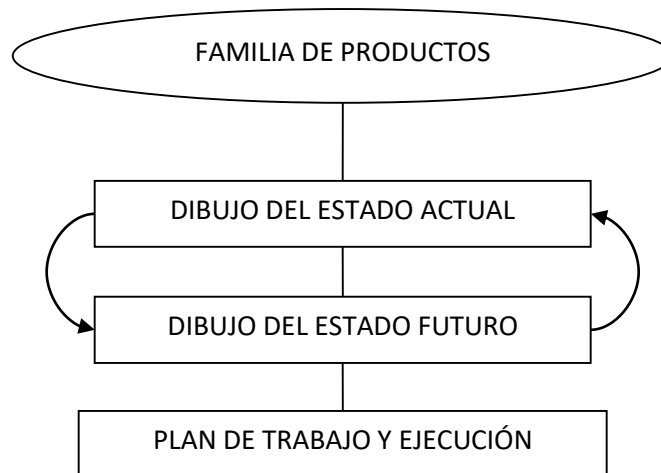
Agrupando los productos por familias, podemos seleccionar aquel que tiene más procesos con relación, de esta manera simplificamos el mapa de valor del estado actual y evitamos extender la información, tomando solo la de una familia para posteriormente aplicarla a todos los procesos de la empresa.

Realizar una cartografía de la cadena de valor actual.

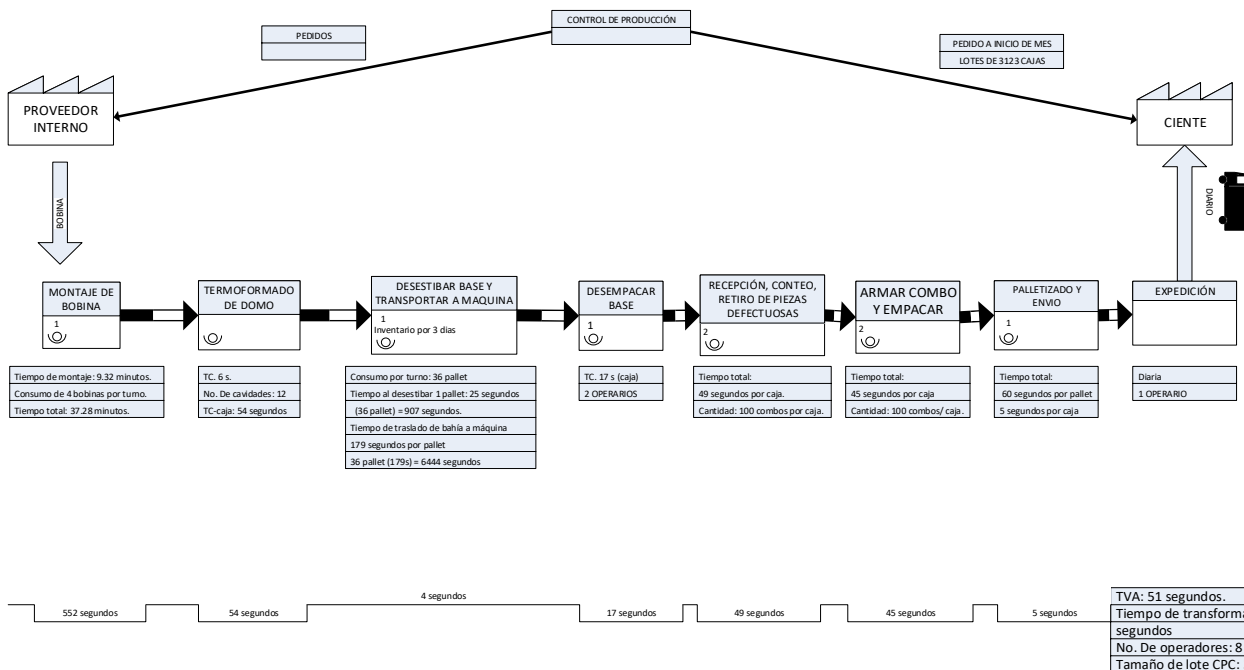
Después de haber seleccionado los PASTELEROS como la familia de productos y haber realizado el análisis de actividades que agregan valor, hacemos uso de la herramienta cartográfica, la cual puede ser una herramienta de comunicación, de planificación comercial y también una herramienta para gestionar un proceso de

cambio. La cartografía de la cadena de valor inicialmente sigue los pasos que se muestran en la figura 1, donde muestra el primer paso que es dibujar el estado actual, lo cual se hace recopilando información en el área de producción. Esto aporta la información que se necesita para desarrollar un estado futuro (Rother, 1999).

Figura 3: Etapas iniciales del trazado del mapa de una cadena de valor (Rother, 1999)



Mapa del estado actual.



Identificar una mejora al proceso productivo.

Al conocer el proceso productivo resulta más fácil identificar alguna oportunidad de mejora, ya sea mediante la observación o como se menciona a continuación, mediante la evaluación de actividades que agregan valor al producto.

El valor agregado se refiere a las únicas actividades que agregan valor y son las que producen una transformación física del producto. En una empresa cada corte que se le hace a una pieza le agrega valor, el ensamblaje agrega valor, mezclar, fundir, moldear, soldar, tejer y esterilizar agregan valor, por otro lado, contar un producto no le agrega valor, mover una pieza no le agrega valor, por el contrario existe la posibilidad de reducir el valor al ocasionar algún daño al producto. Un análisis de valor agregado bien ejecutado puede mostrar que tan ineficiente es un proceso. Para desarrollar el análisis de valor agregado no vamos a consultar una hoja del diagrama del proceso, si no que similar a lo que se hace en el VSM, seguiremos una pieza del producto seleccionado en la matriz de familias del producto y anotaremos cada etapa por la que atraviesa para poder analizar las actividades y seleccionar las que agregan valor. Esto se realizará con ayuda de una hoja de operaciones, como se muestra a continuación (Edwuard J., 1988):

Desarrollar un mapa de cadena de valor VSM futuro:

Número de actividad	Actividad	Agrega valor
1	Recoger orden de trabajo en el área de planeación	
2	Solicitar materiales en almacén de materia prima	
3	Solicitar ajuste de máquina	
4	Montaje de bobina	
5	Ajuste de máquina	
6	Recepción de máquina	
7	Limpieza y sanitización de máquina	
8	Desestibar base acumulada y pasar a pie de maquina	
9	Puesta en marcha de proceso (termoformado)	X
10	Inspección a producto	
11	Conteo	X
12	Pasar a mesa de empaque	
13	Desempacar base	
14	Armar corrugado	
15	Armar combo	X
16	Empacar en bolsa	X
17	Colocarlo en corrugado	X
18	Sellar corrugado	X
19	Colocar caja terminada en pallet	
20	Emplayar pallet al completar 12 cajas	
21	Obtener registro de pallet	
22	Enviar pallet a almacén	
23	Envío a CEDIS	

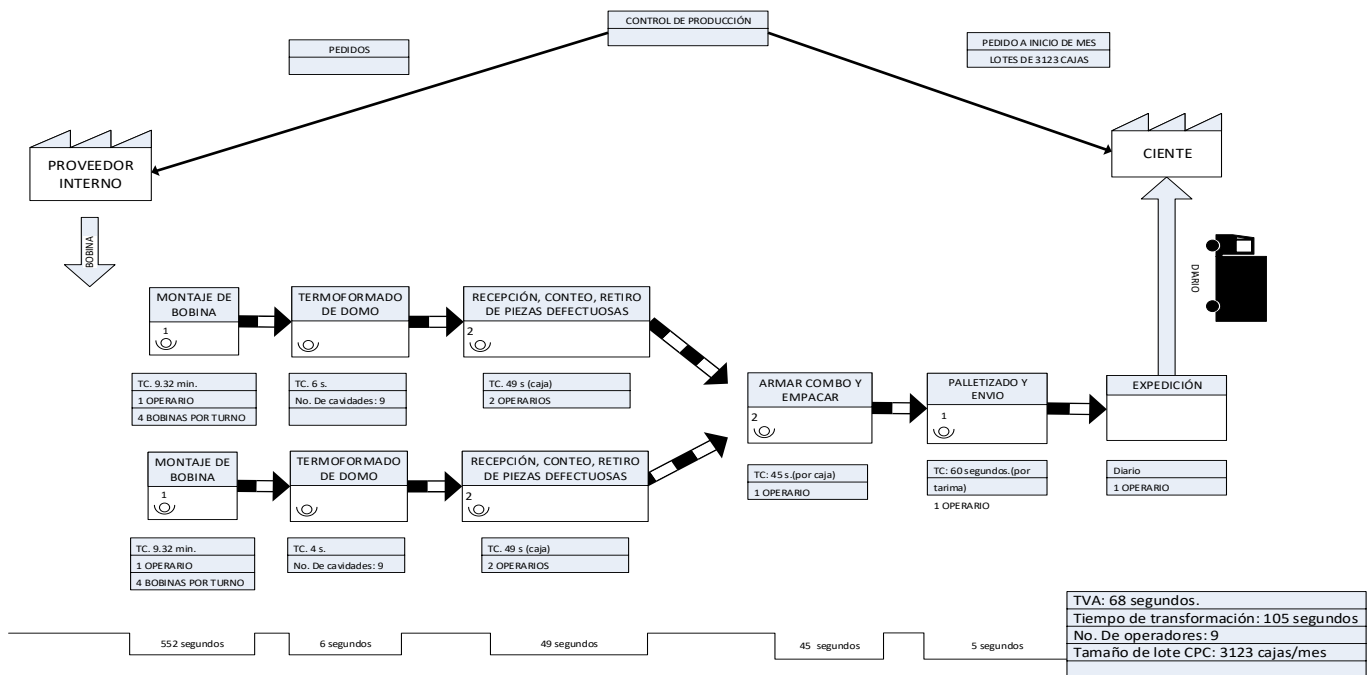
La finalidad del mapa de cadena de valor es poner de relieve las fuentes de desperdicio y eliminarlas poniendo en marcha en un plazo breve una cadena de valor basada en el mapa del estado futuro.

El objetivo de este ejercicio es crear una cadena de producción en la que los procesos estén encadenados a uno o varios clientes mediante un flujo continuo o estableciendo un sistema de flujo halado, y que cada proceso fabrique, en la medida de lo posible, solamente lo que sus clientes necesitan cuando lo necesitan.

Un examen cuidadoso del estado actual de la cadena de producción revela ciertos problemas. Pueden ser grandes volúmenes de inventario, falta de conexión entre procesos o los plazos de entrega demasiado largos

El mapa de la cadena de valor futuro nos muestra cómo será el proceso al implementar alguna estrategia de mejora, a través de este podemos conocer cómo se conformará la modificación al proceso. Para comprobación de resultados, no es posible aplicar la mejora directamente al proceso, debido a que no podemos detenerlo por cuestiones de retrasos o prioridades de producción, pero si podemos desarrollar una simulación del proceso la cual nos ayudara a conocer el comportamiento, ventajas y desventajas, o la viabilidad de dicho proceso.

Mapa de cadena de valor VSM futuro.



Simulación de proceso.

La simulación de procesos es una de las más innovadoras herramientas empleadas actualmente en ingeniería para el análisis de áreas productivas. Es utilizada normalmente para representar un proceso real mediante otro mucho más simple y entendible. La necesidad de su utilización depende del grado de complejidad de los procesos dados por la misma organización. La utilización de software de simulación es una de las más importantes herramientas para analizar el diseño y operación de sistemas o procesos ya sean desde los más simples hasta los más complejos.

Etapas para realizar un estudio de simulación.

Definición del sistema: Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular, es necesario hacer primeramente un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan del estudio. Aquí es conveniente que si no se conoce el sistema de manera puntual se detecte al operario (obrero, mecánico, técnico, encargado del proceso, etc.) que conoce el proceso internamente.

Formulación del modelo: Una vez que están definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, el siguiente paso es definir y construir el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.

Colección de datos. Es posible que la facilidad de obtención de algunos datos o la dificultad de conseguir otros, pueda influenciar el desarrollo y la formulación del modelo. Por consiguiente, es muy importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados. Normalmente, la información requerida por un modelo se puede obtener de registros contables, de órdenes de trabajo, de órdenes de compra, de opiniones de expertos y si no hay otro remedio por experimentación.

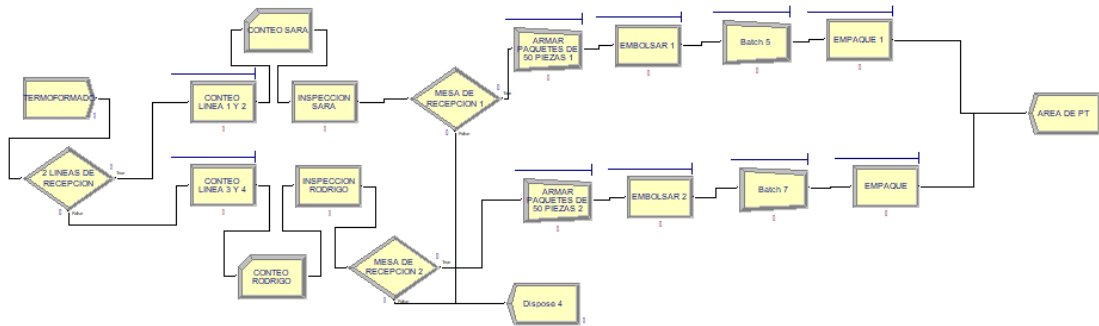
Figura 5: Tiempos de empaque de base.

BASE PASTELERO				
CONTEO	EMBOLSAR	ARMAR CORRUGADO	EMPAQUE	COLOCAR EN TARIMA
16	15	11	30	6
16	16	10	23	5
13	12	12	22	6
8	12	13	26	5
18	15	8	30	6
9	15	8	28	7
12	15	7	20	4
11	15	8	30	4
25	17	10	25	5
13	16	11	30	6
16	13	12	28	6
10	20	7	21	6
21	17	9	20	7
20	13	9	19	7
11	13	9	20	5
15	12	9	25	6
11	14	8	23	4
14	16	10	19	6
13	11	8	23	7
16	15	11	22	8
21	15	7	22	5
13	17	10	25	6
17	18	10	26	7
12	16	7	27	4
19	15	7	24	8
11	15	8	23	7
19	14	12	27	9
19	20	9	29	4
17	13	13	29	5
25	15	12	31	6
21	15	10	30	8
20	14	11	26	7
19	15	8	23	5
21	16	9	24	6
15	12	13	24	6
22	16	7	26	6
16	19	7	22	5
13	19	9	21	7
18	16	11	21	7
14	20	10	25	6
14	14	9	28	8
23	13	9	30	5
12	13	8	30	8
16	16	10	25	8
16	19	11	27	7
13	14	9	28	6
13	20	8	29	7
16	18	11	27	9
19	18	12	23	9
16	16	8	25	8

Planeación de la información y del modelo. Una vez obtenida la información viable del sistema bajo estudio, es básico realizar la planeación de la información con la que se cuenta para no obviar los pormenores, en la medida de lo posible se recomienda documentar todos los detalles que se obtengan de fuentes y mediante observación, así también realizar un diagrama de flujo del proceso.

Implementación del modelo en la computadora con el uso de un software. Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje de programación como C++, Matlab, R studio etc., o se utiliza algún paquete como GPSS, simula, Promodel, Simio, Flexim, Arena, etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

Figura 6: Simulación en software Arena.



Validación: Una de las principales etapas de un estudio de simulación es la validación. A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Las formas más comunes de validar un modelo son:

La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.

La exactitud con que se predicen datos históricos.

La exactitud en la predicción del futuro.

La comprobación de falla del modelo al sistema real.

La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

Experimentación: La experimentación con el modelo se realiza después que éste sido validado. La experimentación consiste en generar los datos deseados y en realizar análisis de sensibilidad de los índices requeridos.

Interpretación: En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y en base a esto se toma una decisión.

Documentación. Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación de tipo técnico, es decir, a la documentación que el departamento de Procesamiento de Datos debe tener del modelo. La segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado, a través de una terminal de computadora.

CONCLUSIONES

Para desarrollar un proyecto de mejora de procesos se requiere un modelo donde medir, analizar e implementar los datos y mejoras propuestas.

Este proyecto fue pensado para evitar inversiones económicas ya que el objetivo es la reducción de costos mediante el análisis de las variables involucradas en el proceso para que, mediante alguna técnica o filosofía lean, podamos simplificar o modificar las actividades realizadas hasta el momento en el proceso de producción. Mediante la simulación logramos obtener los resultados deseados, ya que podemos manejar un sinnúmero de datos que al modificarlos obtenemos diferentes resultados, lo que nos ayuda a determinar qué pasa si se excede la capacidad o está sobredimensionado el proceso y no involucra ningún gasto innecesario por ser una mejora virtual, así como errores que puedan ocasionar algún daño al equipo e instalaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 18, m. (2018). *limites de control*. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/what-are-control-limits/>
- Avendaño, Y. C. (25 de ABRIL de 2011). *ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS*. Recuperado el 8 de NOVIEMBRE de 2018, de <http://ing-yuly-tym.blogspot.com/2011/04/medicion-del-trabajo-w.html>
- BALLESTEROS, S. P. (2008). ALGUNAS REFLEXIONES PARA APLICAR LA MANUFACTURA ESBELTA. *Scientia et Technica*, 223-228.
- Correa, F. (2007). Manufactura esbelta, principales herramientas. *Revista Raites*, 85-112.
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. U.S.A.: Díaz de Santos.
- EDUCALINGO biopolimero. (MAYO de 2019). Obtenido de <https://educalingo.com/es/dices/biopolimero>
- Edwuard J., H. (1988). *Justo a Tiempo*. Norma.
- Escamilla, V. M. (10 de 09 de 2012). Obtenido de <https://expansion.mx>>2012-09-10
- Fezziola Jimenez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare, Revsita Chilena de ingenieria*, 263-277.
- G.Kanawaty. (1992). ESTUDIO DEL TRABAJO. En *INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO*. GINEBRA.
- Goldratt, & Cox, J. (1998). *La meta, un proceso de mejora continua*. Mexico: Ediciones castillo.
- Hernandez-Matias, J. C. (2013). *Lean manufacturing, conceptos, técnicas e implementación*. Madrid.
- Ibarra-Balderas, V. M. (2017). Lean Manufacturing. *Conciencia tecnológica*, 8.
- KANAWATY, G. (1992). *INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO*. GINEBRA, PAGINA 19: OFICINA INTENACIONAL DEL TRABAJO.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo*. Ginebra.
- López, B. S. (2016). *INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE .COM*. Recuperado el 30 de MARZO de 2018, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- López, B. S. (2016). *INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2018, de

<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>.

- LÓPEZ, J. (18 de enero de 2016). *Economía, mercado y negocios en alianza*. Recuperado el 25 de octubre de 2018, de <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/fracasan-en-mexico-75-de-emprendimientos>
- Marin-Garcia, J. A., Bautista-Poveda, Y., & Garcia-Sabater, J. J. (2014). Etapas en la evolucion de la mejora continua: Estudio multicaso. *Intangible capital*, 584-618.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Ohno, T. (1991). *El sistema de produccion toyota*. New York: Routledge.
- Paredes Rodriguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Revista Entramado*, 262-277.
- Perez Rave, J. (2011). Identifying and characterizing of wastes (muda) in transportation proccesses, movements and waiting time, in nine manufacturing SNEs incorporating the perspective of the operational level. *Revista chilena de ingenieria*, 408-496.
- Pocorey Choque, L. F., & Ayabe, M. (2018). Sistema de producción toyota TPS, Eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. *Revista tecnologica Online*, 28-31.
- Rother, M. (1999). *Observar para crear valor*. Brookline, Massachusetts .
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de lean manufacturing. *Ciencia y sociedad*, 276-310.
- Toledano de Diego, A. M. (2009). Las claves del éxito de Toyota". LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas. *Universidad del pais Vasco*, 111-122.

ESTANDARIZACION DE PROCESOS EN UN TALLER DE TORNOS

CARLOS JAIR BAEZA VILCHIS¹, EDGAR PEREZ MARTINEZ²

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto se centra en la aplicación de diversas metodologías relacionadas a la estandarización de los procesos de fabricación. Con la finalidad de estandarizar sus procesos.

Este proyecto se desarrolló aplicando 4 etapas, la primera de ellas es la observación de los procesos, con el propósito de conocer las actividades que se realiza. En la segunda etapa se realizó el mapeo de los procesos, por medio de las mediciones de las actividades empleadas en las operaciones. En la tercera etapa se realizó la recopilación y análisis de los datos obtenidos, con base a la aplicación de un estudio estadístico, obteniendo resultados confiables. Finalmente, en la cuarta etapa aplicamos herramientas industriales como lo son la implementación de indicadores, establecimiento de parámetros y la aplicación de un plan de capacitaciones constantes.

Con la obtención del tiempo estándar se obtendrá un cambio que se reflejará en los tiempos, y servirá para poder realizar una mejor planeación de la producción.

INTRODUCCIÓN

La micro empresa que se analizara, es un taller de tornos. Todos los productos se elaboran con latón. Este taller cuenta con poco tiempo en el mercado y nunca ha contado con un análisis de sus formas de trabajar por lo que se desconoce los tiempos de fabricación de sus productos, lo que provoca que los dueños del taller no cuenten con una buena planeación y en muchas ocasiones no cumplen con su demanda en el tiempo que se acuerda con los clientes.

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
carlosjairbaeza954@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
edgarperez098@gmail.com

De acuerdo al INEGI en México fracasan cerca del 75% de los emprendimientos nuevos, y las causas principales son los pocos recursos económicos, falta de objetivos y una mala planeación. (LÓPEZ, 2016)

El presente proyecto se realizará en un pequeño taller, en la cual se busca estandarizar el proceso de fabricación, con la finalidad de incrementar las expectativas de éxito en el mercado. En este sentido, determinar el tiempo estándar de este proceso permitirá a la empresa optimizar sus recursos, reducir sus costos, y generar ventajas competitivas que le permiten desarrollarse con mayor facilidad.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Determinar el tiempo estándar del proceso de fabricación para incrementar la eficiencia del trabajo detectando los puntos críticos del proceso, mediante la aplicación de un estudio de tiempos.

Objetivos específicos

Conocer el proceso de fabricación.

Determinar el número de mediciones para alcanzar un 90% de confiabilidad del proceso.

Medir el tiempo de las operaciones del proceso de fabricación.

Realizar el análisis de las muestras obtenidas.

Establecer el tiempo estándar del proceso de fabricación.

Alcances

Al desarrollar el proyecto se estandarizará el tiempo de fabricación del producto, lo que ayudará a elaborar una mejor planeación de la producción.

La aplicación del proyecto aumentara la producción y capacidad de la empresa lo que permite brindar nuevos empleos a personas de la comunidad.

Al verse beneficiado el taller se podrá mejorar la calidad de vida de sus trabajadores.

El taller tendrá la oportunidad de expandirse a otros puntos estratégicos para su beneficio.

limitaciones

El poco tiempo de aplicación del proyecto limita a alcanzar el objetivo principal que es la estandarización del producto.

La poca demanda que hay del producto por la época del año, provoca que no siempre pueda tener acceso

METODOLOGÍA

Paso 1 “Conocer el proceso de fabricación”.

Mapeo del área de producción

Paso 2 “Determinar el número de mediciones para alcanzar un 90% de confiabilidad del proceso”.

Aplicación de la fórmula adecuada para determinar el número de observaciones requeridas para un nivel de confianza del estudio del 90%.

Paso 3 “Medir el tiempo de las operaciones del proceso de fabricación”

Segmentación de las operaciones

Toma de tiempos.

Paso 4 “Realizar el análisis de las muestras obtenidas”.

Análisis con la aplicación de un estudio estadístico.

Paso 5 “Establecer el tiempo estándar del proceso de fabricación”.

Determinar parámetros de control.

Determinación del tiempo estándar del proceso de fabricación

Estudio de tiempos

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. (G.Kanawaty, 1992)

Se hace mención de técnicas, es decir para realizar la medición del trabajo existen varias técnicas y una de ellas es el estudio de tiempos.

Medición de trabajo

Método de investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida contenido de una tarea definida fijando

el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. (Avendaño, 2011)

Importancia de la medición del trabajo

En vista de la creciente necesidad del mejor aprovechamiento de la mano de obra y la reducción en costos de la producción, es necesaria una mejor utilización de los recursos humanos y materiales.

Si se observa los factores que intervienen en la elaboración de los costos industriales, se verá que además de las materias primas y los gastos de fabricación, juega un papel muy importante el costo de mano de obra, el supervisor siente la necesidad de saber si está empleando el esfuerzo de los operarios eficientemente, si cada una de las operaciones realizadas por éstos es ejecutada en el tiempo correcto y si la administración está soportada sobre bases sólidas sobre las cuales elaborar programas de producción, cimentar sistemas de incentivos. (Avendaño, 2011)

Ante las necesidades de la administración y supervisión de las empresas surge la medición del trabajo como una herramienta que si es aplicada por personas debidamente entrenadas, dará resultados satisfactorios.

Objetivo de la medición del trabajo

Incrementar la eficiencia del trabajo.

Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos, de programación de la producción, de supervisión. (Avendaño, 2011)

Técnicas de la medición del trabajo

Para realizar un estudio de tiempos de manera eficiente en la línea de producción existen las siguientes técnicas: (López B. S., 2016)

Muestreo del Trabajo

Estimación Estructurada

Estudio de Tiempos (cronómetro)

Tiempo Predeterminadas

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son:

Sistemas de estándares de tiempos predeterminados (PTSS): utilizada para la determinación de estándares no sólo de tiempos sino también de movimientos dentro de cualquier trabajo, tarea o área de trabajo. Esta herramienta muestra una gran ventaja ya que puede ser utilizada para la obtención de estándares incluso si la operación se encuentra en una etapa conceptual, ayudando a la persona a cargo del lanzamiento de la nueva línea "Piloto" y todo el proceso de dicha área. Está herramienta también es de gran ayuda si se busca ahorrar en costos lo mismo para una línea de producción piloto o una línea de producción funcionando en su totalidad.

Estudio de tiempos con cronómetro: es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Herramientas para el estudio de tiempos

Para llevar a cabo el estudio de tiempo es necesario contar con las siguientes herramientas:

Cronometro

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros

El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.

El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Tablero



Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones.

Hoja de observaciones



Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato.

Elementos Del Estudio De Tiempos

Determinación del número de observaciones requeridas

Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida. Los estudios de tiempos suelen involucrar sólo muestras pequeñas ($n < 30$).

Para el cálculo de ciclos u observaciones se utiliza la siguiente formula:

$$N = \sqrt{N} = \frac{2R}{Ad_2\bar{x}} \text{ o bien } \frac{4R^2}{(A)^2(d_2)^2(\bar{x})^2}$$

Donde:

N=Numero de ciclos requeridos para el estudio.

R=Rango de la muestra de observaciones (valor más alto de los datos elementales menos el más bajo).

A=Precisión requerida (+ o - 5% o + o - 10 %) tomarse la extensión como un decimal (0.05 o 0.10).

d_2 =Constante utilizada para estimar la desviación estándar de una muestra, es una función del tamaño de la muestra debe obtenerse de la tabla estadística.

(Ver Tabla 1 Factores Críticos De Las Gráficas De Control).

$\bar{x}$ =Promedio aritmético de la muestra.

Tabla 2 Factores Críticos de las gráficas de control

Anexo Factores críticos de las gráficas de control

n	Gráfica para promedios		Gráfica para rangos		
	Factor para el límite de control	Factor para la recta central	Factores de los límites de control		
	A_2	d_1	D_3	D_4	d_3
2	1.880	1.128	0	3.267	0.8525
3	1.023	1.693	0	2.575	0.8884
4	0.729	2.059	0	2.282	0.8798
5	0.577	2.326	0	2.115	0.8641
6	0.483	2.534	0	2.004	0.8480
7	0.419	2.704	0.076	1.924	0.833
8	0.373	2.847	0.136	1.864	0.820
9	0.337	2.970	0.184	1.816	0.808
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.797
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.787
12	0.266	3.258	0.284	1.716	0.778
13	0.249	3.336	0.308	1.692	0.770
14	0.235	3.407	0.329	1.671	0.762
15	0.223	3.472	0.348	1.652	0.755
16	0.212	3.532	0.364	1.636	0.749
17	0.203	3.588	0.379	1.621	0.743
18	0.194	3.640	0.392	1.608	0.738
19	0.187	3.689	0.404	1.596	0.733
20	0.180	3.735	0.414	1.586	0.729
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.724
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.720
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.716
24	0.157	3.895	0.452	1.548	0.712
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.709

Tiempo estándar y tolerancias

Para obtener las tolerancias se presenta el método de tolerancia constante sumada al tiempo normal, ya que es una de las técnicas más utilizadas en la industria. Para obtener la tolerancia se utiliza la siguiente.

$$\text{Tolerancia} = \frac{\text{TNT}}{\text{JL} - \text{TNT}} * 100 = \text{TOLERANCIA} \%$$

TNT=Tiempo no trabajado.

JL=Jornada laboral.

Aplicación del estudio estadístico

Medida de tendencia central (Promedio)

La media aritmética, también llamada promedio o media, de un conjunto finito de números es el valor característico de una serie de datos cuantitativos (López B. S., 2016).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Desviación estándar maestra

La desviación estándar maestra es la medida que indica qué tan esparcidos están los datos con respecto a la media; se denota con la letra S y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

Límites de control

Los límites de control de su gráfica de control representan la variación de su proceso y le ayudan a indicar cuando su proceso está fuera de control. se caracterizan por ser líneas horizontales ubicadas arriba y debajo de la línea central, que se utilizan para determinar si un proceso está fuera de control. (18, 2018)

Calculo del límite de control

Los límites de control como ya se mencionó representan la variación de los datos y para calcularlos se utilizan las siguientes formulas. (18, 2018)

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w$$

$$\text{Línea central} = \mu_w$$

$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w$$

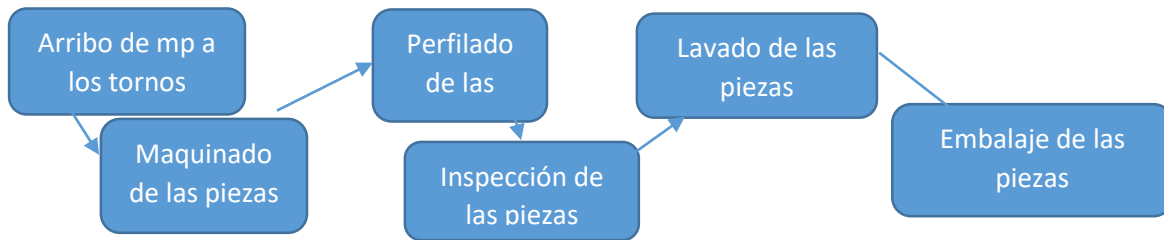
Desarrollo Del Proyecto

Selección y explicación del propósito al operador

Dentro de la PYME de análisis, se cuenta con 4 trabajadores los cuales cuentan con una experiencia de 1 año que es el tiempo que el taller lleva operando, cada uno de los operadores tienen tareas específicas es decir cada quien es especialista de su propio trabajo, por ende, no existió una selección de operador por que los trabajos no se rotaban entre ellos.

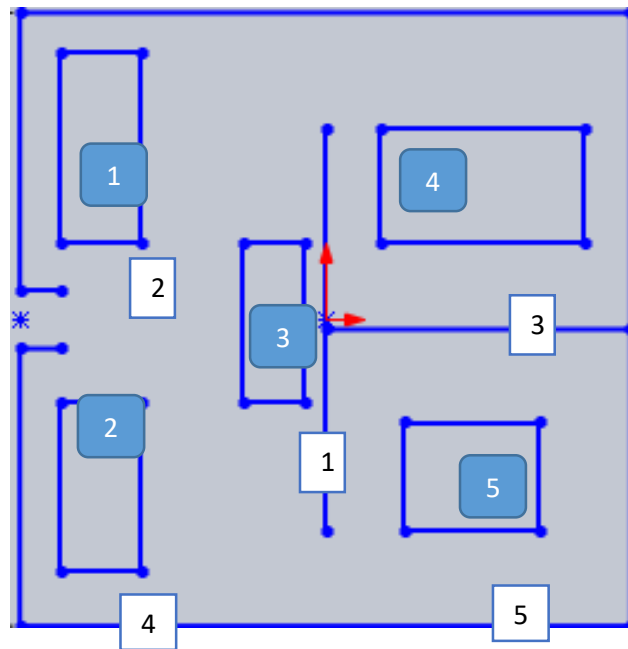
Mapeo del proceso de fabricación

Para el mapeo del proceso se comenzó con una visita al área de producción y se observó a detalle cada uno de los procesos.



En la imagen anterior se observa el flujo que se sigue para la fabricación de piezas partiendo desde el momento en que se solicita una cantidad determinada hasta al envió al almacén como producto terminado.

En seguida se muestran los diagramas de cada etapa del proceso a grandes rasgos, ya que en los posteriores pasos se presentará a detalle el desarrollo de cada etapa del proceso de producción.



1= área de material requerido.

2=área tornos.

3=área de perfilado

4=área de lavado.

5=Almacén de producto terminado.

Una vez cronometrando cada etapa del proceso se obtuvieron los tiempos promedios de cada etapa, y el promedio de fabricación con el uso de la formula mencionada en el punto 1.5.1

ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO PROMEDIO PARA LA FABRICACIÓN DE UNA UNIDAD
Maquinado	2 min	2 min

De acuerdo al análisis de las observaciones el tiempo promedio actual para la fabricación de una pieza es de 2 minutos.

Aplicación de tolerancias

De acuerdo a las observaciones y a lo analizado en el proceso se consideró solo el 15 % de tolerancias u holguras.

Con base al dato mencionado por Fred E. Meyers en promedio la asignación de holguras o tolerancias están entre 10% y 15%. (Meyers & Stephens, 2006)

Se estableció un 5% en razón a las necesidades físicas (personal) y un 5% en razón a los imprevistos, demoras etc. (retrasos) y por fatiga 5%.

El 5% de holgura que se asigna a cada actividad corresponden a 0.1 minutos, por lo cual el 15% general que se asigna al tiempo de fabricación promedio equivale a .3 minutos.

Calculo del Tiempo estándar

El tiempo estándar como se ha mencionado es el tiempo promedio de fabricación más la suma de la tolerancia, es decir:

Tiempo estándar = tiempo promedio+ suplementos.

Al aplicar esta fórmula en los datos que obtuvimos, el tiempo estándar para la fabricación de una bolsa de camuflash es el siguiente:

Tiempo estándar = 2 minutos+ .3 minutos.

Tiempo estándar por unidad = 2.3 minutos.

CONCLUSIONES

En conclusión, podemos decir con un 90% de confianza que el tiempo estándar para elaborar una pieza es de 2.3 minutos. es decir que en este tiempo el material pasa de ser materia prima a ser un producto terminado.

Recomendaciones

Durante la aplicación del estudio en este taller se observó que se contaba con muchas deficiencias que atacan severamente el ritmo de producción, por lo que como primera recomendación sería establecer parámetros para medir el trabajo y de esta manera controlarlo.

Como segunda recomendación sería implementar un plan de mantenimiento en la maquinaria que se ocupa ya que actualmente no se es empleado uno.

Como tercera recomendación sería aplicar metodologías y filosofías en el sistema de producción para aumentar la productividad del taller y el mejor aprovechamiento de los tiempos por lo que en este punto se recomienda implementar un estudio de tiempos y movimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. LÓPEZ, «Economía, mercado y negocios en alianza,» 18 enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/fracasan-en-mexico-75-de-emprendimientos>. [Último acceso: 25 octubre 2018].
- G. Kanawaty, «ESTUDIO DEL TRABAJO,» de INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, GINEBRA, 1992.
- Y. C. Avendaño, «ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS,» 25 ABRIL 2011. [En línea]. Available: <http://ing-yuly-tym.blogspot.com/2011/04/medicion-del-trabajo-w.html>. [Último acceso: 8 NOVIEMBRE 2018].
- B. S. López, «INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE .COM,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 30 MARZO 2018].
- B. S. López, «INGENIERIA INDUSTRIAL ONLINE.COM,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 8 Noviembre 2018].
- m. 18, «limites de control,» 2018. [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/basics/what-are-control-limits/>. [Último acceso: 20 noviembre 2018].
- F. E. Meyers y M. P. Stephens, Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006.
- G. KANAWATY, INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DEL TRABAJO, GINEBRA: OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, 1992.

PROYECTOS ACUAPÓNICOS NO CONVENCIONALES, PRODUCCIÓN CON ESPECIES NATIVAS IT-BOCA DEL RÍO, VERACRUZ-MÉXICO

VIRGINIA ALCÁNTARA MÉNDEZ¹, OTNIEL TOSTADO GARCÍA²

RESUMEN

Se determinó el crecimiento acuapónico de la *Moringa oleífera*, con tortugas dulceacuícolas *Trachemys scripta cataspila* durante octubre 2018 a septiembre 2019 en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Instituto Tecnológico de Boca del Río. Colaboraron un total de 40 estudiantes de las carreras de Ingeniería en Acuicultura, en Gestión Empresarial, Civil y Biología. La investigación fue cuasiexperimental con diseño complementario DICO en dos fases: 1) Cuantitativa: se aplicó un análisis de varianza al 95% de confiabilidad y 2) Cualitativa: se validó con triángulos topológicos para la correlación acuaponia no convencional y manejo integral del agua. Los resultados determinaron que la implementación de tortugas en el sistema acuapónico no convencional favoreció el crecimiento de *Moringa oleífera* al 75% comparada con crecimientos naturales. La evaluación del binomio agua-conservación demostró correlación significativa del manejo integral del agua utilizada en acuaponia. Se concluye que la implementación de sistemas acuapónicos no convencionales permitió la conservación de especies en riesgo con valores positivos del 90%. Es una investigación innovadora que contribuyó al desarrollo armónico en la salud de la sociedad y aportó una cultura de respeto y conservación de las especies, además de permitir ver la aplicación de la ingeniería en proyectos sustentables.

Palabras Clave: Innovación, Producción, Sustentabilidad.

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Boca del Río. virginiaalcantara@bdelrio.tecnm.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Boca del Río. otnielgarcia@bdelrio.tecnm.mx

ABSTRACT.

The aquaponic growth of the Moringa oleifera was determined with sweet aquaculture turtles Trachemys scripted cataspila during October 2018 to September 2019 in the facilities of the Aquaculture Laboratory of I. T. Boca del Río. Forty students from Aquaculture Engineering, Civil, Business Management and Biology collaborated. The research was quasi-experimental with complementary DICO design in two phases: 1) Quantitative: applied variance analysis to 95% reliability and 2) Qualitative: validated with topographical triangles for non-conventional aquaponic correlation and management integral water. The results determined that the implementation of turtles in the non-conventional aquaponics system favored the growth of Moringa oleifera at 75% compared to natural growths. The evaluation of the water-conservation binomial demonstrated a significant correlation between the comprehensive management of the water used in aquaponics. It concludes that the implementation of no-conventional aquaponics systems allowed the conservation of at-risk species with positive values of 90%. Is an innovative research who contributed to the harmonious development in the health of society and contribute a culture of respect and conservation of species and besides allowing to see the application of engineering in sustainable projects.

Key Words: *Innovation, Production, Sustainability.*

INTRODUCCIÓN

La formación integral de profesionistas en la producción de organismos acuáticos mediante el diseño, adaptación y aplicación de biotecnologías para el desarrollo y aprovechamiento de los recursos acuícolas en un marco de equidad y sustentabilidad es el objetivo general del Instituto Tecnológico de Boca del Río para la formación de sus estudiantes.

Un punto medular para la aplicación de tecnologías con enfoque sustentable es la pérdida de tierra cultivable (Fedoroff et al., 2010); la escasez de agua y un rápido crecimiento poblacional; de acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2018) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015) se estima que para el año 2050 la población mexicana alcanzará los 150 millones

de personas, quienes necesitan ser alimentadas y para lograrlo se deben implementar tecnologías con enfoques sustentables para el manejo y conservación de los recursos naturales para garantizar las necesidades humanas de las siguientes generaciones.

La acuaponía, es una técnica que combina la hidroponía y acuicultura en un sistema basado en la recirculación de agua (Ulloa, 2005; Somerville et al., 2014), favorece una alternativa para uso sustentable y eficiente de los recursos agua y suelo. Su función consiste en que el agua enriquecida con desechos orgánicos como nitrógeno y fósforo producidos por los organismos acuáticos son aprovechados por las plantas como fuente de nutrientes, lo que a su vez permite reintegrar el agua a los sistemas acuícolas (Gómez-Merino et al., 2015; Yildiz et al., 2017). De acuerdo con Villalobos-Reyes (2016), la gran cantidad de nitratos que pueden generarse a partir de las heces de los organismos acuáticos junto con alimento no consumido proporciona la mayor parte de los nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas, ya que solo utilizan el 20-30 % de nitrógeno suministrado por la dieta. Al aplicar la tecnología acuapónica se crea una sinergia de sostenibilidad entre organismos acuáticos-plantas debido a que no solo mejora la calidad de agua, sino también su disminución en el consumo total al ser liberada como efluente enriquecedor (Patillo, 2017).

Por lo anterior, la Acuaponia hoy día se está aplicando para producir alimentos que permiten la eficiencia de cultivos libres de tóxicos químicos, optimizando espacios reducidos, lo que representa un valor agregado de las plantas en crecimiento acuapónico ya que se elimina el uso de fertilizantes y plaguicidas, con lo cual son considerados como “productos orgánicos” (Diver, 2000); de alta calidad, a costos reducidos y permite su manutención en forma sencilla e innovadora. Las enfermedades de hoy como la obesidad, gastritis, colitis, hipertensión, diabetes, son punto de atención debido a que su detección va en aumento y su centro está en los jóvenes y niños. Alimentarse sano es básico, por ello la aplicación de la biotecnología para la mejora de alimentos es hoy una realidad. (Naylor, R.L. et al, 2012)

Es importante remarcar que al unir acuaponía y acuacultura se realiza un binomio en pro de la mejora alimenticia y el manejo de organismos acuáticos, con la oportunidad de diseñar y adaptar sistemas innovadores sustentables que fomenten una cultura de cultivo basada en el concepto de sostenibilidad. En esta intervención las especies acuícolas seleccionadas juegan un papel medular, al igual que los productos alimenticios. Los organismos seleccionados son las tortugas dulceacuícolas endémicas de la zona veracruzana para cultivos acuapónicos de *Moringa oleífera* y ya que no se ha encontrado referencia alguna de cultivo con éstas; representan una propuesta de investigación con enfoques innovadores y sustentables.

Las tortugas dulceacuícolas constituyen un grupo taxonómico ecológicamente diverso; ya que se encuentran representadas por numerosas especies de hábitats acuáticos y semi-acuáticos que constituyen alrededor del 60% de las especies de tortugas en el mundo (Fahey, Jed. (2005); Nelson, L.R., 2008). Son un grupo, que a pesar de no alcanzar los mismos niveles de diversidad que el de los peces tienen la ventaja de incorporar grandes cantidades de energía en forma de biomasa en los flujos correspondientes y ciclos de nutrientes en cualquier ecosistema que habitan (Tacon, 2004; Ulloa, 2005).

En Veracruz, la tortuga *Trachemys scripta cataspila*, es una especie que está en protección; el Instituto Tecnológico de Boca del Río ha implementado una zona para aprovechar sus heces en cultivos acuapónicos no convencionales, la planta *Moringa oleífera* tiene un gran potencial económico; por lo cual se realiza un trinomio entre tortugas endémicas-plantas con potencial económico-sustentable.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el crecimiento de *Moringa-oleífera* en cultivos acuapónicos con tortugas *Trachemys-scripta-cataspila* durante octubre de 2018 a septiembre 2019 en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Instituto Tecnológico de Boca del Río.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los crecimientos mensuales de *Moringa oleífera* con aprovechamiento acuapónico con tortugas *Trachemys scripta cataspila* durante octubre 2018-septiembre 2019 en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura del Instituto Tecnológico de Boca del Río.

Analizar el contexto de fenómeno estudiado y promover una conciencia con actitudes, valores y acciones compatibles con la tecnología aplicada.

METODOLOGÍA

El estudio es una investigación de carácter cuasi-experimental, Cea (1998) y Campbell (1982), con estatus principal cuantitativo y complemento secundario cualitativo, la misma implica un diseño complementario DICO y la forma de implementar los métodos fue secuencialmente: deducción–inducción, explicación–comprensión, holístico–analítico y sincronía–diacronía. Según Villalobos (2005) el tipo de diseño integral llamado Complementación, cuenta con dos imágenes distintas de la realidad social. El diseño nivel mínimo de integración tiene dos estructuras metodológicas (propósitos y resultados diferentes) y da origen a un informe con dos partes: una cuantitativa y una cualitativa o viceversa.

La base experimental se fundamentó en los aspectos observables y susceptibles de cuantificar, por ello se utilizó la metodología empírico-analítica y fue aplicada la estadística para el análisis de los datos. (Barrantes, 2004).

Lo cualitativo estudió especialmente los significados de las acciones humanas y de la vida social, utilizando la metodología de la interpretación, centrando el interés en el descubrimiento del conocimiento (Pérez Serrano, 1998 y Dobles, 2011).

Por tanto, la investigación se llevó a cabo durante dos momentos: la acción cuantitativa presentó como marco Variable independiente VI: Determinar la eficiencia del aprovechamiento acuapónico utilizando tortugas acuáticas endémicas de Veracruz. Variable dependiente VD: Crecimiento de *Moringa oleífera*.

Se utilizaron pruebas controladas y sistemáticas para generar la recolección de los datos. La concepción nomotética del fenómeno permitió la orientación hacia

explicaciones generales y sus efectos producidos al manipular las variables y comprobar la hipótesis planteada.

Hipótesis Nula H_{01} : La aplicación de la metodología innovadora no logra incrementos en el crecimiento de *Moringa oleífera* con el aprovechamiento acuapónico con tortugas.

Hipótesis Alterna H_{11} : La aplicación de la metodología innovadora logra incrementos en el crecimiento de *Moringa oleífera* con el aprovechamiento acuapónico con tortugas.

La acción cualitativa se presentó en triángulos topológicos, y fue marco de referencia el interés del proceso visto desde la conducta humana de los profesores y alumnos; desde lo ético, sémico, dinámico y polifacético. El enfoque cualitativo en una investigación se interesa en comprender la conducta humana desde el propio marco de referencia de quien actúa, es decir, maneja una perspectiva desde adentro, y está orientado a los descubrimientos. Campos, S. (2006), Pérez S. (1998) y Cochran, (2012) describen con mayor profundidad sus características.

En las etapas del dato cualitativo, la sensibilización, la descripción, la transcripción, el análisis y la interpretación fueron también un papel importante en el contexto de fenómeno por estudiar lo cual pretendió promover una conciencia con actitudes, valores y acciones compatibles con la tecnología aplicada.

RESULTADOS

Fase Cuantitativa

Los datos fueron recolectados en bitácoras; para las tortugas endémicas de la zona, se validaron: peso, talla, estado de salud externo, fue realizada la profilaxis, el marcado, e identificación de género. Para las plantas de moringa fueron elaboradas tablas que incluyeron: longitud de tallo, coloración de hoja, follaje (número de hojas).

Los resultados para la caracterización de tortugas *Trachemys scripta cataspila* durante octubre 2018 a septiembre 2019 se presentan en la tabla 1 y 2, ya que fueron divididas por periodos para mantener dos poblaciones por la cantidad de organismos por estanque.

Tabla 1. Caracterización de tortugas *Trachemys scripta cataspila* octubre 2018-marzo 2019

Mes/ indicador	Octubre 2018	Noviembre	Diciembre	Enero 2019	Febrero	Marzo
Peso prom (g)	150	150	155	155	170	170
Talla prom (cm)	15	15	18	18	20	20
Estado Salud	Organismos sanos, con buena colación de su concha y sus extremidades con textura firme, se han adaptado de forma óptima al estanque de cultivo.					
Profilaxis	Se realizó la profilaxis quincenalmente para garantizar la salud de los organismos.					
Género	25  10  los cuales se mantuvieron vivos y en buen estado de salud durante todo el periodo de investigación. En el periodo de enero hubo anidación con el registro de 18 huevos que fueron colocados en incubadoras. Después del periodo nacieron 8 organismos que se encuentran en la zona de crecimiento y monitoreo.					

Tabla 2. Caracterización de tortugas *Trachemys scripta cataspila* abril-septiembre 2019

Mes/ indicador	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Peso prom (g)	190	200	210	230	250	280
Talla prom (cm)	23	23	23	24	24	24
Estado Salud	Organismos sanos, con buena colación de su concha y sus extremidades con textura firme, se han adaptado de forma óptima al estanque de cultivo.					
Profilaxis	Se realizó la profilaxis quincenalmente para garantizar la salud de los organismos. En esta etapa de la investigación hubo crecimiento por lo que las testas de su caparazón estuvieron en muda durante agosto.					
Género	25  10  los cuales se mantuvieron vivos y en buen estado de salud durante todo el periodo de investigación. Durante julio nuevamente hubo anidación, con el registro de 20 huevos. El periodo de nacimiento aún no se registra.					

Su alimentación inicial fue de 2 veces al día, proporcionada durante la mañana y durante el atardecer con una cantidad de 250 g de alimento peletizado tamaño 2. Hoy día las tortugas consumen 10 kilos de alimento mensual.

Como lo muestran las tablas 1 y 2 los organismos totales fueron 35, la población de tortugas fue caracterizada por 10 macho y 25 hembras, las cuales alcanzaron pesos de 150 a 280 gramos durante un año de experimentación, se mantuvieron en buen estado de salud y alcanzando una talla inicial de 15 a 24 cm.

Es importante mencionar que la profilaxis realizada a todos los organismos y llevada a cabo cada 15 días permitió monitoreo continuo del estado de salud de los organismos, ya que durante la experimentación nacieron ocho organismos que se encuentran en pleno desarrollo.

Para sistema de re-circulación fue diseñado en vertical usando tubería de PVC en forma de serpentina; la cual contenía a las moringas en crecimiento cuando ya rebasaban los 12 cm de alto. Fueron sembradas 50 semillas en cada placa y los estudiantes participantes, colocaron dos camas de Moringa oleífera con 25 semillas cada una. Posteriormente fueron llevadas a la tina reservoria con la biomasa de tortuga.

Los resultados de los crecimientos mensuales de Moringa oleífera con aprovechamiento acuapónicos con tortugas *Trachemys scripta cataspila* durante octubre 2018-marzo 2019 y abril-septiembre 2019; se presentan en la tabla 3 y 4, al igual que las tablas anteriores fueron divididas en dos periodos para tener mayor claridad en los crecimientos.

Es importante mencionar que en esta etapa la calidad del agua fue monitoreada durante la mañana, tarde y noche para mantener los niveles de nitritos, nitratos y amonio, de igual forma pH, sólidos en suspensión, transparencia del agua.

En la tabla 3 y 4, se muestra el crecimiento Moringa oleífera con biomasa de tortuga, se colocaron 100 plántulas de moringa en total.

Tabla 3. Crecimiento de Moringa oleífera octubre de 2018-marzo de 2019

Mes/ indicador	Octubre 2018	Noviembre	Diciembre	Enero 2019	Febrero	Marzo
Longitud de tallos cm	1-7	7-12	12-19	19-22	22-28	28-33
Coloración de hoja	La coloración de la hoja es verde brillante, con características aterciopeladas.					
Follaje (número de hojas)	Durante la experimentación el follaje se contó en todas las plantas. Para hacer un promedio de ellas, se tomaron grupos de 30 plantas al azar.					

Tabla 4. Crecimiento de Moringa oleífera abril-septiembre de 2019

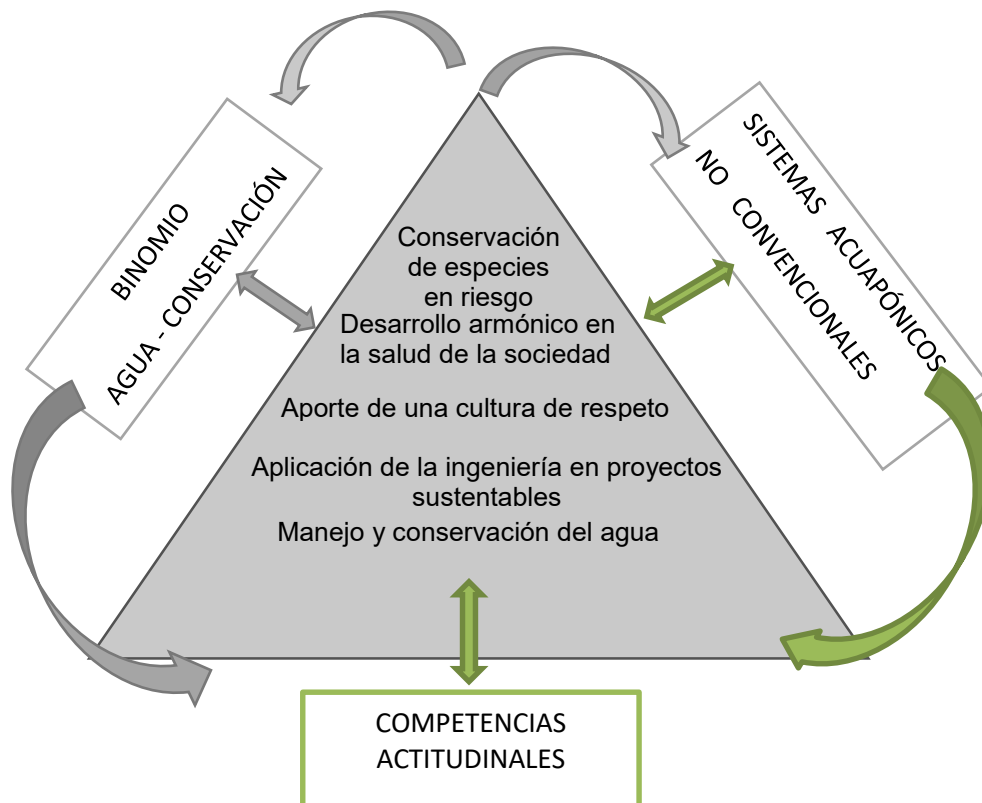
Mes/ indicador	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Longitud de tallos (cm)	40 53	50 68	70 123	85 145	103 169	125 180
Coloración de hoja	El crecimiento en este periodo de la investigación rebasó el poder contenerlas en el sistema acuapónico por lo que se trasplantaron en macetas y fueron alimentadas diariamente con agua de biomasa de tortugas. La coloración de la hoja es verde brillante, con características aterciopeladas.					
Follaje (número de hojas)	Durante la experimentación el follaje se contó en todas las plantas. Para hacer un promedio de ellas, se tomaron grupos de 30 plantas al azar.					

Después de aplicar ANOVA al 95% de confiabilidad, (Hernández 2004) para los crecimientos promedios mensuales de Moringa oleifera los resultados determinaron que los valores son significativos ya que reflejaron crecimientos de hasta el 70%, al ser alimentadas con biomasa de tortugas.

Fase Cualitativa

En la fase cualitativa los datos fueron elaborados con los triángulos topológicos que representaron el contexto de fenómeno estudiado lo cual promovió una conciencia con actitudes, valores y acciones compatibles con la tecnología aplicada. El triángulo topológico 1. Representa en su telón de fondo como las competencias actitudinales desarrolladas durante la investigación; esta fueron la conservación de especies en riesgo como lo son las tortugas endémicas de la zona; el desarrollo armónico de la salud en la sociedad al poder alimentarse con productos “orgánicos”; una cultura de respeto; aplicación de la ingeniería en proyectos sustentables en el manejo y conservación del agua. Lo que demostró una correlación significativa entre el binomio agua-conservación y los sistemas acuapónicos no convencionales. Aportando valores positivos hasta un 90% de su inicio.

Triángulos Topológicos 1. Representación del contexto estudiado.



De acuerdo con Tyson (2004) y Piedrahita (2003), la calidad del agua y sus parámetros juegan un papel fundamental en el crecimiento de especies animales y/o vegetales en diseños acuapónicos. Y aunque este no es el objetivo de la investigación que se presenta, es importante mencionar que los niveles de nitrificación deben ser controlados, ya que pueden llegar a estropear el seguimiento en el cultivo.

La gran ventaja que tienen los cultivos acuapónicos es que el agua al estar en continua recirculación nutrió a las plantas en crecimiento (*Moringa oleifera*) y el agua regresa al estanque para refrescar el ambiente de los organismos (tortugas) para iniciar nuevamente el ciclo de alimentación.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones que hacen válida la hipótesis alterna:

La aplicación de la metodología innovadora logra incrementos en el crecimiento mensual de *Moringa oleifera* con el aprovechamiento acuapónico con tortugas.

La *Moringa oleifera* al ser cultivada con procesos acuapónicos, brinda la obtención y desarrollo de especies vegetales clasificadas como orgánicas con potencial económico y de salud.

Los valores son significativos reflejaron crecimientos promedio mensual del 70% cuando fueron alimentadas con biomasa de tortugas.

El Binomio Crecimiento-Conservación se valida con resultados contundentes cuando son utilizados sistemas acuapónicos no-convencionales.

La Sustentabilidad se aporta por el uso integral del agua e implementación de especies no convencionales y en protección por la NOM-059-ECOL-1954.

Fácil manejo del sistema acuapónico y fácil adaptación de las especies vegetales y organismo seleccionado.

La biotecnología presentada permitió realizar un análisis FODA con los siguientes resultados que validan la implementación del sistema acuapónico con especies no-convencionales y nativas de la zona.

La biotecnología presentada permitió realizar un análisis FODA con los siguientes resultados:

Fortalezas y Oportunidades:

- F1. La experiencia y expertise para el manejo integral del agua.
- F2. Sistema sostenible; escenarios: económico, social y ambiental.
- O1. Fomento a la investigación: recursos y ser socialmente responsable.
- O2. Nuevos hábitos de consumo, permite elevar la calidad de vida, alimentos libres de agroquímicos alimentos orgánicos.
- O3. Con el sistema se obtiene mayor productividad, en menores espacios y con alta rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrantes, Echavarría Rodrigo. (2004). Investigación: un camino al conocimiento enfoque cuantitativo y cualitativo. San José, Costa Rica: EUNED.
- Campbell, S., Stanley, J. (1982). Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Argentina: Amorrortu Editores.
- Campos, Saborio Natalia. (2006). Análisis del dato cualitativo. Seminario de Graduación 4. Programa del Doctorado en Educación. San José Costa Rica: UNED.
- Cea, D'Ancona Ma. Ángeles. (1998). Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social. Madrid: Síntesis.
- Cochran, William. (2012). Técnicas de Muestreo. México: Compañía Editorial Continental.
- CONAPO. 2018. Infografías: proyecciones de la población de México y entidades federativas, 2016-2050, Consejo Nacional de Población. México.
- Diver, S. 2000. Aquaponics-Integration of Hydroponics with Aquaculture.
- Dobles, Yzaguirre Ma. Cecilia. (2011). Características de las Innovaciones Educativas. San José de Costa Rica: Fundación Omar Dengo, Centro de Innovación Educativa.
- Fahey, Jed. (2005) Moringa oleífera: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic properties. Part 1. Trees for life Journal : a forum on beneficial trees and plants.
- Fedoroff, V., Battisti, S., Beachy, N., Cooper, M., Fischhoff, A., Hodges, N., Knauf, C., Lobell, D., Mazur, J., Molden, D., Reynolds, P., Ronald, C., Rosegrant, W., Sanchez, A., Vonshak, A. and Zhu, K. 2010. Radically rethinking agriculture for the 21st century. Science 327:833–834
- Gómez-Merino, F., Ortega-López, N., Trejo-Téllez, L., Sánchez-Páez, R., Salazar-Marcial, E. y Salazar, J. 2015. La acuaponía: alternativa sustentable y potencial para producción de alimentos en México. Agro Productividad. 8(8): 3
- Hernández, Rodríguez Oscar. (2004). Estadística elemental para ciencias sociales. Costa Rica: Editorial UCR.
- INEGI, 2015, Principales resultados de la encuesta intercensal 2015, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Aguascalientes, México: 122.
- Naylor, R.L.; Goldburg, R.J.; Primavera, J.H.; Kautsky, N.;Beveridge, M.C.M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H.; Troell, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. En: Nature. Vol 405 (2012); p1017–1024.
- Nelson, L.R. Aquaponics food production. Raising fish and profit. First Edition. Virgen Islands.Nelson and Pade, Inc., 2008. 218p. ISBN 978-0-977969616
- Pérez, Serrano G. (1998). Investigación cualitativa: retos e interrogantes. Barcelona: Ariel.

- Patillo, A. 2017. An overview of aquaponic systems: hydroponic components. NCRAC Technical Bulletins. 19.
- Piedrahita, R. H. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. En: Aquaculture. Vol. 226, No1-4 (2003); p35-44.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. and Lovatelli, A. 2014. Small-scale aquaponic food production; Integrated fish and plant farming. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy.
- Tyson, R.V.; Simonne, E.H.; White, J.M.; Lamb, E.M. Reconciling Water Quality Parameters Impacting Nitrification in Aquaponics: The pH Levels. En: Proc. Fla. State Hort. Soc. Vol. 117 (2004); p79-83.
- Tacon, A.; Forster, I. Aquafeeds and the environment: policy implications. En: Aquaculture. Vol 226 (2003); p181-189.
- Ulloa, M.; León, C.; Hernández, F.; Chávez, R. Evaluación de un sistema experimental de acuaponía. En: Avances en investigación agropecuaria. Vol. 9, No. 1 (2005); p1-5.
- Villalobos, Zamora Luis. R. (2005). Guía 5. Elaboración de los capítulos 1 y 2: el problema y el propósito en la investigación y marco teórico en la investigación. Seminario de Graduación 2. Programa de Doctorado Latinoamericano en Educación. San José de Costa Rica: UNED
- (2005). Características del diseño cuantitativo. Diseños Cuantitativos de Investigación. Programa de Doctorado Latinoamericano en Educación. San José de Costa Rica: UNED
- (2005). Respuesta a la autoevaluación. Diseños Cuantitativos de Investigación. Programa de Doctorado Latinoamericano en Educación. San José de Costa Rica: UNED.
- Villalobos-Reyes, S. y González-Pérez, E. 2017. Determinación de la relación pez planta en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en sistema de acuaponía. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(5):983-992. <https://doi.org/https://doi.org/10.29312/remexca.v7i5.225>
- Yildiz, Y., Robaina, L., Pirhonen, J., Mente E., Domínguez, D., and Parisi, G. 2017. Fish Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces: A Review. Water, 9(1):13. doi:10.3390/w9010013

LABORATORIO PORTATIL PARA EL ANÁLISIS DE SEÑALES ELÉCTRICAS, ELECTRÓNICAS Y DE CONTROL

GREGORIO CASTILLO QUIROZ¹, MIGUEL ANGEL LIMON DIAZ², EUGENIO LUNA MEJÍA³

RESUMEN

Los laboratorios portátiles se han consolidado en la última década como una valiosa herramienta de apoyo para el ejercicio docente en diferentes áreas de la formación profesional. En la actualidad podemos encontrar implementaciones que van desde prácticas en ciencias básicas hasta la experimentación en temas específicos de ingeniería. El presente artículo incorpora una estrategia de análisis, diseño, simulación y ensamble de circuitos eléctricos, electrónicos y de control para asegurar el correcto funcionamiento de los diseños y comportamiento en los dispositivos ensamblados, mediante la incorporación de un sistema en la adquisición de datos en tiempo real concatenado a una interface interactiva, software de análisis y gráfica para interpretación de resultados. Además, el sistema provee de circuitos que generan señales cuadradas, en diente de sierra y sinusoidales, controladas por Frecuencia o PWM (Modulación por Ancho de Pulso) mediante software que reduce costos y espacios.

Concluimos que más allá de una implementación o novedad tecnológica, los laboratorios portátiles nos abren puertas para la experimentación de nuevas formas y medios de enseñanza-aprendizaje, contribuyendo a la efectividad formativa entre la relación docente-estudiante al contar con un equipo de bajo costo, portátil y multifuncional que podrá trasladarse a cualquier parte con gran facilidad.

Palabras clave: Laboratorio portátil, Prácticas, enseñanza-aprendizaje

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
gcquiroz1977@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
miangellim1@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
eugemoon@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La importancia del uso de laboratorios en la enseñanza didáctica de la Ingeniería Mecatrónica, en particular las asignaturas del plan de estudios vigente, ha sido una preocupación constante del docente que las imparte. Por otra parte, en lo que se refiere a las formas de experimentación, se debe tener presente que no hay una separación entre la teoría y la actividad práctica del laboratorio, sino que existe una estrecha relación en ambas.

Las exigencias del modelo de competencias que se lleva a cabo en el Tecnológico Nacional de México promueven que el alumno lleve una formación fuertemente reforzada de la puesta en práctica en los conocimientos adquiridos, fomentándolo como parte en su proceso de evaluación y aprendizaje (CACEI, 2018).

El alumno de la carrera de Ingeniería Mecatrónica a lo largo de su formación, utiliza una gran cantidad de dispositivos y elementos de medición (Fernández Gaspar & cols, 2014), así como, áreas específicas en las que necesita realizar prácticas, que lo ayudarán a entender los conceptos relacionados con los sensores industriales, actuadores, sistemas de comunicación, adquisición de datos, microcontroladores, instrumentación, neumática, electrónica analógica, electrónica digital, diseño de celdas de manufactura, control de motores eléctricos, máquinas eléctricas e inclusive estadística y control de calidad. Es usual, ver al alumno con una gran cantidad de elementos en los laboratorios, como lo son protoboards, laptops, probadores digitales (LED's Indicadores, Displays), fuentes de alimentación, grabadores de microcontroladores, tabletas de prueba, multímetros, osciloscopio, entre otros.

Después de analizar lo anterior, se llegó a la conclusión de crear un sistema que ayudará a integrar los componentes electrónicos relacionados en esta área de estudio, teniendo en primer lugar poder realizar de una manera más ordenada y llamativa prácticas para los estudiantes.

En segundo lugar, contar con un sistema que se pueda aplicar directamente en el ámbito real - laboral, así como, en un área específica de trabajo sin la necesidad de desmontarlo para su traslado hasta otro lugar del que se encuentre, al igual poder reprogramar, probar o cambiar algún componente. Al mantenerlo en un espacio de

un maletín de tamaño común, se tendrá disponible de forma rápida, dándole la oportunidad al alumno de poder transportar sus prácticas a una estancia de trabajo sin necesidad de encontrarse en las instalaciones de los laboratorios.

En el presente trabajo de investigación se describe el desarrollo de un prototipo didáctico “Laboratorio Portátil” como herramienta pedagógica para la enseñanza de la Ingeniería en especial las asignaturas arriba mencionadas. Este sistema está creado para facilitar el diseño de circuitos eléctricos, electrónicos y de control, así como el estudio de variables con la finalidad de potenciar la práctica, el análisis, diseño y ensamble. Superando así las limitaciones económicas y espacio que requieren los equipos convencionales de un laboratorio. Además, el sistema es ensamblado en un maletín con la ventaja que puede enlazarse vía LAN o Wi Fi en caso de ser necesario, cuyo fin es tener un laboratorio totalmente portátil (Todo en Uno).

Materiales Del Laboratorio Portátil

Muchos de los equipos utilizados para realizar prácticas en el laboratorio de electrónica, son módulos de alto costo, de grandes dimensiones y diseñados en su mayoría para funciones específicas a través de tarjetas. Lo cual da origen al campo de oportunidad para el diseño y desarrollo de este equipo, mediante la elaboración del maletín portátil el cual está constituido por los siguientes componentes:

Osciloscopio

Se incorporará este instrumento para graficar las señales con respecto al tiempo, permitiendo conocer las longitudes de onda, la frecuencia y el ancho del pulso, así como la amplitud en la señal de un equipo o dispositivo electrónico diseñado, además permitirá la comparación de señales de entrada con respecto a las señales de salida determinando así el comportamiento del dispositivo analizado.

Multímetro

Otro instrumento es el multímetro que se utilizará para hacer múltiples mediciones de las variables en estudio, la cuenta móvil para la selección de la variable y su magnitud, entre las cuales se encuentran la medición de voltaje en la corriente alterna o directa, la resistencia, la conductancia y la comprobación de semiconductores.

La sonda lógica

Este instrumento será necesario para dar seguimiento a las señales digitales en circuitos de lógica TTL y contará con indicadores de presencia de pulso alto y bajo, tren de pulsos o alta impedancia, donde básicamente aporta señales de los circuitos digitales para su interpretación, seguimiento y control, además se alimenta del propio circuito analizado.

Generador de señales

Es un instrumento capaz de generar señales en formas de onda cuadradas, senoidales, triangulares, y de diente de sierra. Donde cada señal se puede configurar por separado controlando la frecuencia y el ancho del pulso. Haciéndolo un dispositivo indispensable como herramienta básica del laboratorio.

Sistema de adquisición de datos

El sistema de adquisición de datos (DAQ) a utilizar permitirá medir cualquier serie de variables escaladas a un fenómeno eléctrico o físico como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido, mediante una tarjeta basada en diversas tecnologías que va desde los micro-controladores embebidos, hasta los sistemas más sofisticados basados en tecnología FPGA, lo cual es denominado Hardware y por otro lado el enlace con los sistemas basados en software de programación orientada a objetos, para procesamiento, aumento de productividad y visualización con características de conectividad estandarizada permitiendo que los sistemas proporcionen suficiente información en la solución a problemas del sector productivo de manera flexible, rentable y confiable.

Entradas

Este componente estará compuesto de una entrada o sensor que se encarga de adquirir señales directas de la variable a medir, esta se acopla a la tarjeta DAQ, el cual contiene un convertidor análogo a digital de alta resolución, el cual finalmente se enlaza con la PC a través del puerto USB, LAN o WiFi.

Protoboard

El laboratorio portátil contará con un protoboard para insertar componentes electrónicos y cables para ensamblar circuitos diseñados y servirá para experimentar, medir y asegurar su correcto funcionamiento.

Fuente regulada de voltaje

Otro componente a integrar dentro del sistema será la fuente de poder. El cual es un dispositivo capaz de convertir el voltaje de la red de suministro de corriente alterna (VCA) a Voltaje de corriente directa (VCD), típicamente en una magnitud menor y en muchos de los casos proporcionan la posibilidad de regular esta magnitud de voltaje a suministrar, en otros casos también proporciona una regulación de la corriente, donde existen fuentes de alimentación lineales o conmutadas, también cabe hacer mención que es una parte indispensable en el ensamble para la prueba de circuitos electrónicos, eléctricos y de control.

METODOLOGÍA

Para atender estas necesidades el diseño deberá considerar material de bajo coste, de dimensiones regulares y multifuncional que integre elementos que permitan la elaboración de prácticas sobre sistemas de control.

Diseño del prototipo

Se diseñó el laboratorio portátil (maletín) con todos sus instrumentos de medición y de práctica con el objetivo de no tener ningún problema de espacio al momento de ensamblar sus componentes, para ello se consideraron medidas exactas, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Diseño del laboratorio portátil



Fuente: Elaboración propia

El prototipo del laboratorio portátil se realizó en SolidWorks (Gómez, 2015). Para la obtención de las vistas, alzado, planta y perfil se requiere únicamente pulsar sobre

un icono y arrastrar la pieza 3D a la ventana del dibujo. Este programa de diseño nos permitió elaborar los elementos físicos en digitales, diseñar el maletín, determinar los elementos de manufactura propia, así como la distribución y presentación de los elementos, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Ensamblaje del laboratorio portátil.



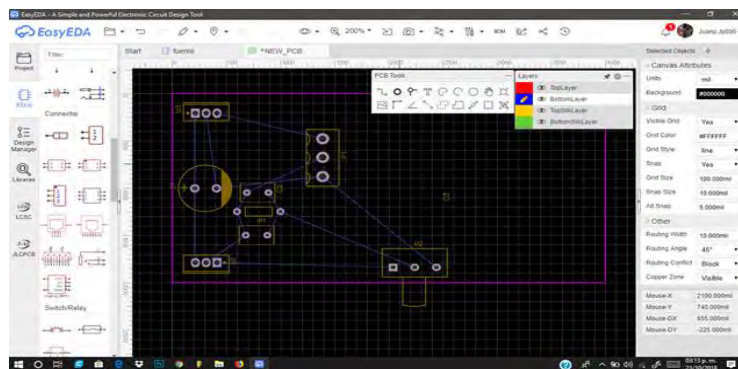
Fuente: Elaboración propia

Dicho sistema provee puertos USB donde se puede conectar un teclado, la arquitectura básica es de un ordenador que se le carga el sistema operativo disponible desde su página web Raspbian financiado por la fundación de Raspberry Pi, una distribución de Linux basada en Debían, también provee conexión de red base Ethernet para cable RJ-45 directamente al router o recurrir a adaptadores inalámbricos WiFi.

Creación de diagramas y manufactura de los circuitos

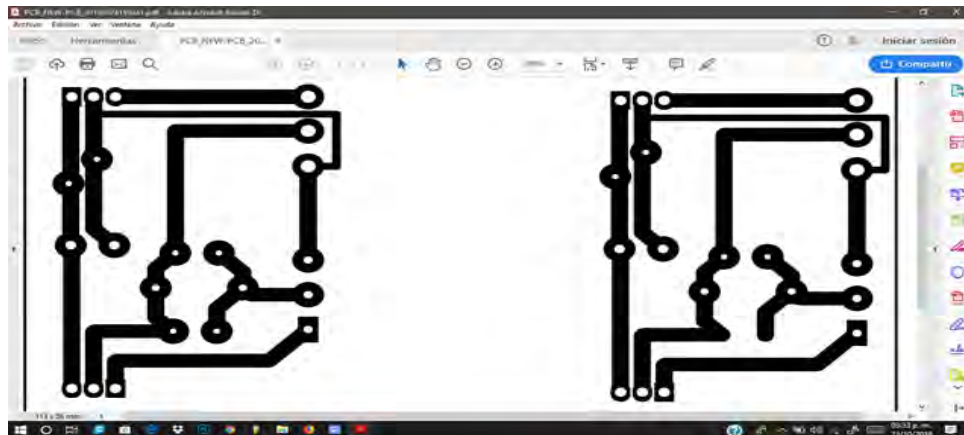
Los diagramas se realizaron en el software (EasyEDA), en la Figura 3 y Figura 4 se muestran los diseños de las placas de los componentes del maletín para los circuitos.

Figura 3. Diseño por EasyEDA.



Fuente: Elaboración propia

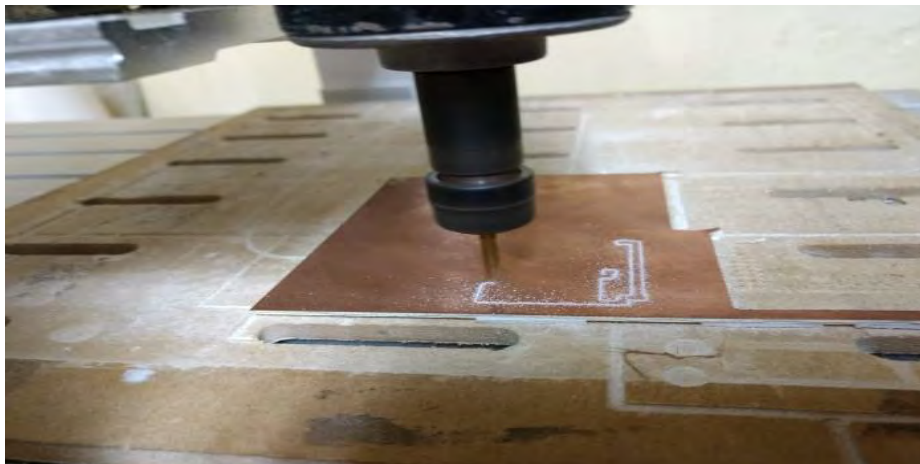
Figura 4. Diseño de pistas.



Fuente: Elaboración propia

Teniendo los diseños se empezó a crear los gerbers, para luego, pasarlos a coppercam, para darle el tamaño de las pistas y de los pads, y poder pasarlo a Ultimaker cura, para generar los códigos. Una vez que se tienen los códigos se procedió a manufacturar la placa en la CNC, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Manufactura con CNC.

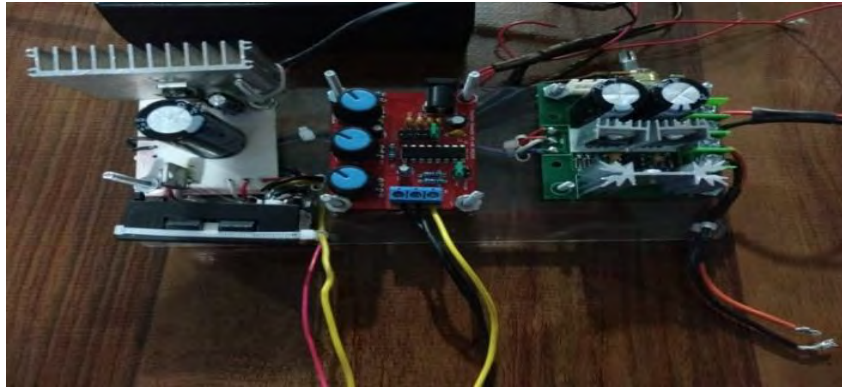


Fuente: Elaboración propia

Componentes

Ya realizados los pasos anteriores, se procedió a la colocación de los componentes del maletín, para lo cual se utilizaron capacitor de 35 V, diodo cerámico, transistores, potenciómetro, disipador de calor y adaptador terminal 3 pines, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. PWM, fuente y generador de ondas.



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió a diseñar la base para los primeros componentes del maletín. Realizada la impresión de la misma, se empezó con el ensamblaje del componente con su base, la cual fue diseñada a su medida, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Componentes del maletín



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se tuvieron todos los componentes del maletín, se procedió a realizar la instalación de los controladores de la pantalla, la cual se controla con la Tarjeta Raspberry Pi 3 modelo b. Por otra parte, concluidas las bases de los módulos, se realizó el ensamblaje de los componentes con la misma, como se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Base con módulos relevadores.



Fuente: Elaboración propia

Ya concluidas e impresas todas las bases, se realizó la conexión del indicador de voltaje, para después ser ensamblado en el maletín. Teniendo todas las piezas se realizó la programación en el software de apoyo (myopenlab), para la Raspberry donde posteriormente se realizó la interface, como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Programación en myopenlab



Fuente: Elaboración propia

Laboratorio portátil

En la Figura 10 se muestra el laboratorio portátil el cual consta de un sistema que integra: multímetro, fuente regulada, una punta lógica, generador de funciones, control PWM, osciloscopio y programador con Arduino.

Figura 10. Pantalla instalada.



Fuente: Elaboración propia

Cuando se tuvieron concluidas las pruebas de la pantalla, se procedió a realizar, las pruebas de la interface con la Raspberry, como se muestra en la Figura 11 pruebas de la interface con la fuente regulada, PWM y el generador de ondas.

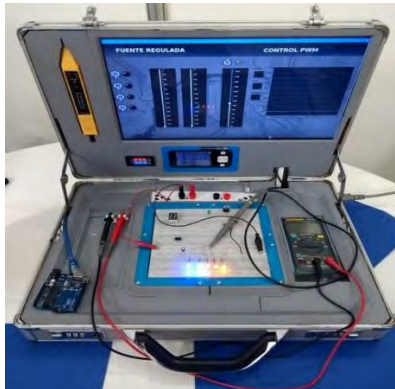
Figura 11. Interface con la fuente regulada.



Fuente: Elaboración propia

Terminadas las pruebas y una vez verificadas las conexiones se determinó que todo está en perfecto funcionamiento, posteriormente se realizó la conexión de las protoboards para terminar la completa instalación del maletín, ver Figura 12.

Figura 12. Maletín completo.



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Se realizaron pruebas estáticas en el sistema resultando la lista de verificación aprobatorio, también se comprobaron los resultados obtenidos considerando equipos de laboratorio calibrados y se determinó una desviación máxima del 0.003% del valor verdadero por lo que las pruebas son aceptables.

En los resultados obtenidos en los muestreos, se presentan dos señales aparentemente iguales una proveniente de un generador de forma de onda comercial y la otra forma de onda generada por el sistema diseñado, al relacionar

las diferencias presentadas entre sí en relación con el tiempo, se determinó que la primera tiene una duración de 5 segundos y la segunda con una duración de 3.67 segundos.

La siguiente prueba dinámica se realizó mediante la lista de verificación con sistemas de calibración certificados obteniendo resultados aprobatorios con una desviación máxima del 0.05% con respecto del valor verdadero, lo que derivó en la aceptación del maletín.

Finalmente, el laboratorio portátil es un sistema diseñado en un espacio de tamaño común, de fácil almacenamiento y acceso rápido, donde se pueden realizar diversas prácticas (ver Tabla 1), programar, re-programar, probar o cambiar componentes de una manera ordenada e interactiva, didáctica y llamativa para el aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 1. Prácticas realizadas con el Laboratorio Portátil

Item	Práctica	Objetivo	Asignatura
1	Construcción de un circuito RC conformado por capacitores y una resistencia.	El alumno comprenderá el funcionamiento de un capacitor en un circuito. Podrá observar la carga y descarga del capacitor y o notará que a mayor capacidad del capacitor mejor será la retención de energía de este.	Electrónica Analógica.
2	Construcción de un timer con el circuito integrado NE555.	El alumno podrá observar el tren de pulsos que genera el integrado y variando la resistencia podrá observar el principio del PWM.	Electrónica Digital.
3	Construcción de un circuito con compuertas lógicas para convertir de binario codificado a decimal con la ayuda de un display.	El alumno observará el funcionamiento de las compuertas y realizará distintos circuitos para comprender el funcionamiento de la electrónica digital.	Electrónica Digital.
4	Variación de la posición de un servo motor con el timer NE555.	El alumno podrá observar la función de un servo motor y la relación que tiene con el PWM.	Electrónica.
5	Detector de oscuridad con LDR y Transistor.	El alumno obtendrá el conocimiento de la función de una LDR y sus aplicaciones, así como obtener un circuito para encender y apagar un led en conjunto con el Transistor.	Electrónica Analógica.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En la enseñanza de las disciplinas de ingeniería se busca brindar a los estudiantes la habilidad teórica, para crear y/o diseñar nuevas tecnologías, por lo que es de vital importancia la simulación y por supuesto la experimentación basada en tecnologías de punta que permita solidificar la comprensión fundamental en su conocimiento.

Con el laboratorio portátil se realizaron pruebas que permitieron demostrar la funcionalidad en las prácticas de instrumentación y control automático de procesos, permitiendo así controlar dispositivos digitales e interfaces HMI (Human Machine

Interface). Resultando un modelo práctico en el cual los alumnos desarrollan habilidades e incrementan su desempeño académico, mediante la implementación de dispositivos ensamblados, optimizando recursos en la disposición del material para aplicaciones en clase, así como en atención de proyectos electrónicos. Por otro lado, se ha pensado en la siguiente versión aumentando el potencial del mismo, mediante la actualización en los programas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLTON, William, 2017. MECATRÓNICA - Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica 6ª edición, Alfaomega.

CONSEJO DE ACREDITACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA A.C., 2018. Marco de Referencia 2018 del CACEI en el Contexto Internacional (Ingenierías).

Circuitos Electrónicos. “¿Qué es un Protoboard?”. Obtenido de: <http://www.circuitoselectronicos.org/2007/10/el-protoboard-tableta-de-experimentacin.html>

Consultado 15/07/2019.

Definición “Que es un portafolio”. Obtenido de: <https://definicion.de/portafolio/>
Consultado 12/05/2019

D. Higuera. El generador de funciones. Obtenido de: <http://webdiee.cem.itesm.mx/web/servicios/archivo/tutoriales/generador/>

Consultado 09/16/2019.

DORF, Richard; SVOBODA, James; 2015. Circuitos Eléctricos - 9ª edición Alfaomega.

Fernández Gaspar, Luis Iván; Hernández Briones, Benjamín Manuel; González Rosales, José Luis; Castillo Quiroz, Gregorio; 2014. Laboratorio Portátil para Prácticas de Instrumentación Virtual y Electrónica Digital, Academia Journals.

GÓMEZ GONZÁLEZ, Sergio; 2015. El gran libro de SolidWorks - 2ª Ed. Alfaomega.

REYES, Fernando; VARGAS, Emilio; 2013. MECATRÓNICA - Control y Automatización. Alfaomega.

Sergio Velásquez, Carlos Gómez. Monitoreo de variables analógicas usando raspberry Pi.

Consultado 13/05/2019.

Sites Blog.” Historia del portafolio”. Obtenido de: <https://sites.google.com/site/portafolioselctronicosfudes/historia-del-portafolio>. Consultado 10/02/2019.

DISEÑO E INTEGRACIÓN DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS, PECES Y AVES DE CORRAL, AUTOSUSTENTABLE, AUTOMATIZADO EN FAVOR DE SEGURIDAD ALIMENTARIA

ARNULFO CRUZ GARRIDO¹, ELISA GONZAGA LICONA², DORIAN ROJAS BALBUENA³

RESUMEN

Hoy en día se debe recurrir a estrategias que aceleren la producción de alimentos vegetales y animales, y que a su vez reduzcan los costos. El sistema propuesto, presenta una alternativa en la producción de alimentos para autoconsumo en las viviendas de bajos recursos, motivando la construcción del prototipo para la producción de hortalizas y carne (aves de corral y peces), e incorporando tecnología para poder controlar su desarrollo.

El prototipo propuesto contempla una parte estructural que soporta tres módulos. El primer módulo está destinado a la crianza de peces con un sistema de filtraje, recirculación, censado de PH, un sistema de calentamiento y oxigenación del agua. El segundo módulo está destinado a la producción de hortalizas, con un sistema para el control de los nutrientes necesarios de los vegetales, y a su vez, los desechos de estos sirvan de alimento a las aves de corral. El tercer módulo contempla la crianza de aves de corral, contando con un sistema que concentra y trata los desechos, que sirven como nutrientes para las hortalizas, de igual manera este módulo cuenta con un sistema de calefacción, un sistema de oxigenación, y un sistema de extracción de gas amoníaco, para evitar enfermedades.

Palabras clave: Autosustentable, aves de corral, hortalizas, peces, producción.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
arnulfocruz2003@yahoo.com.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
goleon37@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
dorian_915@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Diversos gobiernos y organismos multinacionales han hecho hincapié en la reducción del hambre y la desnutrición, ya que, según declaraciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el problema de la desnutrición por deficiencia en el consumo radica en el acceso desigual a los alimentos.

En este contexto, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en el caso de México, según datos del mismo organismo la pobreza extrema alimentaria afecta al 18.2% de la población, otro dato inquietante es que el porcentaje de población que sufre hambre y desnutrición en el ámbito mundial es del 50%.

Así también, debido a los constantes cambios climáticos surge la necesidad de cuidar la producción de alimentos desde su cultivo o crianza hasta el consumo con la finalidad de asegurar la producción y salud en nuestra población. Los métodos clásicos de producción de alimentos están cambiando constantemente, sobre todo con la incorporación de la tecnología, substituyendo los suelos, los ríos o mares y el campo, por métodos automatizados en los que se pueden medir las diversas variables y poder controlar las condiciones que favorezcan al desarrollo de las especies y al aprovechamiento de los recursos naturales.

La propuesta del proyecto contempla una parte estructural y de soporte para tres niveles, los cuales deberán ser módulos desmontables para que facilite la producción en serie, el transporte, el montaje, el suministro e inclusive la posible solución de problemas, sin afectar los módulos que se encuentren trabajando correctamente. El prototipo está enfocado en la producción de peces, hortalizas y aves de corral. El diseño del sistema tiene contemplado un sistema de control automático, basado en adquisición de señales provenientes de sensores para el control de sistemas de filtraje, suministro, dosificación, oxigenación, calefacción, extracción y tratamiento de desechos orgánicos.

METODOLOGÍA

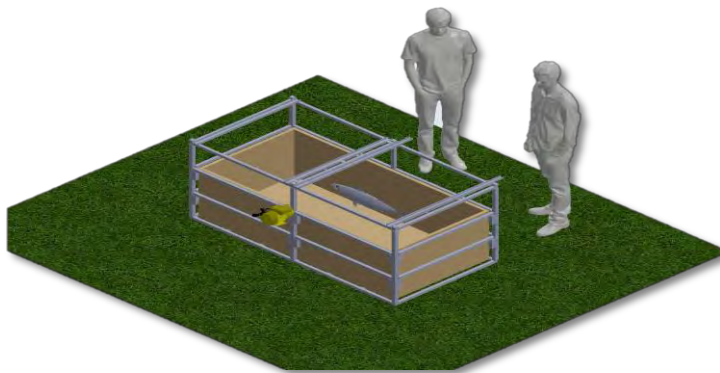
Se propone el diseño e implementación de un prototipo autosustentable vertical para crianza de peces, aves de corral y hortalizas, por lo que como ya se mencionó anteriormente constará con tres niveles, cada uno de ellos dedicado a la producción de cada una de las especies dichas.

Figura 1. Bosquejos del prototipo



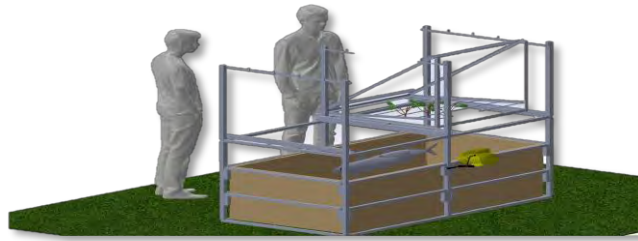
El primer nivel está destinado a la crianza de peces (acuaponía) debe contar con una estructura metálica de que tenga soportes en los costados y en la base principal, donde los peces deberán desarrollarse, dicho contenedor deberá diseñarse con un sistema de filtraje, recirculación, censado de PH, un sistema de calentamiento y oxigenación del agua, controlado con un sistema de adquisición de datos y control automático.

Figura 2. Primer Nivel - Crianza de peces



El segundo nivel destinado a la crianza de hortalizas, deberá contener dos cajones estructurales de soporte a 45°, los cuales deben deslizarse al frente y atrás, con el objetivo de proporcionar espacio al operador en caso de maniobra. Deberá contener un circuito de tubería de PVC que proporcione la posibilidad de hacer fluir en agua con los nutrientes necesarios para el desarrollo de los vegetales que serán montados por encima del tubo de PVC en pequeñas macetas que puedan retirarse fácilmente, también deberá diseñarse el sistema de control para oxigenación y dosificación de nutrientes.

Figura 3. Segundo Nivel - Crianza de hortalizas



El tercer nivel destinado a la crianza de aves de corral, deberá contar con una estructura de soporte formada con ángulos de 1" y con un techo de lámina, deberá diseñarse un sistema mecánico donde se concentren los desechos, un sistema de calefacción, un sistema de oxigenación, y un sistema de extracción de gas amoníaco, que tiende a enfermar de vías respiratorias a las aves.

Figura 4. Tercer Nivel Crianza de aves de corral



La automatización de actividades productivas mediante soluciones tecnológicas es una apuesta clara para la disminución en costos de producción y un mayor control de los parámetros de calidad y seguridad además de que las características del sector son idóneas para aplicar, sobre todo por la precisión en el control de variables específicas, la elevada necesidad de mano de obra calificada y entrenada y la repercusión sobre parámetros de calidad e higiene; por eso que la automatización en esta área es una opción viable.

Figura 5. Comportamiento de temperatura, nubosidad y precipitación durante el año en el estado de Puebla

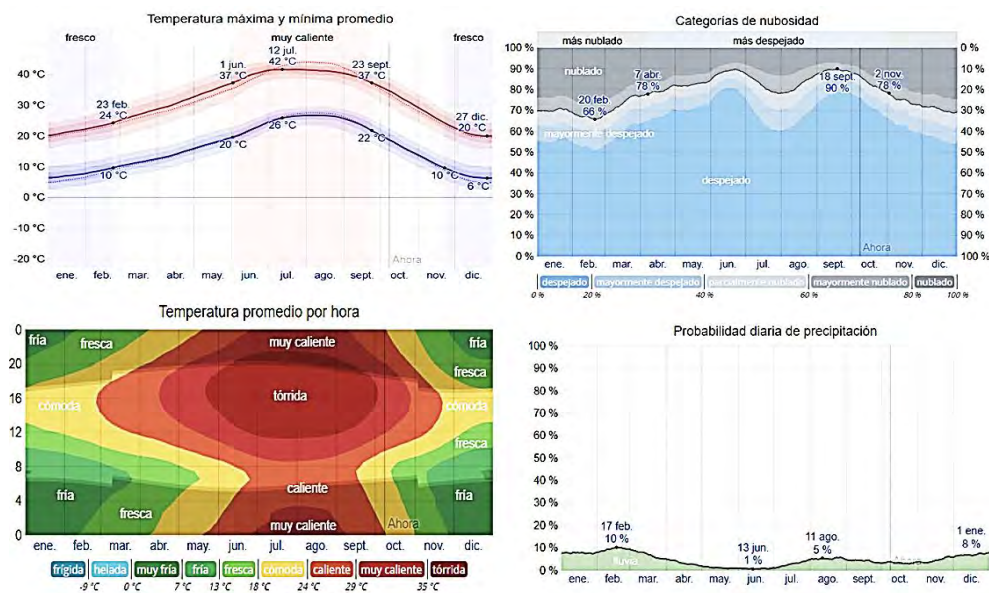


Figura 6. Comportamiento precipitación durante el año en el estado de Puebla

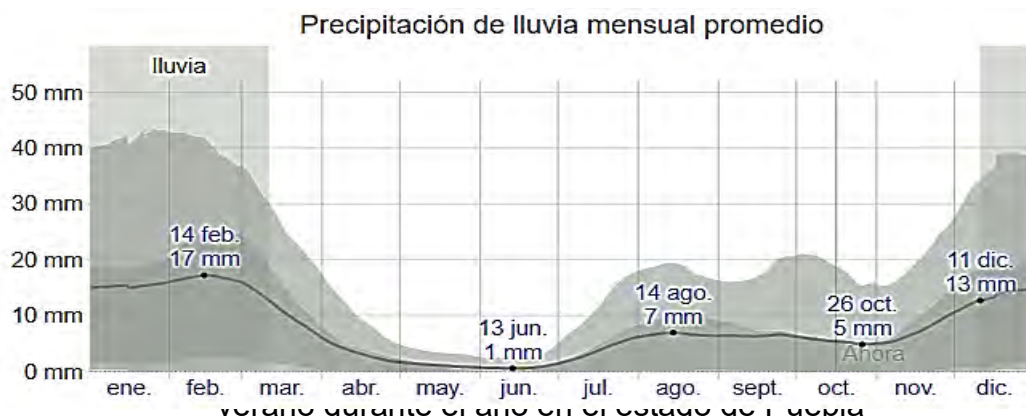
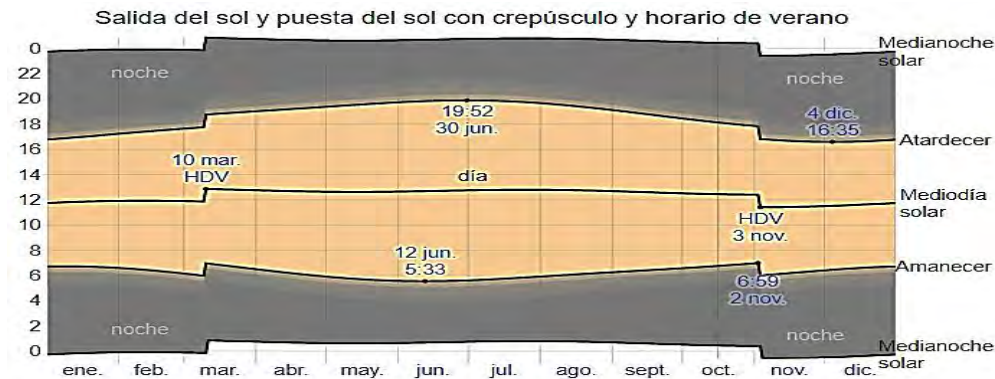


Figura 8. Comportamiento salida y puesta de sol con crepúsculo y horario de verano durante el año en el estado de Puebla



Partiendo del comportamiento de las principales variables (Temperatura y Humedad Relativa) a controlar durante el año, se proponen los algoritmos de control según los valores de referencia para la crianza de aves, peces y cultivo de hortalizas.

El análisis e interpretación de la variable antes graficadas permite tener un referente de diseño, ensamble, revestimiento y colocación física del prototipo. También sirve para dimensionar y seleccionar el tipo de control a utilizar, los sensores y actuadores, así como, para la selección de valores de ajuste en los algoritmos de control y diseño de la interface de monitoreo, graficación y control de los tres módulos y sus alarmas de proceso.

Particularmente el tercer nivel debe censar temperatura y humedad relativa para controlar el sistema de calefacción, oxigenación, y extracción de gas amoníaco, evitando enfermedades de vías respiratorias en las aves.

Teniendo como referente base los siguientes datos proporcionados por los manuales de avicultura:

Tabla 3. Temperatura ideal para aves de corral

Edad en días	Temperatura
1-7	28-32 °C
8-14	26-28 °C
15-21	24-26 °C
22-28	22-25 °C
29-35	20-22 °C
36 al sacrificio	20-22 °C

Uno de los algoritmos a utilizar es el controlador PID, ya que controla con precisión la temperatura en dos modos de operación, automática o manual, por lo que se deben de configurar los parámetros para trabajo en modo automático, en modo manual es necesaria la presencia del operador el cual se encarga de cerrar el lazo de control. Una vez configuradas las entradas de temperatura y humedad, en una pantalla se observarán los dos datos, denominado la Variable de proceso (VP), en este caso son dos, Humedad Relativa (RH) y Temperatura (T), además del punto de Ajuste (SP).

Figura 9. Tercer Nivel - Aves de corral



La variable medida es comparada contra la variable a controlar y el resultado de esta operación es guardada en un registro interno del controlador, posteriormente se le aplica un algoritmo matemático derivado del análisis del proceso a controlar observando tres bandas de comportamiento siempre dependiente de los límites, una banda proporcional donde el comportamiento es lineal, una vez llegando a su límite actúa la banda proporcional, con la finalidad de acercarse al valor verdadero (SP) de manera progresiva hasta alcanzar la estabilidad, una vez que esta se logró, a cualquier desviación se le aplica la banda derivada, obteniendo así un control puntual de las variables que a su vez activan o desactivan las salidas incrementando o disminuyendo el ancho del pulso.

En el segundo nivel, contiene dos cajones estructurales de soporte a 45°, los cuales se deslizan hacia enfrente y atrás, con el objetivo de proporcionar espacio al operador en caso de maniobra; un circuito de tubería de PVC que proporcione la posibilidad de hacer fluir el agua con los nutrientes necesarios para el desarrollo de los vegetales, y está continuamente censando la humedad relativa en tierra, temperatura y humedad en el módulo, todo ello controlado desde una tarjeta de adquisición de datos (DAQ).

Figura 10. Segundo Nivel - Hortalizas



Se colocó un sensor de humedad relativa en tierra, lo que determina la variable medida con respecto al valor de ajuste del 100% donde para la bomba de riego con histéresis al 90% en donde vuelve a encender la bomba de riego, cabe aclarar que el agua utilizada se obtiene del nivel más bajo, dedicado a la crianza de peces antes de ser filtrada para proporcionar nutrientes derivados de los desechos de los peces y que permite un desarrollo de la planta, sin utilizar fertilizante químico, el desecho de los pollos se recolecta, desecan y en cada nueva siembra se adhiere a la tierra este nutriente 30 partes por 40 partes de tierra negra, 10 partes de gravilla y el resto en de ceniza. Cabe mencionar que los desechos obtenidos de la producción de hortalizas son picados lo cuales sirven como alimento para los pollos cerrando el ciclo de producción.

Para el primer nivel destinado a la crianza de peces, se diseñó un contenedor que mantendrá la temperatura estable, siempre dependiente de la especie a trabajar, también se debe mantener el oxígeno suficientemente controlado y cumplir con el ciclo de carbono para el mejor rendimiento y desarrollo de las especies a trabajar, cabe mencionar que esta censando el PH del agua para el control de los sistemas de filtrado y retroalimentación, todo esto con un sistema de adquisición de datos y control automático.

Figura 11. Sistema de filtrado



El sistema de adquisición de datos envía estos a los sensores colocados en el estanque, uno de ellos es un termopar que se encarga de enviar la temperatura al sistema este es comparado contra el valor de consigna, si es mayor el sistema recircula el agua que a su vez pasa por un sistema de filtrado, reduciendo la variable a controlar, si la temperatura es menor el sistema activa un calentador y hace recircular el agua al sistema aumentando la temperatura del estanque, también se colocó un sensor de PH que envía el dato al sistema de adquisición y nuevamente lo compara con el valor de referencia, habilitando o no el sistema de filtrado y recirculación del fluido. La comida es suministrada una vez al día de manera rutinaria por el operador.

Figura 12. Primer Nivel Peces



Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere mantener una temperatura entre 20°C a 30°C, aunque pueden soportar temperaturas menores hasta de 15°C, que afectan su crecimiento y desarrollo. Por otro lado, la temperatura máxima que soportan se encuentra entre los 37-42°C, que de igual manera afectan al desarrollo. Las concentraciones de oxígeno disuelto: debe controlarse en su valor mínimo de 1 mg/l, aunque lo conveniente es de 2 o 3 mg/l, en particular si no hay mucha luz natural y el pH a controlar oscila entre 7 y 8, sabiendo que valores menores pueden afectar negativamente al desarrollo e inclusive matar a los peces por otro lado pueden resistir valores alcalinos hasta de 11. La turbidez a mantener es de 30 centímetros de visibilidad.

RESULTADOS

Una vez que se ensamblaron los tres niveles se obtiene un sistema de producción que garantizará el suministro continuo de alimentos inocuos y nutritivos en tres ejes principales, producción de aves de corral, peces y hortalizas. Con los sistemas en

funcionamiento se procedió a calificar los resultados obtenidos, en el caso de la avicultura se observó que los animales producen demasiado desechos, por lo cual los contenedores encargados de recolectar se llenaron rápidamente, este es un excelente fertilizante comúnmente llamado gallinaza por lo cual se optó por hacer uso de un recipiente más en el cual se deposita y se hará composta.

Figura 13. Prototipo terminado



Una modificación al primer diseño, fue en los dispensadores de agua ya que estos eran llenados manualmente y al ser una tarea que debía ser realizada constantemente se diseñó un sistema de llenado automático de los recipientes. Para la producción de hortalizas se observó que algunos productos no alcanzaron un tamaño de crecimiento apropiado debido a que no obtuvieron suficiente energía solar por lo cual se hizo la instalación de lámparas de crecimiento, otro de los factores que determinaron que el producto no lograra un desarrollo apropiado fue que contaban con una capa de suelo demasiado pequeña por lo cual se decidió aumentar el tamaño de la misma, también se añadieron unas capas de perlón y tezontle para evitar que la tierra se lavara además se redujo el diámetro de las espreas ya que en la primer prueba liberaban demasiado flujo, en el caso de la crianza de peces se hizo la instalación de un filtro natural, el cual se aprovechó para llenar un contenedor el cual almacena agua limpia y después es bombeada para regresar al primer contenedor y obtener mayor recirculación de agua.

CONCLUSIONES

Después de evaluar el proyecto e identificar las necesidades reales una vez que el sistema está funciona, fue necesario realizar adecuaciones al diseño inicial, para no tener desviaciones mayores a las permisibles en los tres módulos de producción, según lo proyectado inicialmente según los parámetros ya normados.

En el caso de la producción de pollos se modificó el sistema tratamiento de los desechos y del fluido el cual resulto ineficiente por lo que se modificaron las charolas para la remoción de desechos. En la producción de Hortalizas, la primera cosecha que se levantó, fue prospera, pero el suministro de agua para obtener humedad alta fue removiendo la tierra y empezó a caer en el tercer módulo contaminando el agua, por lo que se rediseño la cama y el tubo de PVC que inicialmente era de 3 pulgadas y ahora se aumentó a 4 pulgadas y en el fondo se colocó un cedazo que redujo el flujo al estanque.

Para el estanque, se detectó que los peces brincan continuamente por lo que se colocó alrededor de la misma tela para evitar cayeran fuera del estanque, esto también sirvió para evitar que los gatos o perros traten de tomar algún espécimen. Otro problema detectado durante el proceso en una válvula de vaciado, por alguna causa empezó a fugar, lo que trajo como consecuencia vaciar el estanque cancelar esta valvular y proceder a enterrar un tambo y concatenar la conexión con la bomba y filtros lo que permitió oxigenar, mantener el equilibrio de nitrógeno y mantener el agua cristalina por más tiempo.

Partiendo del comportamiento de las principales variables (Temperatura y Humedad Relativa, PH (medida de acidez o alcalinidad), CO₂ (Bióxido de carbono), NH₃ (Amoniac) a controlar durante el año, se proponen los algoritmos de control según los valores de referencia según límites permisibles para para la crianza de aves, peces y cultivo de hortalizas, se concluye que los lazos de control son robustos y a la vez flexibles lo que aporta una garantía en el supuesto caso de cambiar de pez a cultivar, o cambio de tipo de ave u hortalizas ya que el software se puede reconfigurar según los parámetros propuestos por el usuario, lo que hace al sistema de fácil implementación en cualquier región del país.

Finalmente, la reingeniería de proceso, genero conocimiento real de campo, lo que aporta mejoras al diseño de la segunda versión del mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Compartido, F. d. (05 de ENERO de 2018). GOBIERNO DE MEXICO. Recuperado el 08 de SEPTIEMBRE de 2019, de <https://www.gob.mx/firco/articulos/seguridad-alimentaria-y-nutricional>
- García, J. L. (2019). EFECTOS DEL ESTRÉS. *aviNews*, 2-3.
- INTAGRI. (2017). Acuaponia: Producción de Plantas y Peces. Recuperado el 08 de SEPTIEMBRE de 2019, de Acuaponia: Producción de Plantas y Peces: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-y-peces>
- INTAGRI. (2017). La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Recuperado el 08 de SEPTIEMBRE de 2019, de La Hidroponía: Cultivos sin Suelo: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>
- Johana Andrea Ciro-Galeano, M. F.-O. (ABRIL de 2015). PARÁMETROS PRODUCTIVOS. Recuperado el 08 de SEPTIEMBRE de 2019, de PARÁMETROS PRODUCTIVOS: https://www.researchgate.net/publication/308356178_PARAMETROS_PRODUCTIVOS
- Lopera, P. (2017). Medición de Parámetros Productivos en Avicultura. *La revista global de avicultura* , 23-26. Obtenido de Avicultura en producción ecológica.
- PROMUEVEHIDROPONIA. (14 de AGOSTO de 2014). ACUAPONÍA MÁS QUE UN SIMPLE CULTIVO. Recuperado el 08 de SEPTIEMBRE de 2019, de ACUAPONÍA MÁS QUE UN SIMPLE CULTIVO: <https://conocehidroponiapromuevehidroponia.wordpress.com/2014/08/14/acuaponia-mas-que-un-simple-cultivo/>
- STMicroelectronics (2019). “BTA12, BTB12, T1205 T1210, T1235, T1250 Datasheet”. En STMicroelectronics. Consultado el 25 de octubre del 2019. Disponible en: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/bta12.pdf>.
- Fairchild Semiconductor Corporation (2014). “MOC3010M, MOC3011M, MOC3012M, MOC3020M, MOC3021M, MOC3022M, MOC3023M. 6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output (250/400 volt peak)”. En Fairchild Semiconductor Corporation. Consultado el 24 de octubre del 2019. Disponible en: <http://www.farnell.com/datasheets/1806097.pdf>
- Semiconductor Components Industries (2013). “P2N2222A”. En Semiconductor Components Industries. Consultado el 23 de octubre del 2019. Disponible en: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/P2N2222A-D.PDF>
- National Instruments (2015). “NI USB-6008/6009”. En National Instruments. Consultado el 22 de octubre del 2019. Disponible en: <http://www.ni.com/pdf/manuals/371303n.pdf>

CONTROL Y CALIDAD DE PROCESOS DE GALVANIZADO POR INMERSION EN CALIENTE USADOS EN LA INDUSTRIA

ROGELIO ZARZA DÍAZ¹, YARA SEGURA DE JESÚS²

RESUMEN

El galvanizado por inmersión en caliente es en la actualidad uno de los procesos de mayor aplicación dentro de las industrias manufactureras, utilizados principalmente para la protección contra la corrosión de los aceros. Dentro de este proceso se emplean materiales de recubrimiento de Zinc adicionando elementos como Aluminio y Níquel para mejorar las características del producto final. En este trabajo se contextualizan estudios realizados acerca del proceso de galvanizado, las mejores prácticas para afianzar el proceso, sus ventajas y desventajas, así como los problemas más frecuentes que suelen presentarse durante su ejecución. Además, se realiza una revisión de las variables que influyen durante el recubrimiento de los aceros y las principales metodologías utilizadas. Esto para obtener un producto que sea de alta calidad para el usuario; describiendo las técnicas mejor utilizadas para lograr resultados cualitativos y cuantitativos favorables de la composición del recubrimiento. La implementación de esta técnica genera beneficios que garantizan durabilidad, resistencia y fiabilidad de los productos.

Palabras clave: Proceso de Galvanizado, recubrimiento, acero.

ABSTRACT.

The galvanized of steel by the process of hot immersion is one of the most commonly methods used nowadays for protection against corrosion in the manufacturing industry. Zinc along with aluminum & nickel are used to enhance the

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
ronilo_zd@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán.
ysegurad@tesjo.edu.mxcom

characteristics of the final product. This research contextualize studies made about the process of galvanized steel, development, advantages & disadvantages also the most common problems found during the execution. Indeed, there's a revision of variables that have influence during the covering of steel. The methodologies used for obtaining a high quality product for the consumers; describing the techniques used to get the best results-quality & quantity- for the composition of the covering. The implementation of this techniques brings benefits and give promises for durability resistance and reliability to the products.

Keywords: *Galvanized process, covering, steel.*

INTRODUCCIÓN

El galvanizado por inmersión es el proceso de recubrir el Acero en sus diferentes aleaciones con Zinc fundido, por medio de un proceso continuo o por lotes (Rico, O. Y. 2012). Dicho recubrimiento se efectúa para evitar la corrosión en el material, definiéndola como el ataque que sufre un metal por parte del medio en que se encuentra, con el consiguiente deterioro de sus propiedades. La relevancia de la corrosión en la sociedad actual se fundamenta en el uso excesivo de metales en todo tipo de aplicaciones y sectores estratégicos del país (CANACERO, 2019).

Teniendo en contexto la situación contemporánea y uso de los metales, es imprescindible su protección frente al medio donde se utilizan, por ello, es redituable el uso de galvanizado por inmersión, pues ofrece protección contra la corrosión a un precio accesible, sin embargo, es indispensable el control de las variables de producción para la obtención de un producto con el mayor estándar de calidad.

Proceso de Galvanizado por inmersión en caliente

Los tratamientos superficiales son un aspecto importante de todos los procesos de manufactura. Se utilizan para proporcionar propiedades físicas y mecánicas específicas, como apariencia y resistencia a la corrosión, fricción, desgaste y fatiga. Existen diversas técnicas para modificar las superficies.

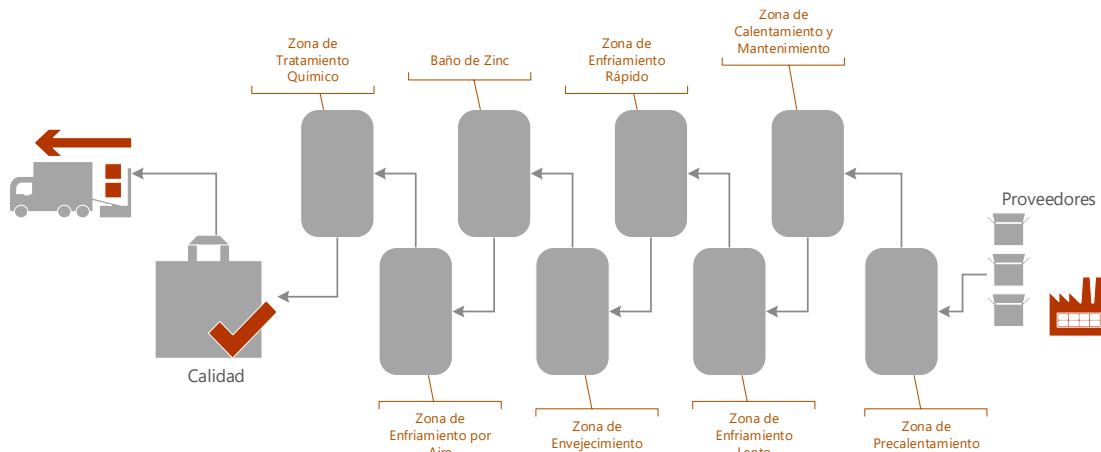
Según la American Society for Metals (ASM International, 1994) entre los procesos utilizados están el trabajo de metales y tratamiento de las superficies, como

tratamiento de calor, deposición y galvanizado, además de recubrimientos superficiales adicionales, como esmaltes, materiales no metálicos y pinturas .

En el galvanizado, el zinc sirve como ánodo y protege al acero (cátodo) de ataques corrosivos en caso de que el recubrimiento se raye o agujere. También se utiliza como elemento de aleación; el latón, por ejemplo, es una aleación de cobre y zinc. Elementos de aleación importantes con base de zinc son el aluminio, cobre y magnesio, que imparten resistencia y proveen control dimensional durante el colado del metal (Kalpakjian, S. Schmid, R. S. 2008).

De acuerdo con Martínez y colaboradores en 2007, describieron el proceso dentro de una línea de galvanizado por inmersión en caliente como se muestra en el diagrama de la Figura 1.

Figura. 1. Esquema básico de una línea de galvanizado en Caliente (LGC)
(Adaptado de Martínez et al, 2007)



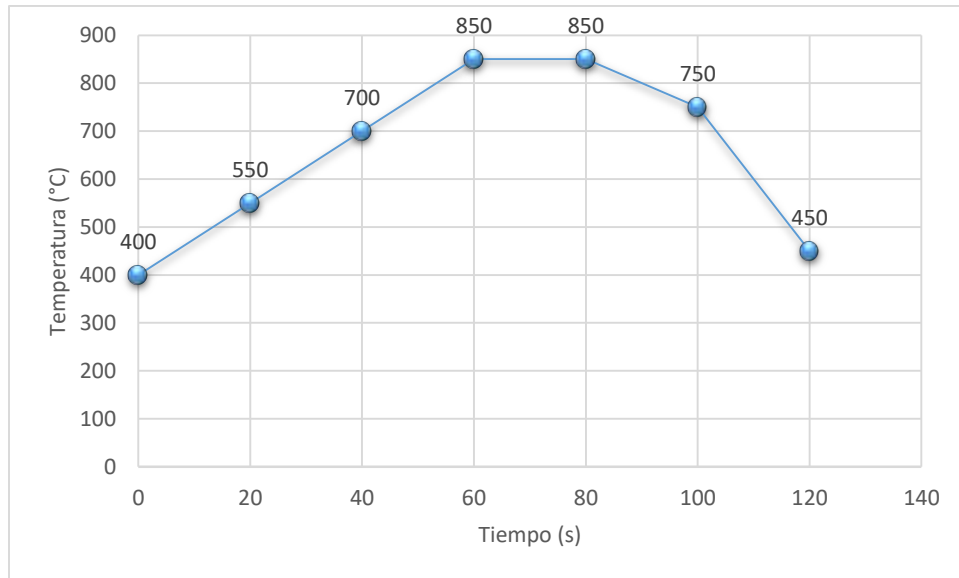
Dicho proceso de galvanizado por inmersión en caliente consta de seis sub procesos generales descritos a continuación;

Formación de una banda continua a partir de las bobinas de acero que proceden de los trenes de laminación; se despunta la cabeza y la cola de las mismas y se sueldan a solape. El resultado final es una banda de acero continua formada por las bobinas entrantes.

La banda atraviesa una zona de precalentamiento en atmósfera no oxidante donde se eliminan las impurezas, se volatilizan los aceites de laminación y se reduce el óxido superficial.

Se somete la banda a un ciclo de calentamiento y enfriamiento que se denomina “recocido” (Gráfico 1). Este tratamiento es esencial para la mejora de las propiedades del acero y del recubrimiento final, para recrystalizar el metal endurecido que sale de la laminación en frío y homogeneizar la estructura cristalina.

Gráfico 1. Curva de tratamiento térmico



La banda se sumerge en un pote de zinc fundido a temperatura constante para revestirla de dicho metal. De este baño, la banda sale verticalmente, pasando entre cuchillas de aire que regulan el espesor del recubrimiento.

Llevar a cabo una serie de procesos auxiliares de tratamientos químicos donde se aplica una leve película de ácido crómico para prevenir la oxidación blanda.

Se realiza un aplanado hasta obtener el producto final bien en forma de bobinas o chapas cortadas. Esta descripción, con modificaciones menores, suele ser válida para la mayoría de líneas de galvanizado en continuo por inmersión instaladas en todo el mundo.

Estructura del recubrimiento

En el proceso de galvanizado por inmersión en caliente, se produce la adherencia del zinc al acero debido a la formación de enlaces metálicos entre el metal (base) y el zinc. A temperatura normal del proceso de galvanización que oscila entre 445 °C – 460 °C el zinc y el acero reaccionan rápidamente produciendo intermetálicos Fe-Zn en la intercara sustrato/recubrimiento. Aunque en el galvanizado en caliente, las

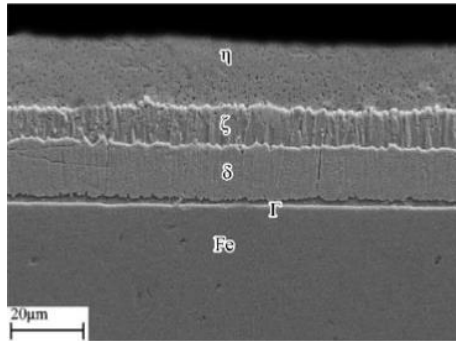
fases intermetálicas proporcionan un alto grado de vinculación entre el Acero y el Zinc, estos son duros y frágiles, por lo tanto, cuando se pretende deformar el material base, existe una alta probabilidad de que se desarrollen grietas en el recubrimiento de Zinc, este comportamiento limita la capacidad de deformar el material (Rico, 2012).

El ASM Surface Engineering en 2002, indicó que el zinc fundido utilizado en las plantas industriales para la galvanización siempre contiene impurezas metálicas. En algunos casos, las adiciones también son expresas e intencionales, para influir en la morfología y la cinética de crecimiento de la capa de zinc durante el proceso de galvanización.

Aluminio, plomo, estaño, cobre y níquel son los metales comunmente presentes durante el proceso, ya sea de manera deliberada como elementos de aleación o como impurezas procedentes de las materias primas. Estos elementos de aleación en la galvanización afectan las características fisicoquímicas del baño como punto de fusión, viscosidad y tensión superficial por mencionar algunos; siendo el cobre, aluminio, estaño y cadmio en concentraciones relativamente elevadas (del 2% en peso) las que alteran significativamente la apariencia y estructura del recubrimiento (Rico, Y. Carrasquero, E. 2017).

En el proceso de galvanización por inmersión en caliente donde se emplea zinc puro con bajos contenidos de otros elementos, se pueden identificar las fases formadas por los recubrimientos que pueden ser identificadas con un análisis de su microestructura, considerando principalmente las fases gamma (Γ), que es apreciable para tiempos de inmersión grandes, debido a que se requiere un tiempo de incubación; las fases delta (δ) y zeta (ζ) son visibles e intermedias a menos que se haya añadido aluminio al baño de galvanización, y finalmente la fase eta (η) es una solución sólida de zinc que puede desaparecer si el material después de galvanizado, se somete a un tratamiento térmico que favorece el crecimiento de la fase zeta a expensas de la fase eta (Rico, Y. Carrasquero, E. 2017).

Figura 2. Fases gamma, delta y zeta (Rico, Y. Carrasquero, E. 2017)



Cabe señalar que, el cadmio y el hierro suelen estar presentes en los baños de zinc como contaminantes, pero no se añaden como elementos de aleación. La presencia del cobre es perjudicial para la ductilidad del recubrimiento. La adición de níquel en el baño reduce la reacción de evolución de hidrógeno, y aumenta la resistencia a la corrosión contra el cloruro (Rico, 2012).

Otra variable que se debe considerar en el proceso de galvanizado es la rugosidad del acero, éste fenómeno es un parámetro que influye significativamente sobre las características del recubrimiento ya que, la rugosidad incrementa el espesor del recubrimiento, disminuyendo el tamaño de grano de zinc y desarrollando una textura basal más definida (Rico, Y. Carrasquero, E. 2017).

Controles utilizados en el proceso de galvanizado

Según Rico, Y. Carrasquero, E. (2017) para mejorar la calidad de los recubrimientos galvanizados se debe controlar y comprender la evolución microestructural durante el procesamiento, ya que esto ayudará al control de los parámetros del proceso, y por lo tanto, un mejor rendimiento en una demanda específica.

Las exigencias generadas por las múltiples aplicaciones de estos recubrimientos, generalmente en procesos donde el sustrato recubierto es sometido a deformaciones plásticas (estampado, doblado, laminado, etc.) requieren de mayor ductilidad en los recubrimientos.

Para Barba, P. A., Cervantes, C. J et al (2018) la protección contra la corrosión que puede proporcionar el galvanizado es directamente proporcional al espesor del recubrimiento, por lo tanto, el periodo de vida del acero galvanizado depende del espesor y de las condiciones ambientales en las cuales se encuentre el

recubrimiento, por lo tanto para la producción de productos galvanizados se debe de considerar; el consumo de zinc, su espesor y su resistencia a la corrosión.

La adición de aluminio al baño de zinc proporciona las siguientes características en el recubrimiento:

Mejora el brillo o la reactividad de la capa

Reduce la oxidación del baño de zinc

Se obtiene un recubrimiento dúctil, al suprimir la formación de compuestos intermetálicos (fases frágiles) Fe-Zn.

Los aceros con recubrimientos 55% Al-Zn muestran un mayor rendimiento y resistencia a la tracción y menor alargamiento y coeficiente de endurecimiento, comparado con el acero recubierto de zinc puro. En ambos productos el recubrimiento muestra una influencia significativa en las propiedades mecánicas del acero recubierto (Rico, 2012).

Metodologías utilizadas para mejorar la calidad en el proceso de galvanizado

Para asegurar un proceso de calidad en el area de galvanizado, algunas empresas han optado por el uso de la filosofía Seis Sigma, que se define como “una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6 σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: Satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos” (Gutiérrez, P. H, 2009).

Mientras tanto para Padilla, I. (2010), la metodologia debe incluir tecnicas como justo a tiempo, kaizen y poka yokes para asi poder optimizar las operaciones, no solo inventarios, para obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos de producción más bajos y así poder disminuir los desperdicios he incrementando la productividad.

El enfoque Seis Sigma provee una metodología para analizar los procesos de la empresa, centrándose en lo que los clientes desean, eliminando tanto lo que no

agrega valor como su variación. Un proceso con capacidad Seis Sigma significa que mantiene una distancia de seis veces la desviación estándar entre la media del proceso y los límites de especificación. En otras palabras, la variación del proceso se reduce de tal forma que sólo se producen 3, 4 oportunidades de defecto por cada millón de unidades producidas (Ortiz et al. 2011).

Finalmente, la producción esbelta es hacer más con menos; menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales, siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea habrá clientes satisfechos (Villaseñor, C. A., Galindo, C. E. 2007).

Las etapas para la implementación de un proyecto seis sigma para Gutierrez, P. H. (2009) se caracteriza primeramente por:

Definir: Se enfoca y delimita el proyecto, precisando que se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito.

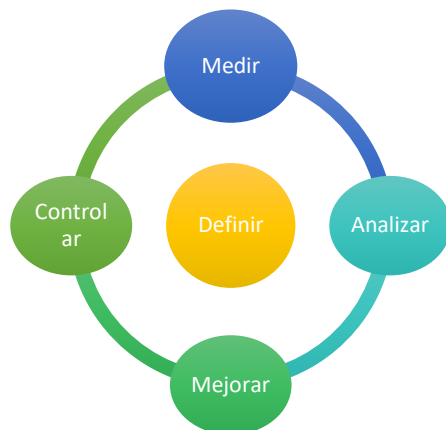
Medir: aquí es donde se entiende y cuantifica la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencia de que se tiene un sistema de medición adecuado.

Analizar: es la tercera etapa, donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo se genera el problema.

Mejorar: aquí se proponen, implementan y evalúan las soluciones que atiendan las causas raíz del problema.

Controlar: representa la última etapa y es en donde se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas para que finalmente se cierre el proyecto.

Figura 3. Etapas en la realización de un Proyecto (Adaptado de Gutierrez, 2013).



Cabe señalar que un factor importante en el desarrollo de proyectos de mejora es la cultura de las organizaciones, entendida por “sistemas de personas que mediante una estructura de operación, métodos de trabajo y servicio claramente definidos se orientan a cumplir una misión que involucra la creación de valor para sus grupos de interés e influencia” (Cantú, D.H. 2011). Por ello es fundamental que para emprender cualquier proyecto de mejora se establezcan los objetivos que se buscan junto con las estrategias y los medios involucrando a todas las partes de interés para sensibilizarlos e involucrarlos en el proyecto e inclusive poder establecer nuevos patrones de cultura organizacional en la que el trabajo en equipo sea el pilar de la organización, con enfoque siempre en la mejora continua, entendida por Evans, R. J, y Lindsay, M. W. (2017) como a los cambios incrementales, que son pequeños y graduales, y a los avances significativos, que son grandes y rápidos. La convicción de futuro no se cumple con un discurso, un cartel, una leyenda o una declaración; más bien, mediante hechos concretos que se deben desprender de un ejercicio profundo de planeación estratégica para la organización, en la que se identifiquen su rumbo y situación actual, y de ahí derivar programas de acciones y proyectos para permanecer a futuro en el negocio. Hoy en día se siguen empujando los diversos procedimientos en control de calidad, que implican procedimientos de muestreo y principios estadísticos, que permiten aumentar la calidad de los productos (Walpole, E. R., Myers, H. R., Myers, L. S 1999). Con ello se mandará una señal clara a empleados, clientes y proveedores de que la empresa está trabajando por el mañana para proporcionar empleos permanentes, productos de buena calidad y mercado para los proveedores. Así, es necesario que en la compañía se trabaje con el propósito de tener una organización más competitiva. En la práctica, las organizaciones se centran en solo unos pocos aspectos de los elementos lean, como la fabricación celular, el sistema de extracción, nivelación de producción para impulsar su sistema de fabricación hacia el éxito (Sundar, R., Balaji, A. N., SatheesKumar, R. M. 2014). En realidad, el éxito a largo plazo del sistema de fabricación en el entorno empresarial competitivo depende de la eliminación de problemas como la falta de dirección, falta de planificación, falta de secuenciación

y factores de interdependencia de elementos lean (Graves, R., Konopka, J. M., Milne, R. J 1995).

CONCLUSIONES

Los elementos presentes durante el proceso de galvanizado por inmersión mas comunes son: Aluminio, plomo, estaño, cobre y níquel, que se encuentran ya sea de manera deliberada como elementos de aleación o como impurezas procedentes de las materias primas utilizadas en el proceso.

La adición de níquel en el baño reduce la reacción de evolución de hidrógeno, y aumenta la resistencia a la corrosión contra el cloruro.

Los aceros con recubrimientos 55% Al-Zn muestran un mayor rendimiento y resistencia a la tracción y menor alargamiento y coeficiente de endurecimiento, comparado con el acero recubierto de zinc puro.

Para implementar un proyecto de mejora en el proceso de galvanizado por inmersión en caliente, se recomienda la metodología Seis Sigma, la cual consta de las etapas: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, mencionadas etapas permiten a las organizaciones analizar los problemas, resolverlos y sobre todo atender las necesidades de sus clientes.

Dentro de la implementación de un proyecto Seis Sigma se recomienda la implementación de técnicas Lean, éstas dependerán de los desperdicios que se pretendan eliminar de acuerdo al contexto de la organización y expectativas de los clientes, así mismo la implementación de herramientas de control de calidad, todas ellas en conjunto permiten aumentar la calidad de los procesos y de los productos para así, ser competitivos en un mercado globalizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASM Handbook. (1994). Surface Engineering. Vol. 5. ASM International. U.S.A.
- ASM Metal Handbook, Surface Engineering. ASM International. U.S.A. Pp. 1068–1075, 2002.
- Barba, P. A., Cervantes, C. J., González, P. R., Hernández, D., Hernández, V., Valdez, N. R., Covelo, A., Hernández, A. M. (2018). Influencia de la adición de pequeñas cantidades de Ni a baños de galvanizado por inmersión en caliente, en las propiedades de aceros al carbono galvanizados. Memorias de congreso XXIV. Congreso Internacional Anual de la SOMIM. 19 al 21 de septiembre de 2018. Campeche, Campeche México. ISSN 2448 - 5551.
- Cantú, D. J. H. (2011). Desarrollo de una Cultura de Calidad. Cuarta Edición. Mc Graw Hill. México.
- Evans, R. J, y Lindsay, M. W. (2017). Administración y Control de la Calidad. Novena Edición. Cengage Learning. P. 227.
- Graves, R., Konopka, J. M., Milne, R. J (1995). Literature review of material flow control mechanisms. Production Planning and Control 6 (5), 395-403.
- Gutierrez, P. H. De la Vara, S. R. (2013). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. Tercera Edición. Mac Graw Hill. México.
- Kalpakjian, S. Schmid, R. S. (2008). Manufactura, ingeniería y tecnología. Quinta Edición. Pearson Educación. México. Pp. 184.
- Martínez, de P., Ordieres, J., Pernía, A., Alba, F., Torre., V. (2007). Reducción de problemas de adherencia en procesos de galvanizado mediante técnicas de minería de datos. Revista de Metalurgia, 43 (5). 325-336. ISSN: 0034-8570.
- Ortiz, L. R. A. Galleguillos, P. L. (2011). Mejoramiento del Servicio de Galvanizado Mediante Seis Sigma y el Analisis de la Informacion. Ingenieria industrial. Año 10. No. 2: 81-102, 2011. ISSN 0717-9103.
- Padilla, I. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta / ágil. Revista Ingeniería primero. Facultad de ingeniería Universidad Rafael Landívar. No. 15. Pp. 64 – 69.
- Rico, Y. Carrasquero, E. (2017). Efecto de la composición química en el comportamiento mecánico de recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente: una revisión. INGENIUS. No. 18, (julio-diciembre). Pp. 30 – 39. ISSN: 1390-650X.
- Rico, O. Y. (2012). Estructura y Caracterizacion de los Recubrimientos Galvanizados por Inmersión en Caliente, sobre Aceros. REDIP. UNEXPO. VRB. Venezuela. Vol. 2. No. 5 (<http://redip.bqto.unexpo.edu.ve>).
- Sere, P.R. Culcasi, J.D. Elsner, C.I. Sarli, A, R. (1991). Factores que afectan a la estructura de los recubrimientos de cinc obtenidos por inmersión. Revista Metal. Madrid, 33 (6).

- Sundar, R., Balaji, A. N., SatheesKumar, R. M. (2014). A review on Lean Manufacturing Implementation techniques. 12 th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2014. ScienceDirect. Procedia Engineering 97 (2014) 1875-1885.
- Villaseñor, C. A., Galindo, C. E. (2007). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. Primera edición. Limusa. México. Pp. 19-20.
- Walpole, E. R., Myers, H. R., Myers, L. S. (1999). Probabilidad y estadística para ingenieros. Sexta edición. Prentice Hall Hispanoamericana. México. P. 635
- .

REDISEÑO DE ESCANTILLONES PARA LA PARRILLA SOLERA DE UNA ESTUFA (LÍNEA BLANCA).

JOSÉ MIGUEL AHUACATITLA PÉREZ¹, VÍCTOR VILLA BARRERA², ROSALÍA BONES MARTÍNEZ³

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en base a criterios establecidos por las principales aplicaciones de ingeniería, con la finalidad de obtener el rediseño de escantillones basado en las especificaciones del plano de la Parrilla Solera, las principales características consideradas fueron las de cuadratura y planicidad con especificación de 0.040 mm tomando de la base del marco a las puntas de los dedos de parrilla.

Durante el desarrollo del proyecto se logró el rediseño de escantillones con ayuda del programa Solid Works, tomando en cuenta las medidas del plano establecidas para el diseño y maquinado de los seis escantillones para diez primeros dedos, un escantillón para dedo central, uno más para travesaño y uno para los dedos estrella, con ayuda de un proveedor, así mismo se obtuvo como resultado final la eliminación del área de esmerilado. Anteriormente se tenía una producción de 220 parrillas por hora y con un tiempo de ciclo de 9 min y 17 segundos; con la eliminación del área de esmerilado se tiene una capacidad para producción actual de 280 a 300 parrillas por hora y un tiempo de ciclo total de 7 min y 35 segundos

Palabras Clave: Diseño, Línea blanca, Escantillón

ABSTRACT

The present project came true on the basis of criteria established by the principal applications of engineering, with the purpose to obtain the I redesign of templates based in the specifications of the diagram of the Grill Solera, the principal considered

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. iijmap@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango. iivilla@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango.
a_santos1994@hotmail.com

characteristics matched give them quadrature and planicidad with specification of 0,040 mm taking from the frame's base to the fingertips of grill.

It turned out well during the development of the project the I redesign of templates with help of the program Solid Works, taking into account the measures of the diagram established for the design and machinated of the six templates for ten first fingers, a template for central finger, I join more for stretcher and I join for the fingers star, with a supplier's help, likewise the elimination of the area of smoothing was gotten as a result final. Previously one had a production of 220 grills per hour and with 9 min's time of cycle and 17 seconds; A capability for present-day production of 280 sticks to 300 grills per hour with the elimination of the area of smoothing and 7 min's time of total cycle and 35 seconds

KEY WORDS: *Design, White Goods, Escantillón*

INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene como objetivo el Rediseño de escantillones de la parrilla solera, aplicando herramientas de ingeniería. La idea fue concebida luego de observar que el producto terminado en el área de alambre de la unidad de negocios troquelados se mandaba directamente al área de re trabajo, en el cual se generaban costos extra además de ser un área de alto riesgo para los colaboradores. El proyecto consiste en lo siguiente:

Se presenta las principales características del proyecto, planteando los objetivos esperados, los antecedentes de la empresa, los problemas a resolver y la razón de ser de este estudio.

El marco teórico tocando los puntos principales conceptos del desarrollo y la metodología utilizada para la implementación de la mejora.

La recopilación de los principales elementos a tener en cuenta para la implementación de rediseño de escantillones en el área de producción, pautas importantes, ventajas y beneficios, gráficos de causa raíz para detectar el problema y herramientas para dar solución, así como también el desarrollo del rediseño utilizando herramientas como el programa SolidWorks para los planos y el

maquinado del nuevo prototipo. Las corridas de prueba, implementación del nuevo modelo y la retroalimentación por parte del cliente.

Se presentan los resultados obtenidos una vez que se corrieron las pruebas y se obtuvo la retroalimentación se realiza una comparación entre los escantillones anteriores y los nuevos, y se obtiene el costo beneficio del proyecto.

Las conclusiones obtenidas en base a los capítulos anteriores, plasmando el logro de los objetivos planteados y los resultados al realizar el rediseño de escantillones. Y por último las competencias desarrolladas realizando una descripción de la competencia desarrolladas durante la elaboración del proyecto de residencia que fortalece el perfil profesional.

METODOLOGÍA

Planear

La excelencia de una organización viene marcada por su capacidad de crecer en la mejora continua de todos y cada uno de los procesos que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando dicha organización aprende de sí misma, y de otras, es decir, cuando planifica su futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la determinan.

Para ello se plantearon ideas para dar solución al problema o en su defecto automatizar el proceso.

Tomando en cuenta que el proceso productivo es un conjunto de operaciones que son necesarias para llevar a cabo la elaboración de un producto o el diseño de un servicio y que para ello se debe realizar un procedimiento para la transformación de los materiales, objetos o sistemas, debe ser planificado, basándose en diferentes etapas en donde los insumos involucrados van sufriendo modificaciones para obtener un producto final con su posterior colocación en el mercado o para posteriormente ser ensambladas en otro sistema. Las operaciones que se llevan a cabo son las de diseño, la producción y la distribución. El sistema productivo comprende la etapa de extracción, pasando por la producción de la materia prima, hasta obtener el producto final.

Así como la integración de la mejora de la calidad ya que es necesaria para reducir costes, teniendo dos enfoques actualmente seguidos por las empresas para mejorar la calidad que son:

Mejora continua: Definida como proceso estructurado para la resolución de problemas que parte del análisis de la situación actual para identificar y eliminar las causas de dichos problemas. La reingeniería de procesos: Es el rediseño radical de proceso para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas de rendimiento. La definición parece “sencilla”, pero no lo es tanto, pues de ella depende en alto grado la productividad del proceso. Generalmente existen varios caminos que se pueden tomar para producir un producto, ya sea un bien o un servicio. Pero la selección cuidadosa de cada uno de sus pasos y la secuencia de ellos nos ayudarán a lograr los principales objetivos de producción.

1º. Costos (eficiencia)

2º. Calidad

3º. Confiabilidad

4º. Flexibilidad

Una decisión apresurada al respecto nos puede llevar al “caos” productivo o a la ineficiencia. Se recomienda nunca tomar a la ligera el proceso productivo.

Recolección, Búsqueda Y Análisis De Información

Determinar la causa raíz de una incidencia es imprescindible para poder definir acciones correctivas apropiadas que la solventen y que eviten la repetición del problema en el futuro.

La siguiente recolección de datos se basa en la información obtenida de la empresa para detectar la causa raíz del problema en el proceso de producción de la parrilla solera por tal motivo se lleva a cabo un análisis FODA, Diagrama de Ishikawa, Pareto y Diagrama de flujo de proceso para un abrir un panorama real de las causas y así poder eliminarlas o en dado caso reducirlas.

Análisis Foda Elaboración De Parrilla Solera

Fig.1: Análisis FODA Área de alambre

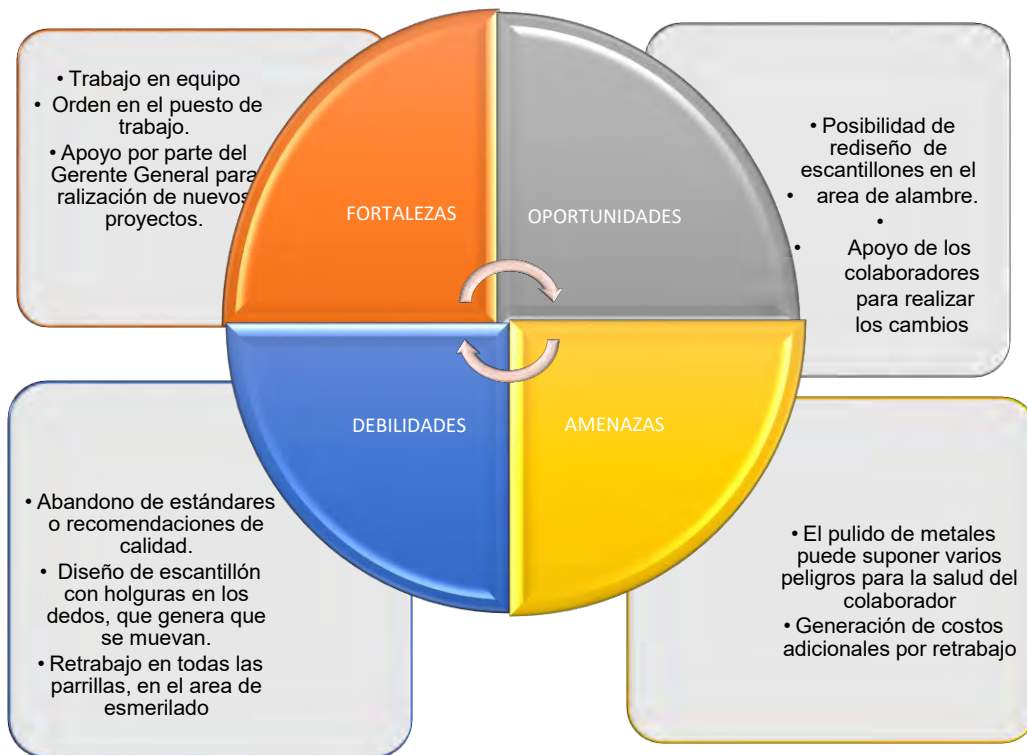


Fig.2: Diagrama de Ishikawa

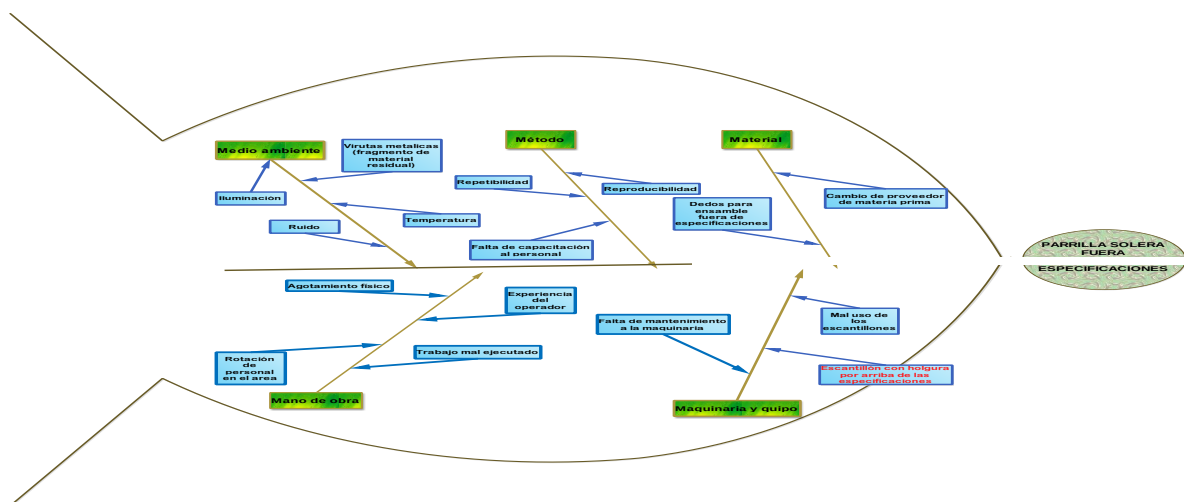


Diagrama De Pareto

Se realizó un muestreo durante quince días de producción de la Parrilla Solera, en la celda uno de alambre de la UDN troquelados para obtener la frecuencia de las causas del problema en una jornada laboral de 8 horas en la elaboración de parrilla solera.

Con los datos de la tabla 1 se realiza la siguiente tabla de frecuencias de las causas del problema.

Figura 3: Datos de Pareto

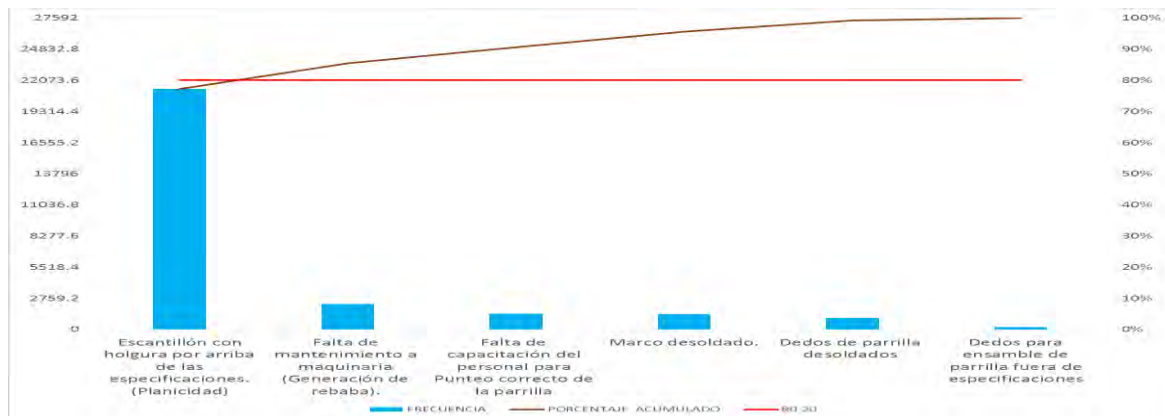
PROBLEMA : PARRILLA SOLERA FUERA DE ESPECIFICACIONES					
POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	80-20
Escantillón con holgura por arriba de las especificaciones. (Planicidad)	21306	21306	77.2	77%	80%
Falta de mantenimiento a maquinaria (Generación de rebaba).	2271	23577	8.2	85%	80%
Falta de capacitación del personal para Punteo correcto de la parrilla	1426	25003	5.2	91%	80%
Marco desoldado.	1359	26362	4.9	96%	80%
Dedos de parrilla desoldados	1018	27380	3.7	99%	80%
Dedos para ensamble de parrilla fuera de especificaciones	212	27592	0.8	100%	80%

Fuente 3: Elaboración propia

En base a los datos de la (Fig. 3 Datos de Pareto) se realiza el grafico de frecuencia con el porcentaje acumulado y el 80 - 20 para obtener el diagrama de Pareto de la parrilla solera.

Diagrama De Pareto Parrilla Solera

Fig. 4: Diagrama de Pareto



La utilización de esta herramienta permitió visualizar que el 80% de las fallas son ocasionadas principalmente por la causa Escantillón con holgura por arriba de las especificaciones afectando directamente la planicidad de la parrilla y generando el re trabajo en la celda uno de fabricación de parrilla solera y en menor medida por la causa Falta de mantenimiento a maquinaria.

Diagrama De Flujo De Proceso

Area / Sección: Area de alambre, Celda uno

Elaborado por: Sarahi Lechuga Marcial

Aprobado por: Hugo Montes de Oca Gonzalez

Fig. 5: Diagrama Flujo de proceso

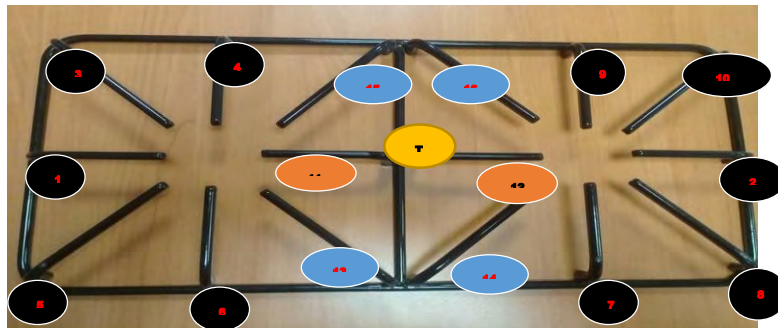
DESCRIPCIÓN DE OPERACIONES	●	→	D	■	▲	Tiempo/Min	Observaciones
FORMADO DE MARCO							
Colocar contenedor para marco en la salida de material de la máquina.	●	→		■	▲	00:05:19	Acomodar el contenedor en la cavidad para evitar
Tomar del contenedor con ambas manos alambre para marco y colocarlo en el cargador y alimentador de la máquina.	●	→		■	▲	02:05:02	
Encender maquina en función automático.	●	→		■	▲	00:05:09	Revisar que la maquina este en buenas condiciones para operación
Una vez lleno el carro de marco, trasportar marco a celda para ensamble de dedos.	●	→		■	▲	00:03:05	Se debe esperar hasta que se llene el contenedor de 220 pzs
ENSAMBLE DE DEDOS							
Operador 1: Insertar dedo 1 en escantillón.	●	→		■	▲	00:02:05	
Operador 2: Colocar dedos 5, 6, 7 y 8 en escantillón.	●	→		■	▲	00:01:12	
Operador 3: Colocar dedos 3, 4, 8, y 10 en escantillón.	●	→		■	▲	00:01:09	
Operador 4: Colocar dedo número 2 y marco en escantillón y tapar con ambas manos	●	→		■	▲	00:07:38	Ajustar perillas del escantillon
Operador 5: Colocar escantillón soportando el dedo 5 sobre el electrodo y accionar punteadora (Realizar la misma acción en los dedos 6, 7 y 8)	●	→		■	▲	00:07:03	Realizar el punteo para soldar a 90°
Operador 6: Colocar escantillón soportando el dedo 3 sobre el electrodo y accionar punteadora (Realizar la misma acción en los dedos 4, 8, y 10)	●	→		■	▲	00:07:05	Realizar el punteo para soldar a 90°
Operador 1: Retira parrilla de escantillón, colocarla en la mesa.	●	→		■	▲	00:05:04	
Transportar material a sueldado de Travesaño	●	→		■	▲	01:20:07	
SUELDADO DE TRAVESAÑO							
Tomar parrilla y colocarla en escantillón	●	→		■	▲	00:00:45	
Tomar dedo T y colocarlo en escantillón para travesaño	●	→		■	▲	00:02:34	
Introducir escantillón hasta el tope y accionar máquina para punteo de parrilla	●	→		■	▲	00:02:07	
Retirar parrilla de escantillón y colocar en contenedor para parrillas	●	→		■	▲	00:00:16	
Transportar a siguiente estación	●	→		■	▲	00:06:02	Se debe esperar hasta que se llene el contenedor de 220 pzs
COLOCACIÓN DE DEDOS CENTRALES							
Tomar parrilla y colocarla en escantillón	●	→		■	▲	00:02:07	
Tomar dedos 11 y 12 y colocarlos en escantillón para dedos centrales	●	→		■	▲	00:03:09	
Colocar tapa al escantillon y ajustar perillas	●	→		■	▲	00:02:07	
Colocar escantillón sobre el electrodo soportando el dedo 11 y 12 y accionar punteadora.	●	→		■	▲	00:03:05	
Retirar parrilla de escantillón.	●	→		■	▲	00:05:03	
Transportar parrilla a estacion de dedo estrella	●	→		■	▲	01:02:04	Se debe esperar hasta que se llene el contenedor de 220 pzs

COLOCACIÓN DE DEDO ESTRELLA							
Tomar parrilla y colocarla en escantillón	●	→	D	■	▲	00:04:01	
Tomar dedos largos 13, 14, 15, 16 y colocarlos en el escantillón estrella	●	→	D	■	▲	00:05:02	
Introducir escantillón hasta el tope y accionar máquina para punteo de parrilla	●	→	D	■	▲	00:04:07	Presionar boton con ambas manos para accionar máquina
Retirar parrilla de escantillón y colocarla en la mesa, para su posterior acomodo en el carrito.	●	→	D	■	▲	00:02:34	
Transportar material para área de Retrabajo	●	→	D	■	▲	01:08:01	Esperar a que se llene el carrito
ESMERILADO DE PARRILLA							
Tomar parrilla del carrito	●	→	D	■	▲	00:00:15	
Colocar parrilla en Gage para realizar trabajo de esmerilado	●	→	D	■	▲	00:02:06	
Desbastar con esmeril los dedos 1,3,4,5,6,11,15 y 13	●	→	D	■	▲	00:16:23	
Girar parrilla	●	→	D	■	▲	00:01:04	
Colocar en Gage para realizar esmerilado	●	→	D	■	▲	00:01:01	
Desbastar con esmeril los dedos 2,8,9,10,12,14 y 16	●	→	D	■	▲	00:15:10	
Retirar parrilla del Gage	●	→	D	■	▲	00:01:05	
Colocar parrilla en carrito	●	→	D	■	▲	00:01:03	
Transportar carrito de parrillas al área de enderezado	●	→	D	■	▲	01:03:06	
ENDEREZADO DE PARRILLA							
Tomar parrilla del carrito	●	→	D	■	▲	00:01:02	
Colocar parrilla en Gage para realizar el enderezado	●	→	D	■	▲	00:02:05	
Martillar los 10 primeros dedos de la parte superior de la parrilla	●	→	D	■	▲	00:04:08	
Girar parrilla horizontalmente	●	→	D	■	▲	00:01:00	
Martillar los dedos del 11 al 16	●	→	D	■	▲	00:04:03	
Girar Verticalmente	●	→	D	■	▲	00:00:12	
Inspeccionar que la parrilla tenga todos los dedos	●	→	D	■	▲	00:00:17	
Poner parrilla en la mesa	●	→	D	■	▲	00:00:09	
INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO							
Tomar parrilla de la mesa de enderezado	●	→	D	■	▲	00:00:21	
Inspeccionar marco de parrilla en dispositivo de Cuadratura	●	→	D	■	▲	00:08:08	La parrilla debe entrar al Gage sin ser forzada
Retirar parrilla y pasar por porteria (Gage de inspección de planicidad)	●	→	D	■	▲	00:09:04	Debe pasar libre, sin esfuerzo alguno.
Acomodar parrilla en el contenedor	●	→	D	■	▲	00:00:05	
Transportar producto terminado al almacen	●	→	D	■	▲	00:03:09	
						9:17:58	

Fuente 5: Para la realización del diagrama de flujo de proceso se tomaron 10 muestras y el dato proporcionado por el Ingeniero de manufactura.

A continuación, se muestra una imagen para identificar los números de los dedos para ensamble de parrilla (Ver Fig. 6), y para el seguimiento del diagrama de flujo de proceso (Ver Fig.5).

Fig. 6: Ayuda visual de ensamble de los dedos



Fuente 6: Elaboración propia para la identificación del diagrama de flujo de procesos

Para el ensamble de la parrilla solera se tiene dedos cortos y dedos largos (Ver Fig. 7)

Fig. 7: Dedos cortos y largos de parrilla



Fuente 7: Foto tomada con el celular en el área de alambre de la UDN troquelados

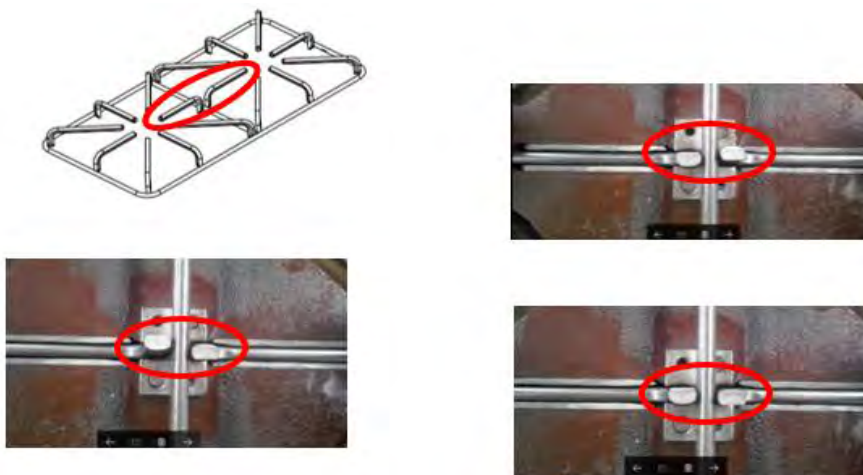
En el ensamble de la parrilla los dedos 1, 2, 4, 6, 9, 7, 11 y 12 son dedos cortos, el resto son dedos largos.

Selección Del Proceso Que Se Va A Mejorar

En base a los datos obtenidos de las herramientas para cusa raíz del problema (Ver Fig.8) se estudia el principal problema que se tiene con la elaboración de las parrillas que es el Escantillón con holgura por arriba de las especificaciones, afectando la planicidad de la parrilla solera, tal como se muestra en las siguientes imágenes marcando en rojo el problema que se genera con los escantillones actuales.

Los dedos centrales por arriba o abajo del marco, descentralizados, así como el resto de dedos con discrepancia.

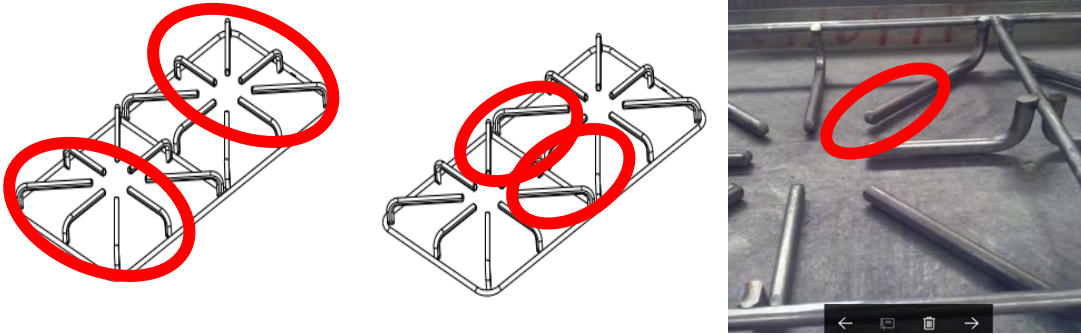
Fig.8: Situación actual de dedos centrales



Fuente 8: Figura obtenida con ayuda de los colaboradores de producción.

A continuación, se muestra la situación actual de los diez primeros dedos y los dedos estrella con problemas de planicidad debido a los sobrantes de puntas y rebaba

Fig. 9: Situación actual de los diez primeros dedos y dedos estrella

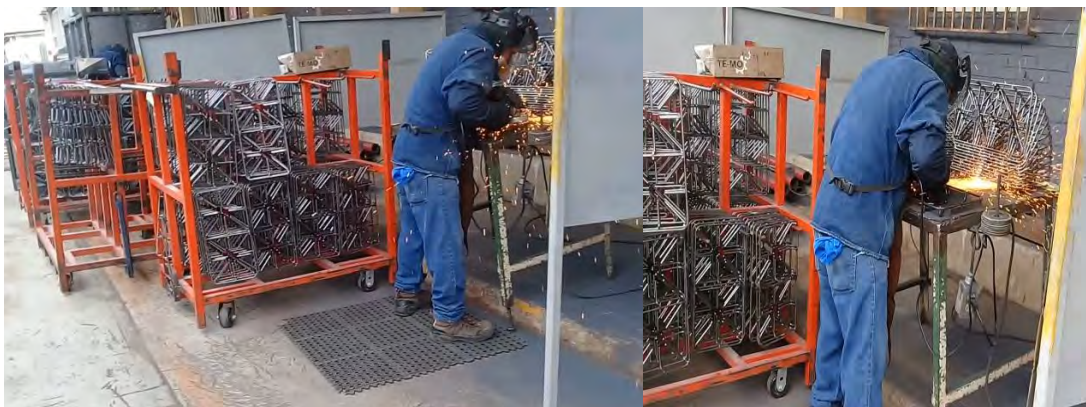


Fuente 9: Elaboración propia

La figura 9, muestra la situación de los primeros diez dedos de la parrilla y la del dedo estrella, con defecto dedos por arriba o abajo del marco, generando variabilidad en la planicidad de la parrilla (Ver Fig.9). Así como también se puede observar que los dedos no pegan en la superficie del Gage, por lo tanto, se debe amoldar en el área de enderezado.

Debido a la circunstancia todo el producto terminado se manda al área para reproceso (Fig.10), en donde el encargado de área de esmerilado transporta dicho producto terminado para que los colaboradores se encarguen de re trabajar las parillas.

Fig. 10: Área de esmerilado



Fuente 101: Imagen tomada con el celular

El área de esmerilado está conformada por cinco colaboradores que se encargan de realizar el re trabajo de las parrillas con una jornada laboral de 8 horas, con 1 hora de comida.

Se evalúan los resultados de las parrillas con el escantillón actual, tal como se muestra en la Fig.11 se encierra en un círculo rojo el ejemplo de cómo se encuentran los dedos de las parrillas, por arriba del marco provocando defectos de planicidad por las puntas sobrantes.

Fig. 11: Dedos por arriba del marco



Fuente 11: Obtenido con el proveedor

Con este rediseño no solo se daría solución a problemas de cuadratura y planicidad, sino que también se pretende eliminar el área de esmerilado.

Hacer O Desarrollo De Prototipo

Diseño Del Prototipo En Herramienta Solidworks

Se pone manos a la obra de acuerdo al plano de la Parrilla Solera para realizar los rediseños de escantillones en el programa Solid Works que son los siguientes: 6 escantillones para colocar los 10 primeros dedos de parrilla, un escantillón para el travesaño, un escantillón para los dedos centrales y un último para colocar los dedos estrella.

Se presenta la siguiente tabla de las dimensiones de plano de la parrilla solera con el cual se realizarán los diseños en el programa Solid Works.

Fig. 12: Especificaciones del plano

ESPECIFICACIONES DE PLANO DE LA PARRILLA SOLERA

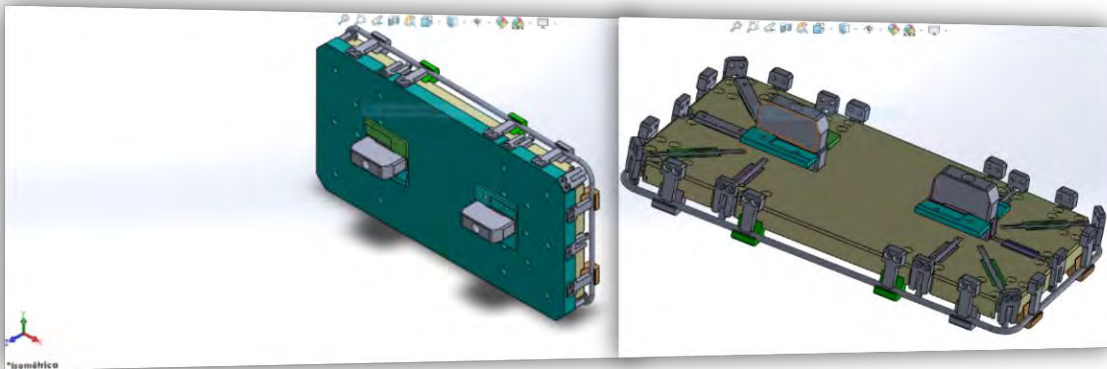
MATERIAL FABRICACIÓN	PARA	DIMENSIONES
Base Celeron		Largo: 461.5 +/- 0.4 mm
		Ancho: 231.6 +/- 0.4 mm
Insertos de Metal H13		Ancho de cavidades para los dedos: 0.262 +0.003 -0.002/Diámetro
		Planicidad: 0.040 mm

Fuente 2: Datos obtenidos del plano de la parrilla solera

Diseño De Escantillones De Punteo Para Los Diez Primeros Dedos

La siguiente imagen muestra el rediseño del escantillón para el punteo y soldadura de los primeros dedos, tomando en cuenta la tabla de dimensiones del plano (Ver Fig. 12)

Fig. 13: Diseño Solid Works Parrilla



Fuente 13: Proporcionado por el proveedor Armando González

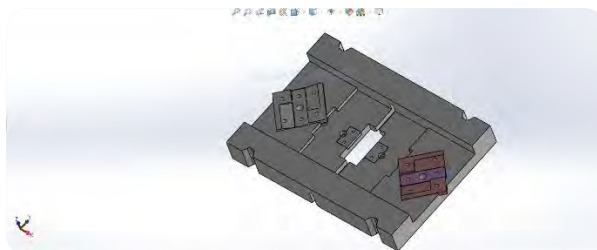
El escantillón para punteo de los diez primeros dedos es el primer escantillón que se ocupa para el ensamble de parrillas, en este escantillón se colocan los cinco dedos del lado izquierdo y 5 del lado derecho de la parrilla, este escantillón requiere de cuidado al momento de desplazarse en la banda (Ver imagen 13)

Se fabrica con Celeron y metal H13 para la resistencia al momento de aplicar la soldadura en los dedos.

Diseño De Escantillón Para Travesaño

Diseño en el programa Solid Works del escantillón para travesaño con medidas establecidas en el plano de la Parrilla Solera.

Fig.14: Escantillón para travesaño



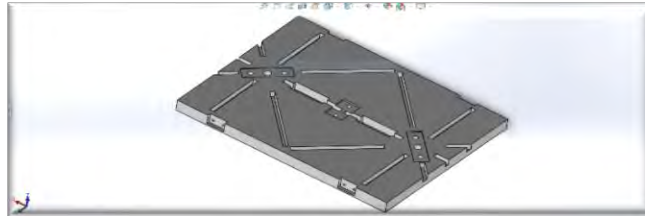
Fuente 14: Proporcionado por el proveedor

El escantillón para travesaño se ocupa para soldar el alambre que va de soporte central para la parrilla, es el segundo proceso de producción. El escantillón se maquina en Celoron con metal H13.

Diseño De Escantillón Para Dedo Central

Diseño en el programa Solid Works del escantillón para soldado de dedos centrales de la Parrilla Solera.

Fig. 152: Escantillón para dedo central



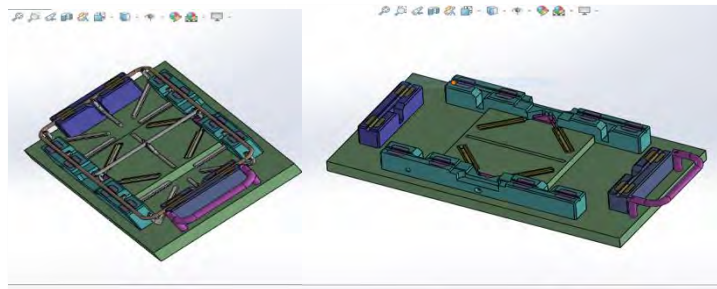
Fuente 154: Proporcionado por el proveedor

En el escantillón para dedo central se ensamblan los dos dedos centrales 11 y 12, este escantillón se fabricará con Celoron y complementos de metal H13.

Diseño De Escantillón Para Dedo Estrella

Diseño programa del escantillón para dedo estrella en el programa Solid Works, en dicho escantillón se ensamblan los dedos 13, 14, 15 y 16.

Fig. 16: Escantillón estrella



Fuente 16: Proporcionado por el proveedor

El escantillón será fabricado con material Celoron y Metal H13 para su mayor resistencia y durabilidad.

Fase De Desarrollo Y Pruebas

Tras la aprobación del Gerente de Planta del presupuesto que se va a invertir en el proyecto para maquina los prototipos y una vez que se tienen los planos de los escantillones en el programa Solid Works se maquina un primer escantillón para

realizar pruebas y comprobar si es funcional en la celda de producción con las medidas establecidas por el plano de la parrilla.

El primer escantillón para prueba piloto que fabrico el proveedor fue muy provisional de material de Celoron con una tapa sujeta a cuatro tornillos para detención de la parrilla al momento de realizar el trabajo de soldadura.

Fig. 37: 1er Prototipo para ensamble de parrilla solera



Fuente 17: Fotografía tomada en la primer prueba del rediseño de escantillones

La prueba piloto se realizó el día 27 de septiembre 2017 en celda de producción, Obteniendo una corrida de 10 parrillas para el monitoreo y viabilidad del proyecto.

Los resultados son los siguientes:

El escantillón era muy pesado y no se podía manejar fácilmente por el operador.

En cuanto a planicidad las parrillas, salieron dentro de las especificaciones.

En cuanto a medidas de las cavidades todo marchaba bien.

El enderezado de la parrilla se tornó más fácil debido a que los dedos estaban ligeramente uniformes a la superficie del Gage.

En base a los resultados se tomaron algunas áreas de mejora y se decide realizar una segunda prueba con un escantillón como el que se usa en la celda de producción, las parrillas se mandarían al cliente para evaluar la situación de parrillas con el nuevo escantillón en el ensamble de la estufa.

El proveedor fabrico un segundo escantillón y se entregó el 5 de octubre, éste otro escantillón muy parecido a los que se usan en celda uno de parrilla solera.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del proyecto rediseño de escantillones en la siguiente tabla, realizando una comparativa del antes y después de la mejora:

Fig. 4: Parrilla esmaltada para proceso de planicidad



Fuente 18: Imagen enviada por el cliente

Una vez que se tienen las parrillas esmaltadas se introducen a proceso de cuadratura y planicidad obteniendo como producto OK todas las parrillas a prueba revisadas al 100%, posteriormente se pasan al siguiente proceso que es el ensamble en las estufas correspondientes y con éxito el cliente informa a Mabe Componentes que las parrillas pasan la prueba exitosamente.

Fig. 5: Parrillas OK ensambladas en la estufa



Fuente 19: Enviado por el cliente

La siguiente imagen muestra el diagrama de flujo actual de la producción de parrilla solera

El tiempo total con la eliminación del área de esmerilado es de 7 minutos, 35 segundos, tomando en cuenta los transportes realizados y el encendido de máquinas que cabe mencionar que para el transporte del producto a la siguiente área se debe esperar cada vez que se encuentre lleno el carrito 220 parrillas.

Inversión De Rediseño De Escantillones

A continuación, se presenta la inversión que se tuvo para el rediseño de escantillones con un total de \$457,040.00, realizando un total de 11 escantillones.

Fig.21: Inversión de los escantillones

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Escantillon para celda diez primeros dedos	8	\$ 37,000.00	\$ 296,000.00
Escantillon para travesaño	1	\$ 29,000.00	\$ 29,000.00
Escantillon para dedos centrales	1	\$ 30,000.00	\$ 29,000.00
Escantillon dedo estrella	1	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00
			\$ 394,000.00
		Más IVA	\$ 457,040.00

Fuente 21: Elaborado con datos del proveedor de escantillones

Tomando en cuenta la siguiente proyección la inversión se recupera en la semana 4 de la semana fiscal 47, cabe mencionar que la demanda es variable y se tomó la demanda alta del año.

CONCLUSIONES

En el objetivo se planteó el Rediseño y fabricación escantillones de la parrilla solera en el programa Solid Woks, para eliminar los defectos de cuadratura y planicidad, en el área de alambre de la Unidad de Negocio troquelados, para responder a este objetivo se concretaron cuatro objetivos específicos:

Rediseñar escantillones de la parrilla solera en el programa Solid Works.

Maquinar el prototipo con ayuda de un proveedor de GAGES.

Eliminar el área de esmerilado con ayuda del nuevo prototipo.

Determinar el costo beneficio del proyecto.

Para cumplir el objetivo general lo primero que se realizo fue el rediseño de escantillones para diez primeros dedos, travesaño, dedos centrales y dedo estrella con ayuda del programa Solid Works y las medidas del plano que es establecido por el cliente, cumpliendo así el primer objetivo específico; el segundo objetivo específico se cumplió al momento de buscar un proveedor para maquinar los escantillones, efectuando las medidas establecidas, el proveedor que maquinó los

diseños fue el de Maquinados Guzmán, se elige él debido a los costos de cotización proporcionados y porque es un proveedor que se maneja desde años atrás. Una vez que se cumplieron los dos primeros objetivos se realizó la fase de desarrollo y pruebas en donde se realizaron diversas pruebas en el área de producción de parrilla solera con los escantillones nuevos, primeramente con el escantillón para ensamble de diez primeros dedos que fue el que se entregó de manera inicial por el proveedor, se enviaron pruebas a la planta ensambladora ubicada en San Luis Potosí obteniendo la retroalimentación del cliente con algunas recomendaciones y una tabla de resultados, posteriormente se recibieron los escantillones para travesaño, dedos centrales y dedo estrella, de igual forma se enviaron carritos de prueba a la planta ensambladora obteniendo una retroalimentación favorable por parte del cliente y para tomar la decisión definitiva de la eliminación del área de esmerilado se someten a medición 30 parrillas de prueba el laboratorio de metrología para determinar la situación del producto terminado con respecto a cuadratura y planicidad en una máquina de medición por coordenadas obteniendo resultados de parrillas con problemas de planicidad en los dedos centrales y estrella, por lo tanto se realiza un desbaste a los dos escantillones de 0.02 mm marcado en los resultados arrojados por el metrólogo, una vez que se tiene las modificaciones se realiza una última prueba y se envían las parrillas a la planta ensambladora para obtener la retroalimentación con las con las modificaciones establecidas, el cliente aprueba la producción al 100%, en base a los resultados la decisión final es la eliminación del área de esmerilado, estando de acuerdo calidad interna como externa, cumpliendo con el objetivo establecido, el proyecto se lleva a cabo con éxito, obteniendo también una reducción del tiempo total de entrega de producto terminado quedando con 7 minutos, 35 segundos y como último punto un costo beneficio mensual de \$268,650.00, y anual de \$3,223,800.00.

La Mejora continua es un principio o filosofía que tiene como objetivo buscar formas de mejorar cualquier campo de la vida profesional, familiar o de la empresa que prefiera utilizarlo como un hábito, una mejores experiencias que he podido obtener a lo largo de toda mi carrera, sin duda fue en mi realización de Prácticas Profesionales, el aprendizaje y experiencia adquirida fue mucho mayor de lo que

quizás me esperaba; y es que las palabras se quedan cortas para describir tanto aprendizaje, experiencia, satisfacción y éxitos obtenidos de un arduo trabajo realizado con dedicación y empeño. Asumiendo un compromiso personal de lograr desarrollar los distintos roles de manera original, correcta, espontanea, ejecutando actividades innovadoras y hoy puedo decir que si logre plantar ese cambio que hoy por hoy se necesita para lograr un mejor aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrasco, J. B. (2011). Gestión de procesos (4ta Edición ed.). Santiago de Chile: Evolución S.A. Recuperado el 20 de Agosto de 2017
- FERNÁNDEZ, N. B. (2017). Innovacion y Cambio en las Organizaciones. Recuperado el 17 de Agosto de 2017, de <https://psicorg2011.files.wordpress.com/2011/04/innovacion-y-cambio-en-las-organizaciones.pdf>
- gestión, M. d. (2012). Guía para la evaluación y mejora de procesos de gestión. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de http://www.fundacionede.org/gestioninfo/docs/contenidos/_Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20y%20mejora%20de%20procesos%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20informaci%C3%B3n_.pdf
- INDUSTRIAL, I. I. (2017). CELORON, Mexico Web. Recuperado el 26 de Septiembre de 2017, de http://celoronybaquelita.mex.tl/1277879_Productos.html

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA PARA EL ALMACÉN DE HILO DE UNA EMPRESA TEXTIL

ARACELI MORENO GONZÁLEZ¹, JESÚS AMPARO MORALES GUZMÁN², JUAN HERNÁNDEZ PAREDES³

RESUMEN

El rol que juegan los inventarios en una compañía manufacturera y comercializadora es de vital importancia para la misma, dado que representan una proporción significativa de sus activos y por ende de sus procesos productivos (Pinzón Guevara, Pérez Ortega , & Arango Serna, 2010). Una empresa textil dedicada a la producción de prendas de vestir de tejido de punto ha tenido grandes pérdidas debido al mal manejo del inventario de hilo. Es por esto que el presente proyecto muestra el desarrollo de una propuesta de mejora para dicho almacén que permita tener un mayor control de los inventarios y un mejor acomodo. El proyecto se desarrollan cuatro etapas, la primera es la recopilación de la información, en donde se cuantifica el material vigente y obsoleto con el que se cuenta, la segunda es la determinación y medición de indicadores que permitan la medición de la productividad del área y ofrezcan un panorama de funcionamiento del área y permitan realizar el monitoreo para controlar el avance, la tercera el desarrollo de la propuesta de mejora para el control y acomodo del hilo y por último la cuarta consta de parte de la implementación de la propuesta diseñada.

Palabras clave: textil, control de inventario, productividad, Propuesta de mejora

INTRODUCCIÓN

La administración de inventarios es una de las actividades logísticas en donde se encuentran más posibilidades de reducir costos para las empresas, mediante una mejor gestión de los materiales almacenados y su transporte. Una buena

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato.
a.moreno@itsur.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
ja.morales@itsur.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
j.hernandez@itsur.edu.mx

administración en este campo permite reducir la cantidad de elementos requeridos en los almacenes, así como aumentar los niveles de cumplimiento de los pedidos de clientes internos y externos (Zapata Cortés, 2014).

Hoy, como nunca, los almacenes tienen una gran importancia, dado que, representa su importe dentro de los estados financieros. En este aspecto, puede decirse que en una empresa industrial entre 25% y el 30% del total de sus activos está representado por el renglón de los inventarios, en tanto que en las comerciales puede llegar al 80%, e incluso un porcentaje más elevado (Moliona Aznar, 2007).

El almacén se puede definir como el espacio físico de una empresa en el que se almacenan productos terminados, materias primas o productos en proceso. Para que un almacén adquiera un nivel competitivo debe ser visto no como el lugar donde permanecen las mercancías, sino como un centro de distribución y consolidación de productos en donde se realizan labores mucho más complejas y de mayor responsabilidad sobre el producto final (Arrieta Posada, 2011).

El mantener estos inventarios con un volumen alto, puede resultar paradójico debido a que los artículos que se mantienen en el inventario representan un costo que puede significar capital ocioso y este dinero a su vez, tiene un costo de oportunidad (Jara-Cordero , Sánchez-Partida, & Martínez-Flores, 2017).

El proceso de ubicación y dimensionamiento de almacenes es un factor estratégico al momento de diseñar sistemas logísticos, debido a que se convierte en un componente físico que genera ventajas competitivas de reducción de costos, tiempos de respuesta y servicio al cliente (Hualpa Zuñiga & Suarez Roldan, 2014).

El procedimiento de recibo de material es esencial para mantener un buen orden. Cuando la mercancía llega al almacén, la primera tarea que se realiza es la recepción de la misma, inspección y codificación. No debemos olvidar que el almacén alberga gran variedad de mercancías, por ese motivo debemos conocer en todo momento qué, cuánta y dónde está la mercancía. La codificación nos ayudará a identificar la mercancía, que consistirá en otorgarles unos símbolos, generalmente números y letras. La codificación debe ser significativa, es decir, cada componente del código nos puede estar dando información sobre la mercancía almacenada, procedencia, lugar de ubicación, etcétera (Escudero Serrano, 1999).

Dentro del comercio y de los procesos de fabricación, el almacenaje tiene la función fundamental de evitar que las mercancías pierdan valor por el desgaste, antes de que sean utilizadas o vendidas. Este resguardo también sirve para controlar las existencias de las mercancías y evitar su pérdida o robo (Clemente Blanco & Medina Ramírez, 2009).

Problemática identificada.

La empresa donde se desarrolla la investigación produce prendas de muy alta calidad, prueba de ello es que tiene como clientes a tiendas departamentales de renombre, venta por catálogo y boutiques. Dado que produce prendas para este tipo de clientes, la materia prima que utiliza también debe ser de muy buena calidad.

Por tanto, la empresa exige ciertas características de calidad a sus proveedores. Los proveedores producen los pedidos por baños, los cuales buscan se asemeje lo más posible al color y tono de la muestra autorizada por los clientes, sin embargo, siempre hay variación dado que son muchos las factoras que influyen en la igualación del color. Por tanto, cada cono que entrega a la empresa está identificado con el tipo de hilo, color y teñida de la que proviene.

La empresa actualmente está teniendo problemas y grandes pérdidas, dado que al momento que se debe separar para producción un cono de hilo se pierde la identificación de la teñida, por lo cual, al momento de regresar al almacén es casi imposible clasificarlos y almacenarlos con el material al que pertenece. Esto, provoca que estos hilos se consideren desperdicio.

Además, hay una gran existencia de material que no ha tenido movimiento durante mucho tiempo: semanas, días o años. Lo cual solamente está generando un costo de almacenamiento, además de que está perdiendo las propiedades de calidad. Esto conlleva a que se generen pérdidas monetarias a la empresa. Es por esto, que la gerencia de la empresa ha decidido hacer cambios en dicha área, para disminuir los defectos y desperdicios generados por la problemática expuesta anteriormente.

METODOLOGÍA

Para generar una propuesta de mejora se han seguido 4 etapas. Dichas etapas se resumen a continuación:

Etapas I. Recopilación de la información

Determinar las dimensiones del almacén.

Para este paso, se procedió a medir el área del almacén, tanto el espacio de almacenaje como los pasillos. Se determinaron las áreas existentes en dicho espacio y su funcionalidad.

Conocimiento de la identificación de los materiales.

Se conoció la forma en la que se etiquetan y se identifican los materiales para mantener controlado el color y el tono con el que se fabrican las prendas de vestir.

Identificación de escenarios problemáticos dentro del almacén.

Mediante observación y entrevistas a los empleados y gerente de la empresa, se determinan varias de las problemáticas recurrentes dentro del almacén de la empresa

Implementación de la propuesta de mejora

Por restricciones de tiempo, solo se llegó a implementar una de las propuestas de mejora. Esta consiste en la clasificación y orden de los materiales.

Etapas II. Medición de los indicadores

Los movimientos de materias primas a través de la cadena de suministro es una parte esencial en gestión logística de una empresa. Es por esto que la gestión logística en los almacenes debe de contar con algún tipo de medición que ayude a identificar de qué manera se están moviendo los materiales, la frecuencia y los costos de moverlos y no moverlos.

Dado que la empresa no cuenta con algún parámetro de medición para evaluar el funcionamiento del almacén, se determinaron algunos indicadores que ofrecen un panorama del funcionamiento de dicho almacén. Los indicadores que se tomaron como referencia fueron obtenidos del libro titulado INDICADORES DE GESTIÓN LOGÍSTICA del Ing. Luis Anibal Mora García. Los indicadores de referencia son:

Para medir la rotación de mercancía

Formula: $Valor = \frac{Ventas\ acumuladas}{inventario\ promedio}$ (Ecuación 1)

Para medir la duración del inventario

Formula: $Valor = \frac{inventario\ final}{ventas\ promedio} * 30\ dias$ (Ecuación 2)

Vejez del inventario

Formula: $Valor = \frac{unidades\ dañadas+obsoletas+vencidas}{unidades\ disponibles\ en\ el\ inventario}$ (Ecuación 3)

Para medir el valor económico del inventario

Formula: $Valor = \frac{costo\ venta\ al\ mes}{valor\ inventario\ fisico}$ (Ecuación 4)

Para medir la exactitud de los inventarios

Formula: $Valor = \frac{valor\ diferencia\ \$}{valor\ total\ inventario}$ (Ecuación 5)

Para medir el costo de unidad almacenada

Formula: $Valor = \frac{costo\ de\ almacenamiento}{numero\ de\ unidades\ almacenadas}$ (Ecuación 6)

(García, 2011)

Etapla III. Desarrollo de una propuesta de mejora

Las propuestas se diseñaron para la resolución de problemas que se presentan dentro del área del almacén de materias primas con el fin de establecer estrategias de solución y mejoramiento del control del inventario y del almacén.

En resumen, se elaboraron 6 propuestas de mejora para resolver los siguientes problemas:

Identificación de los materiales.

Espacios del almacén no establecidos.

Desperdicios de material en almacén.

Mala clasificación de ciertas áreas del almacén.

Producir prendas con materiales incorrectos.

Baja circulación del capital dentro del almacén.

RESULTADOS

Etapla 1. Recopilación de información

Dimensiones y áreas del almacén

El inmueble el almacén es de dos plantas. La planta baja está designada para el almacén de hilo (área a la que está enfocada la investigación) y la planta alta al almacenamiento de tela plana.

Las zonas importantes del almacén son:

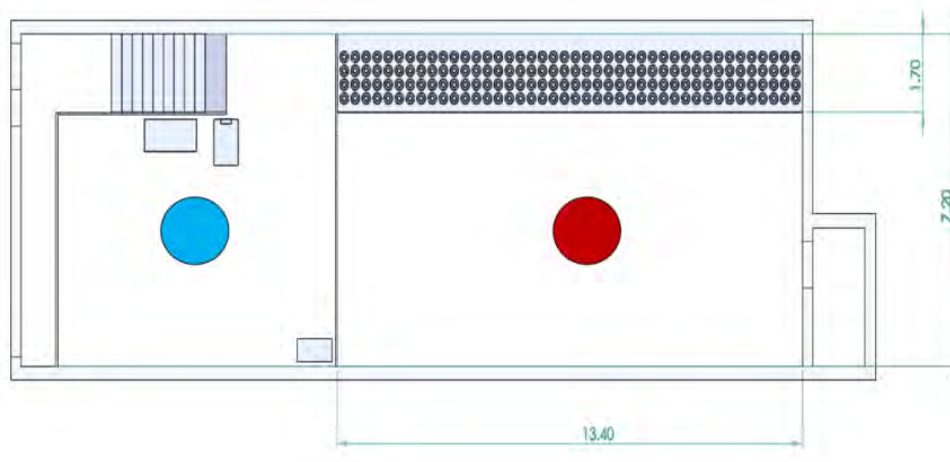
La zona de descarga; donde los proveedores descargan las materias primas para después ser registradas al sistema por el encargado del almacén e introducirlas a la zona de resguardo (En la figura 1 está marcada con azul).

La zona del almacén (resguardo); es el lugar asignado para que los materiales tengan su estancia (En la figura 1 está marcada con rojo).

El tamaño de la zona del almacén es de 96.48 metros cuadrados (13.4 metros x 7.2 metros). La cuarta parte está ocupada por un estante de 3 niveles, con dimensiones de 1.7 metros de ancho y de largo igual al tamaño del almacén, donde se resguarda los materiales que tienen una rotación muy pequeña y se tiene una ocupación casi del total de espacio del mueble.

El área restante está destinada para el almacenamiento de los materiales con una rotación mayor y para el espacio de los pasillos.

Figura 1. Dimensiones y zonas de almacén



Se cuenta con dos tipos de pasillos en el almacén: pasillo principal y pasillos secundarios. El pasillo principal es el más largo y amplio de todos, éste llega de la entrada hasta el fondo del almacén. Los pasillos secundarios son los espacios entre las columnas de materiales necesarios para que el operador entre y maniobre con los materiales.

Conocimiento de la identificación del material

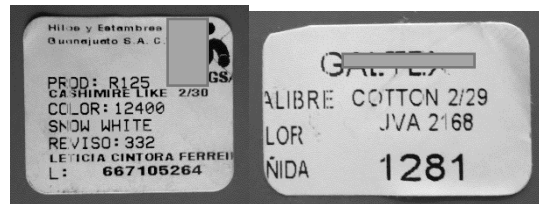
Etiquetas de identificación

La materia prima (hilo) se adquiere por baños, es decir, por determinada cantidad de material que fue teñido en un solo proceso, con lo que se asegura el color y tono igual en el material sometido al proceso de teñido.

Es por esto, que cada cono de hilo que se compra a los proveedores cuentan con una etiqueta con la descripción de las características del hilo (figura 2) con las cuales el encargado de almacén se basa para hacer su control, algunas de estas características son: tipo de fibra, color y teñida. Cuando llega un pedido del cliente, el área de compras decide la cantidad de hilo que va destinado tanto a las prendas de muestra y la que es para la producción del pedido.

Figura 2 Etiquetas de información de las características de hilo del proveedor 1 y

2



En el almacén se debe llevar también un control y establecer cuáles hilos son para muestras y cuales para producción.

Identificación de escenarios problemáticos dentro del almacén

Espacios de almacén no delimitados

Los espacios de estos pasillos no tienen establecido estrictamente sus dimensiones y, muchas veces, los bloquean con excedente de material u otros objetos. La mayor parte del tiempo las áreas destinadas para los materiales se saturan y ocasiona que reduzca el espacio de los pasillos.

Falta de clasificación de los materiales

El sistema de inventario en el almacén de la empresa cuenta con una clasificación de la mayor parte del hilo por: tipo, colores y teñidas. Sin embargo, existen algunos hilos sin clasificación, ni identificación que se han acumulado en bolsas con el paso del tiempo (Figura 3).

Figura 3. Bolsas acumuladas en el almacén.



Motivos identificados para la falta de clasificación:

Etiqueta de color y teñida inexistente.

Solo hay en existencia pocos conos del color y la teñida.

En existencia hay una cantidad mínima de ese material y además está descontinuado por el proveedor.

De todos los hilos que no se encuentran clasificados dentro de su correcta categoría, se estima un total de un poco más de 500 kilogramos.

Largo tiempo de almacenamiento

El hilo a través del tiempo pierde sus cualidades, dado que: el color se daña y la resistencia del hilo disminuye causa del largo tiempo de almacenaje y el polvo que se acumula en ello. Lo que ocasiona en producción una prenda con color no uniforme y baja productividad en la maquinaria.

Etapa 2. Medición de indicadores

Los indicadores de almacén deben realizarlos los que laboran en almacén tanto encargado como subordinado/s. Estos se realizan cada mes, la información que no se pueda obtener directamente del almacén debe ser pedida al departamento correspondiente, para así llevar a cabo de manera correcta y acertada la medición de los indicadores

Los indicadores de almacén son los que le darán seguimiento al control del almacén, en una matriz OMAX de objetivos se colocarán estos indicadores para ver el resultado en la productividad.

Se generó una matriz OMAX para el mes de marzo y para el mes de abril. Haciendo la comparación de las matrices de los dos meses el índice de productividad subió un 16% al mes anterior de esta manera es como se debe de llevar a cabo mes con mes para medir como está funcionando el almacén. Obtener los resultados e

implementar mejoras que ayuden a aumentar el desempeño del almacén. La Figura 4 presenta la matriz OMAX de abril.

Figura 4. Matriz OMAX de abril.

Rotación de mercancía (ventas acumuladas / inventario promedio)	Duración del inventario (inventario final / ventas promedio * 30 días)	Vejez del inventario (unidades dañadas + obsoletas + vencidas / unidades disponibles)	Valor económico del inventario (costo de venta al mes / valor inventario físico)	Exactitud de los inventarios (inventario físico - teórico / valor total del inventario *)	Costo de unidad almacenada (costo del almacenamiento / número de unidades almacenadas)	
Número de rotaciones al mes	Número de Días	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje	Moneda (pesos MXN)	Unidad de medida
3	26	0.02	0.23	0.04	2.80	Desempeño
10	1	0.00	0.10	0.00	0.50	10
9	3	0.01	0.20	0.01	1.00	9
8	6	0.02	0.30	0.02	1.50	8
7	9	0.03	0.40	0.03	2.50	7
6	12	0.04	0.50	0.04	3.00	6
5	15	0.05	0.60	0.05	3.50	5
4	18	0.06	0.70	0.06	4.00	4
3	21	0.07	0.80	0.07	4.50	3
2	24	0.08	0.90	0.08	5.00	2
1	27	0.09	1.00	0.09	5.50	1
0	30	0.10	1.10	0.10	6.00	0

3	2	8	9	6	7	Puntuación Actual
22	12	29	10	17	10	Peso %
66	24	232	90	102	70	Valor Actual

Indicador de desempeño	Actual 584	Anterior 503	Índice de productividad % 116.10

Etapas III. Desarrollo de propuesta de mejora

Propuesta para la eliminación de materiales innecesarios en el almacén

La reducción consiste en aprovechar de alguna manera los materiales que se consideran estancados, es decir, hacer fluir el inventario y, en resumen, obtener los siguientes beneficios: Reducir los materiales estancados dentro del almacén, hacer fluir el capital, evitar que los materiales pierdan calidad.

La empresa cuenta con alrededor de 22 tipos de fibras en su almacén. La Tabla 1. muestra algunos de los tipos de fibra y precios hipotéticos para respetar la confidencialidad de la empresa. Además los proveedores fueron codificados por la misma razón.

Tabla 1. Tabla de precios de algunos hilos para tejido.

Material	Precio por Kg	Proveedor
Acrílico HB	\$ 153.00	Proveedor 1
Alaska	\$ 245.00	Proveedor 2
Apolo	\$ 228.00	Proveedor 2
Burdeus	\$ 245.00	Proveedor 2
Cima	\$ 198.57	Proveedor 1
Cotton	\$ 162.00	Proveedor 2
Dakar	\$ 168.00	Proveedor 3
Escoses	\$ 181.76	Proveedor 1
Londres	\$ 116.00	Proveedor 1
Lurex	\$ 261.61	Proveedor 1
Marruecos	\$ 183.00	Proveedor 3
Mini Pop	\$ 215.00	Proveedor 2
PROMEDIO	\$ 196.41	

Propuestas para reducir los materiales estancados en el almacén

Vender materias primas

Dado que la cantidad de material con un nivel bajo de rotación es de 3 toneladas, lo que representa un 60% de lo almacenado. Sería posible vender a empresarios a un precio más bajo. Tomando en cuenta que el material no es nuevo, se debe aplicar un descuento al comprador, suponiendo que se le cobre el 75% del precio original, se lograría recuperar \$412,461.00 de la inversión inicial.

Usar los materiales

Se propone desarrollar una estrategia de venta que consista en hacer promociones, rebajas y descuentos una vez al año donde la empresa produzca prendas con los materiales con rotación baja.

Desechar los desperdicios

Cuando un hilo pierde su calidad se debe considerar como inservible y desecharlo es la mejor opción. El desperdicio se puede medir con un indicador de vejez del inventario (ecuación 3) que compara el nivel de desperdicio con la materia prima en buenas condiciones.

Propuesta para implementar el uso de etiquetas de información para los conos de hilo

Para solucionar el problema de que la información que posee el cono de hilo se pierda en el proceso de división de hilo se propone implementar etiquetas internas

similares a las que los proveedores ponen en sus conos y que contengan la información específica del hilo. Para desarrollar esta operación es necesaria la capacitación del personal para que los conos se identifiquen de forma correcta.

Las etiquetas deben contener la información básica para poder identificar las características del hilo tanto en el área de producción como en almacén. Los apartados que debe contener dicha etiqueta es la siguiente: Tipo de hilo (fibra), color, teñida y proveedor. En la figura 5 se muestra un ejemplo de la etiqueta que se debe implementar:

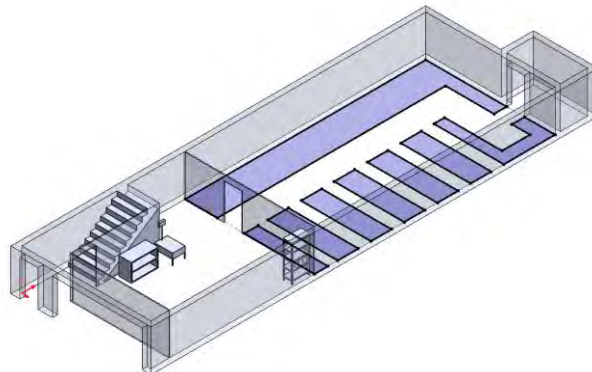
Figura 5. Propuesta de etiquetas con las características del hilo.

INFORMACION DEL HILO	
Tipo de hilo:	Acrílico 2/30
Color:	Blanco 1200
Teñida:	5264
Proveedor:	Proveedor 1

Propuesta para determinar los espacios de las áreas en el almacén

Se propone establecer las dimensiones adecuadas para las áreas donde se almacenan los materiales con el fin de aumentar el espacio de las áreas destinadas para cada tipo de material en el almacén. En la figura 6 se muestran las áreas asignadas para los materiales en el almacén.

Figura 6. Dibujo de las dimensiones propuestas en almacén.



La Figura 6 muestra los posibles tamaños de las áreas efectivas utilizables del almacén destinadas a los materiales suman un total de 49.83 metros cuadrados y el área destinada a los pasillos de 46.65 metros cuadrados, aprovechando de esta

forma el mayor espacio posible. Con áreas para almacenar el material de forma apilada (áreas oscuras) y pasillos que permitan maniobrar el material (áreas claras). El ancho del pasillo principal es de 1.5 m y de los secundarios de 0.8m.

Propuesta para ordenar por familias los materiales en el almacén

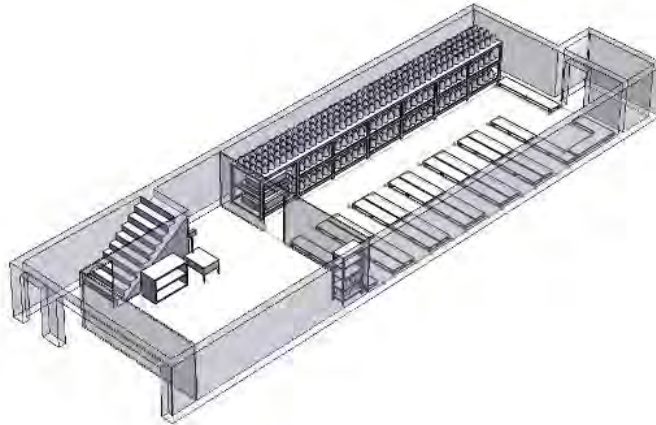
En cuanto al orden de los materiales almacén debe contar con 7 columnas de materiales apilados para las familias de materiales (sin contar mueble de tres niveles), estas familias se determinan por tipo de hilo, cantidad de hilo por familia y el orden de las columnas debe asignarse por el nivel de rotación. Existen muchas familias de hilos, pero solo 6 de las mismas abarcan la mayor parte del espacio. Estos tipos de hilo (fibras) o familias son: Acrílico, Cashmire, Cotton, Alaska, Burdeus e hilos para muestras. La familia de hilo que más rotación tiene es el Acrílico seguido por el Cashmire, en estas dos familias de hilos la rotación es constante, en las demás la rotación casi a llega a ser nula. Ya que en su mayoría son materiales que tienen mucho tiempo en almacén hasta 2 años. Esto hace que el indicador de rotación de materiales sea más bajo de lo que debería, así que una de las propuestas para la empresa es que se retire de esos materiales lo más pronto posible, ya sea mediante la venta o la producción de prendas para su marca.

Propuesta de la utilización de pallets dentro del almacén

De la misma manera, se propone que cada una de las columnas de materiales cuente con un pallet como base. Las dimensiones de los pallets deben cubrir el área de 0.5 metro de ancho por 2 metros de largo. En las columnas que no están en las esquinas se deben colocar dos filas de dos pallets y en las filas de las esquinas solo una fila de dos pallets. Una visualización del almacén con las medidas propuestas y los pallets se muestran en la Figura 7.

Los beneficios que se esperan del uso de pallets es evitar que los materiales tengan contacto con el piso de cemento y que se distinga claramente las áreas donde se deben colocar los materiales.

Figura 7. Visualización del almacén con pallets.



Plan de seguimiento y control

Para asegurar el seguimiento y control de las mejoras propuestas se diseñó un plan de seguimiento el cual consiste en la evaluación constante de las funciones necesarias para el control del inventario y del almacén mediante la ayuda de una hoja de verificación.

La hoja de verificación está clasificada en cuatro categorías (materiales, entradas y salidas, áreas del almacén y el sistema de medición o indicadores) para identificar de mejor manera las funciones del control en el inventario y del almacén (tabla 2).

La persona más indicada para hacer estas revisiones es alguien del área administrativa con ayuda del encargado del almacén. Las instrucciones del uso de la hoja de verificación son simples, se debe evaluar si el aspecto indicado tiene una respuesta afirmativa o negativa en el control actual y marcar la casilla correspondiente. Al final de la evaluación se muestran las funciones que se están llevando a cabo y las que no. Para darle un correcto y eficiente uso se propone hacer las verificaciones de forma bimestral.

Los aspectos que tengan una respuesta negativa, es decir, que no se están realizando total o parcialmente deben tomar acciones correctivas para que se sigan llevando a cabo de manera adecuada y se aconseja darle solución antes de la verificación del siguiente bimestre. Mientras que los aspectos positivos también es necesario seguirlos haciendo y verificarlos en las próximas revisiones.

Tabla 4. Hoja de verificación para la evaluación de las funciones para el control de inventario y del almacén

HOJA DE VERIFICACION

FUNCIONES EN EL AREA DEL ALMACEN DE MATERIAS PRIMAS

Materiales

Aspecto	Si	No
Se tienen identificados los conos de hilo dentro del almacén		
Se tienen identificados los conos de hilo fuera del almacén		
Los materiales están clasificados por familias		
Las etiquetas de los conos de hilo son legibles		
Las etiquetas de las bolsas de los conos de hilo son legibles		
Los hilos que salen del proceso de división de hilo se les coloca la etiqueta de características correspondientes en el cono		
Se utiliza la escalera como herramienta de apoyo		
Hay materiales que no deben estar en el almacén		
Se cuenta con herramientas para “embolsar” las materias primas (bolsas de plástico, cinta adhesiva, cúter) dentro del almacén		

Entradas y salidas

Aspecto	Si	No
Se registran todas las entradas de materias primas		
Se registran todas las salidas de materias primas		
Cuando se busca un material, alguna vez no se ha encontrado aunque si haya en existencia dentro del almacén		
Existe una persona encargada del almacén		
Siempre se pone seguridad a la puerta principal del almacén cuando sale el encargado		
Los empleados que necesitan materias primas siempre se las piden a la persona encargada del almacén		
Se utiliza la báscula como herramienta de apoyo		
Se utiliza el software (AdminPaq) para el registro de entradas y salidas		
Se hace inventario físico en el tiempo correspondiente		
El inventario físico corresponde con el inventario en el software		
Se instruye a los nuevos empleados sobre el control de entradas y salidas		

Áreas del almacén

Aspecto	Si	No
Las áreas de los materiales cumplen con sus medidas establecidas		
Están indicadas dichas áreas claramente		
Los pasillos cumplen con sus medidas establecidas		
Hay materiales obstruyendo los pasillos		
El orden de las familias de materiales se respeta		
Los materiales están en su área correspondiente		
Los materiales están sobre sus pallets		
El mueble de tres niveles se utiliza para los materiales correspondientes		
Sistema de medición o indicadores		

Aspecto	Si	No
El encargado de almacén sabe cuáles son los indicadores necesarios para el control del inventario y el almacén		
La administración sabe cuáles son los indicadores necesarios para el control del inventario y el almacén		
Se hacen las mediciones correspondientes		
Las mediciones se hacen en el tiempo establecido		
Ha habido errores en las mediciones		
La rotación de materiales está dentro de su nivel		
La capacidad del almacén (espacio) es adecuada		
El nivel de desperdicio es adecuado		
Se dan a conocer a la administración los resultados		

Etapa IV. Implementación

Clasificación de los materiales en el almacén

Para clasificar los hilos dentro de la categoría a la que pertenecen se dedicaron 3 semanas de trabajo, las cuales consistieron en separar todos los hilos por su tipo de hilo (fibra), para posteriormente ordenar todos los hilos por su color y teñida y, finalmente ingresarlos al lugar donde pertenecen dentro del almacén. Se llevó un control de todos los hilos que entraron a almacén. Cada tipo de hilo que entraba a almacén se pesó y se registró en el sistema de inventario. Cuando los materiales son llevados al lugar donde pertenecen se almacenan en las bolsas con los demás hilos de su misma categoría. Estas bolsas cuentan con la información específica del hilo y el formato puede variar dependiendo del proveedor. Ese formato también muestra el peso de toda la materia prima que está dentro de la bolsa, así que, al momento de sacar e introducir hilo ese peso se modifica para saber siempre la cantidad de hilo exacta en existencia.

La diferencia de la clasificación más notable se dio en el área designada a los hilos de muestras. La figura 8 muestra la comparación de esa zona antes y después de la clasificación de los materiales.

Figura 8. Antes y después de clasificar los hilos de muestras.

ANTES



DESPUES



CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado en la empresa fue un gran avance en el camino de la gestión del inventario de la materia prima de la empresa. No se logró implementar todas las propuestas generadas, sin embargo, la empresa conoció por primera vez las condiciones en las que estaba trabajando y las pérdidas que se están generando. Se desarrollaron buenas propuestas para el mejor funcionamiento del almacén, dado que, con tan solo la aplicación de una propuesta sería posible recuperar \$412,461.00 aproximadamente del capital inmovible con el que cuenta actualmente la empresa.

TRABAJO A FUTURO.

Es necesario llevar a cabo un análisis específicamente para determinar la mejor ubicación de las áreas del almacén, además de desarrollar un estudio para determinar la clasificación ABC de los materiales existentes en la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta Posada, J. G. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes de las empresas (CDIS). *Journals of economics, Finance and Administrative Science*, 83-96.
- Clemente Blanco, A. d., & Medina Ramírez, S. (2009). La importancia económica de los almacenes generales de deposito. *Comercio Exterior*, 829-837.
- Escudero Serrano, M. J. (1999). Operaciones de almacenaje: grado medio. España: McGrawHill.
- García, L. A. (2011). Indicadores de la gestión logística.
- Hualpa Zuñiga, A. M., & Suarez Roldan, C. (2014). Ubicación y dimensionamiento como parametros en el diseño de almacene: revisión del estado del . *INGENIERÍA*, 65-83.
- Jara-Cordero , S., Sánchez-Partida, D., & Martínez-Flores, J. L. (2017). Análisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora . *Ingeniería Industrial*, 1-18.
- Moliona Aznar, V. E. (2007). Administración de almacenes y control de inventarios. México: ISEF.
- Pinzón Guevara, I., Pérez Ortega , G., & Arango Serna, M. D. (2010). Mejoramiento en la gestión de inventarios. Propuesta metodologica . Universidad EAFIT, 9-21.
- Zapata Cortés, J. A. (2014). Fundamentos de la gestión de inventarios. Medellín: ESUMER.

PROPUESTA PARA DISMINUIR EL DESPERDICIO DE PAPEL EN EL ÁREA ESTAMPADO DE LA EMPRESA AROL TEXTIL, S. DE R.L. DE C.V.

LAURA CONCEPCIÓN ESPINOZA PORTILLO¹, ARACELI MORENO GONZÁLEZ², ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ³

RESUMEN

Debido a la dinámica del entorno en el mercado, las empresas se obligan a establecer estrategias que ayuden a minimizar el impacto que esto pueda causar, de tal manera, que modifican y definen su estilo administrativo, analizando y decidiendo sobre factores que generan valor al proceso productivo. La investigación aplicada que se presenta se ubica en la industria textil de la región sur del Estado de Guanajuato en la empresa Arol Sport, S.A. de C.V. El objetivo del trabajo es disminuir el desperdicio de papel bond en el área de estampado por medio del uso de la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar las acciones de mejora) de Seis Sigma y sus herramientas. Los resultados de este proyecto favorecen y facilitan la toma de decisiones, tanto para mantener un stock de inventario apropiado, identificar necesidades de capacitación, reubicar o contratar personal, o definir la estrategia apropiada para lograr la cantidad y calidad requerida, así como lograr efectividad, trabajar con eficiencia y eficacia, asegurando la competitividad y permanencia de la empresa en el mercado. El resultado fue la disminución de desperdicio de papel en un 3% como métrica aceptable que se traduce en pasar de 31,680 unidades a 9,504 hojas de papel desperdiciadas al mes con un costo total de \$18,849.60 mensuales, lo que se traduce en ahorro, desde el punto de vista de los costos y fluctuación en las ventas.

Palabras clave: Industria textil, DMAIC, seis sigmas, Desperdicio de papel.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
lc.espinoza@itsur.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
a.moreno@itsur.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato
e.revuelta@itsur.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La empresa Textil AROL SPORT, S.A. de C.V. es una empresa mediana que inició hace 10 años con solamente 15 empleados, actualmente cuenta con una capacidad instalada para 4000 piezas diarias, con una plantilla laboral de 150 empleados, divididos en las operaciones de: administración, diseño, impresión, planchado y bordado.

Al inicio de la investigación se estableció como objetivo el aplicar la metodología de 'seis sigmas' para reducir los errores en el área de impresión por representar mayores costos; al realizar un diagnóstico e identificar la problemática que provocaba la mayor concentración de desperdicio, el objetivo se trasladó a la problemática identificada, misma que fue resuelta satisfactoriamente.

El uso de herramientas estadísticas permite el mejoramiento de los procesos productivos y la reducción de los defectos de estos con un uso adecuado, conceptualizar el problema en forma correcta y atacando de forma sistemática y objetiva. Seis sigma como proyecto de mejora se compone de cinco fases: definir el problema, medir la magnitud del problema, analizar las principales causas que generan el problema, implementar acciones correctivas y/o preventivas y establecer controles. La investigación fue concluida satisfactoriamente con resultados económicos sobresalientes. Las intervenciones propuestas han llevado a la disminución del desperdicio de papel en sus causas principales, con lo que se cierra un ciclo de mejora y se da paso al siguiente.

El origen de seis sigma se puede rastrear hasta la empresa Motorola durante los años 80's, alcanzando un gran impulso gracias a su implementación por parte de General Electric a mediados de los 90's (de Koning & de Mast, 2006)

Sigma hace referencia a la letra griega, que, en estadística, representa la desviación estándar con respecto de la media, en una distribución de probabilidad. Cada sigma es entonces la distancia de una desviación estándar con respecto a la media, con lo que seis sigma se traduce como una probabilidad de defecto de 3.4 partes por millón.

Actualmente se busca ampliar el ámbito de aplicación de la metodología a través de la implementación en distintas actividades económicas y en casos empresariales

específicos (Smętkowska & Mrugalska, 2018); otra aplicación novedosa se refiere a la incorporación de la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) a la estandarización de procesos esbeltos, considerando niveles de implantación y madurez empresarial (Laux & Hundal, 2018)

Seis sigma se refiere a una serie de prácticas organizacionales (de Mast & Lokkerbol, 2012) que han sido definidas y descritas de forma prescriptiva o normativa y de forma positiva. La forma positiva es la que nos interesa en este trabajo, ya que se refiere a la aplicación práctica de un proyecto de mejora.

Los elementos de la metodología de seis sigma, entendida como un sistema de prescripciones (de Koning & de Mast, 2006), son de cuatro tipos:

Un modelo de aplicación del método para funciones y propósitos,

Un modelo de etapas (DMAIC) que provee una serie de pasos para el procedimiento,

Una colección de técnicas, y,

Conceptos y clasificaciones para distinguir entre

Unas pocas causas vitales

Unas muchas causas triviales

La asunción central de seis sigma es que existe un problema, que puede ser cuantificado por medio de la medición de variables que se expresan en términos numéricos (Nave, 2002). Las variables identificadas interactúan, resultando en un nivel de variación en el proceso. La variación del proceso provoca que en ocasiones el producto quede por fuera de las especificaciones, por lo que se le considera defectuoso.

Las especificaciones son los límites dentro de los cuales el proceso entrega productos admitidos. Un proceso centrado tendrá mayor confiabilidad, debido a la distancia simétrica con respecto a los límites de especificación. De la misma manera, un proceso con mayor concentración de valores medios tendrá mayor confiabilidad, porque los resultados son más uniformes. Una vez que se reduce la variación de todos los procesos, el resultado del sistema mejora (Nave, 2002). Para alcanzar la mejora prometida por el método es necesario el comprender la naturaleza de la variación del proceso (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Seis sigma

se enfoca en reducir la variación del proceso, con lo que se hace uniforme. Esta uniformidad resulta en menor desperdicio, rendimientos rápidos por la mejora del proceso y en un menor inventario. (Nave, 2002)

Por los resultados que genera en la organización, los efectos secundarios de seis sigma (Nave, 2002) son: a) Menor desperdicio, b) Rápido rendimiento, c) Menor inventario, d) Mejora de la calidad, y, e) Se toma a la 'fluctuación' como la medida del desempeño para los gerentes.

METODOLOGÍA

La metodología de seis sigma es el DMAIC, que busca disminuir la variación, con un enfoque en la resolución de problemas (Nave, 2002). DMAIC es un modelo de etapas que provee una serie de pasos para el procedimiento (de Koning & de Mast, 2006). Los pasos son: a) Definir, b) Medir, c) Analizar, d) Mejorar, y, e) Controlar.

Cada etapa cuenta con una serie de herramientas que son aplicables a la mayoría de los problemas. Una lista con las herramientas empleadas en la investigación por cada etapa, señalando su objetivo, se presenta a continuación.

Tabla 1. Herramientas seis sigma

Etapa	Herramienta	Función
Definir	SIPOC	Identificar y mapear los procesos relevantes
	Diagrama de proceso	Identificar y mapear los procesos relevantes
	Diagrama Causa – efecto	Identificar factores potencialmente influyentes
	Matriz causa – efecto	Seleccionar los factores de influencia pocos vitales
Medir	Variables	Validar la medición de las variables identificadas
	Matriz de optimización	Validar la medición de las variables identificadas
	Diagrama de Pareto – Causas	Seleccionar las características críticas de la calidad
	Análisis de estadística descriptiva	Seleccionar los factores de influencia pocos vitales
Analizar	Análisis de capacidad métrica primaria	Análisis de las capacidades del proceso
	AMEF	Seleccionar las características críticas de la calidad
	Correlación, regresión y dispersión	Cuantificar la relación entre las características críticas de calidad y los factores influyentes
	Gage R&R	Validar el sistema de medición de las características críticas de la calidad
Mejorar	Prueba de normalidad, igualdad de varianzas, ANOVA y prueba tukey	Seleccionar los factores de influencia pocos vitales
	Análisis de concordancia de atributos	Determina y prioriza las necesidades y requerimientos del cliente
	Matriz de Pugh	Seleccionar la mejor de entre las alternativas propuestas
	Diseño de experimentos	Seleccionar los factores de influencia pocos vitales

	Aplicación de mejoras en el proyecto	Ajustar el control de la calidad del sistema y mantener seguimiento
	Cambios en el diagrama de flujo ocasionados por las mejoras	Determinar las capacidades del nuevo proceso, demostrar la mejora
	Plan de Pruebas	Determinar las capacidades del nuevo proceso, demostrar la mejora
Controlar	SPC Statistical Process Control	Provee señales de alarma cuando el proceso exhibe un comportamiento inusual
	Plan de control	Ajustar el control de la calidad del sistema

Fuente: Elaboración propia

A partir del proceso mapeado, se identifican los factores influyentes, distinguiendo los pocos vitales de los muchos triviales, para posteriormente medir y analizar las variables.

RESULTADOS

Paso 1. Definir los parámetros de productividad del área de estampado de la empresa Arol Sport, S.A. de C.V.

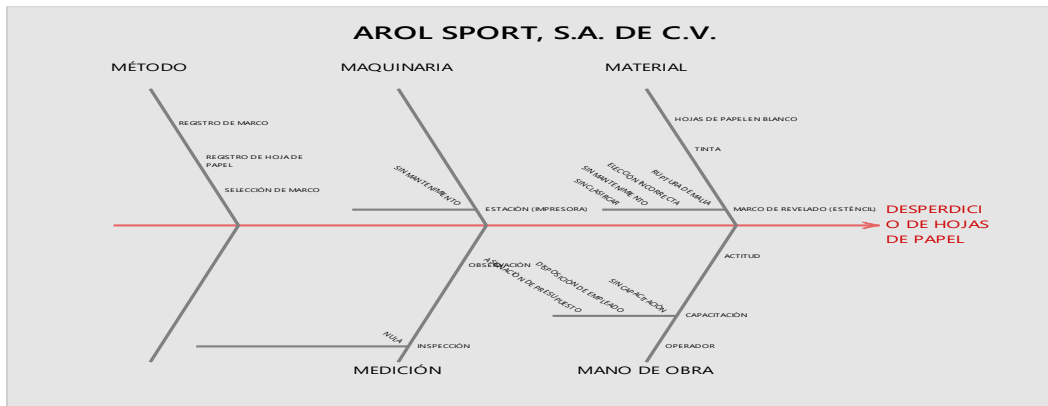
Las variables de entrada que afectan a la Y en el proceso de impresión son:

Tabla 2: Registro de variables

	Variable	Tipo: discreta, continua o atributos	Unidad de medida
Efecto (Y)	Desperdicio de hojas	Discreta	Hojas de papel
Material	Hojas de papel en blanco	Discreta	Pliegos
	Tinta	Continua	Kilogramos
	Marco de revelado (esténcil)	Continua	Unidades
Mano de obra	Operador	Atributo	Nombres de identificación
	Capacitación	Discreta	Si o no
	Actitud	Atributo	Buena o mala
Maquinaria	Estación (impresora)	Atributo	Maquina
Medio ambiente			
Medicion	Inspección	Atributo	Hojas impresas
	Observación	Atributo	Hojas impresas
Método	Registro de marco	Discreta	Bien o mal
	Registro de hoja de papel	Discreta	Bien o mal
	Selección de marco de revelado	Discreta	Correcto o incorrecto

Fuente: Elaboración propia

Figura 1: Diagrama Causa-Efecto



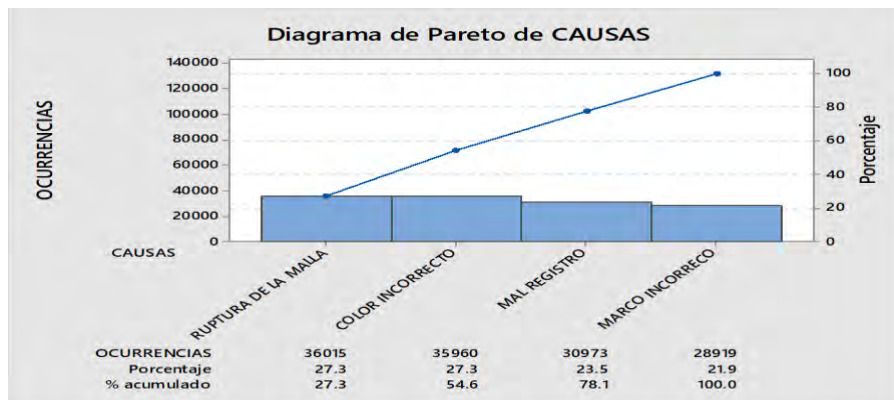
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el diagrama Causa-Efecto, se detecta que las causas más evidentes se encuentran en: método, material y mano de obra principalmente.

Paso 2. Registrar el comportamiento de las variables que intervienen en el proceso de estampado

Los datos históricos de la medición las Xs, (operador, mal registro, ruptura de malla, color incorrecto e inspección), durante los meses de agosto-diciembre 2017 se muestran en la siguiente tabla:

Figura 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama podemos observar que la ruptura de la malla, el color incorrecto y el mal registro son los principales factores que afectan el desperdicio de papel, por lo que se tiene que atender en primera instancia.

Paso 3. Analizar el comportamiento de las variables que intervienen en el proceso de estampado

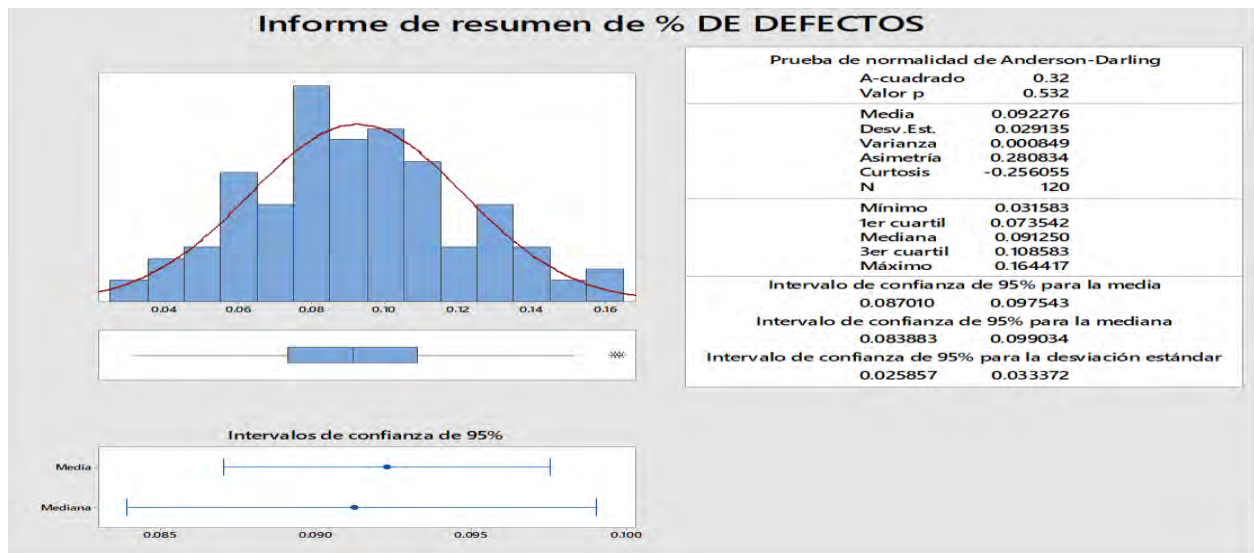
Análisis de estadística descriptiva MINITAB de la métrica primaria (y)

Variable (métrica primaria): 31,680 unidades mensuales

Periodo la medición: 1/AGO/2018 – 17/DIC/2018

Gráficos:

Figura 3: Resumen de defectos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica de la curva normal se observa que los datos se ajustan a la distribución normal y esto se puede validar por el valor de $P > 0.05$, además, de acuerdo con la gráfica de cajas los datos están centrados y balanceados en ambos lados de la media. Importante también hay que mencionar que el intervalo de confianza es de 0.087 a 0.097 con una probabilidad del 95% de que el porcentaje de errores caiga en el intervalo mencionado.

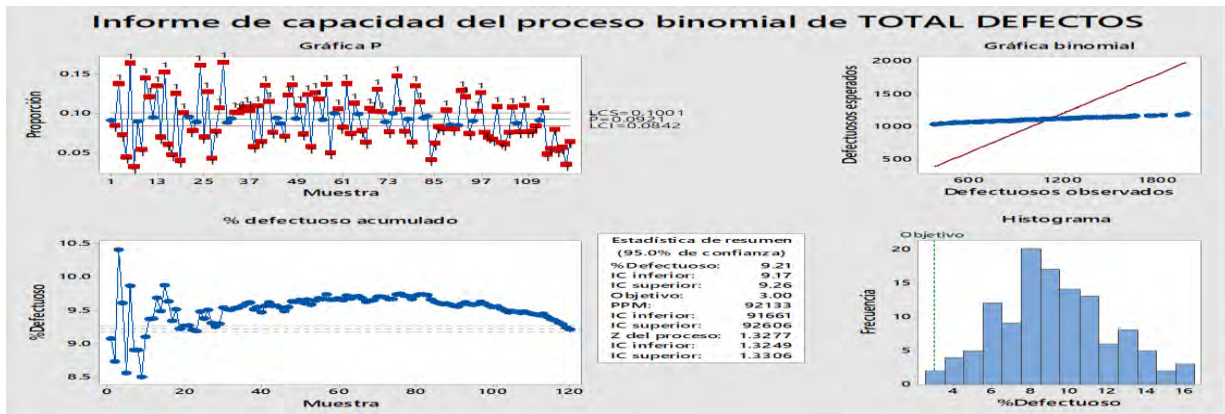
ANÁLISIS DE CAPACIDAD MÉTRICA PRIMARIA MINITAB (Y) CPK O PPM

Variable (métrica primaria): 31,680 unidades mensuales

Periodo la medición: 1/AGO/2017 – 17/DIC/2017

Límites (pueden coincidir con los límites de su objetivo): 9,504 hojas de papel.

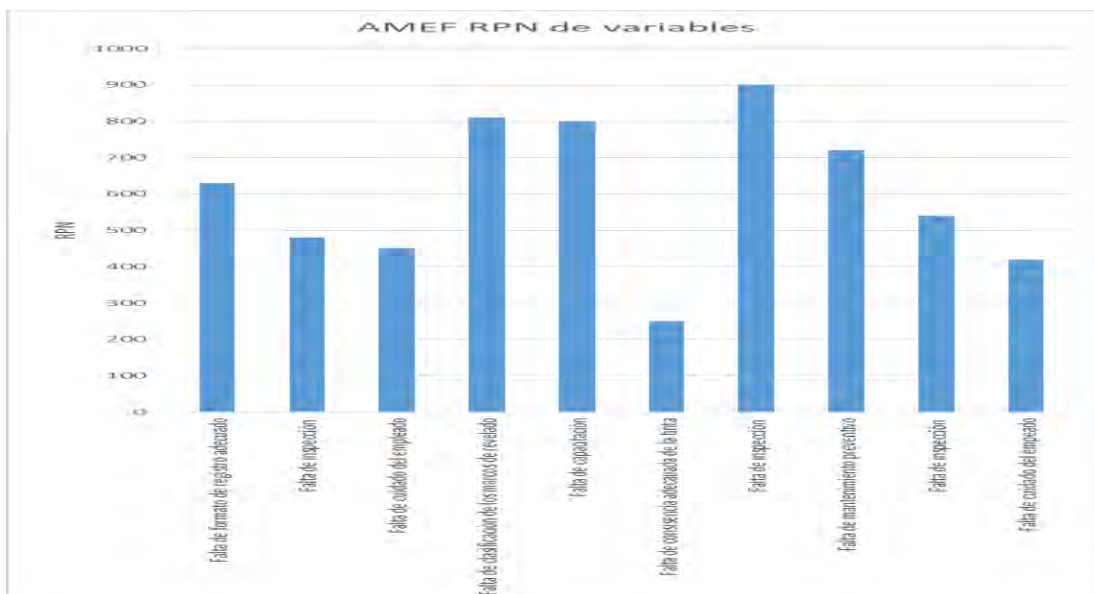
Figura 4: Informe de capacidad del proceso binomial de total defectos



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la gráfica que el proceso está descentrado, cayendo hacia la derecha de los límites considerados; observando un numero de 92133 partes por millón de defecto.

Figura 5: AMEF RPN de variables



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con esta gráfica, se dará prioridad a la falla de falta de inspección por presentar el mayor RPN (Prioridad de riesgo)

Correlación entre “Numero de desperdicios” y “tinta, marco de revelado, operador e inspección” (mencione las variables)

Correlación de Pearson de % DE DEFECTOS y COLOR INCORRECTO (TINTA) = 0.333

Valor p = 0.000

De acuerdo con el valor de P se considera que todos los factores son influyentes en el desperdicio de papel, con un factor de correlación del 96.44%.

Interpretación de los datos:

H0: La correlación no es significativa entre las variables ($P > 0.05$)

H1: La correlación es significativa entre las variables ($P < 0.05$)

A partir del valor P obtenido de 0.000 ($<$) que 0.05 (se rechaza) La hipótesis nula

Por lo que la correlación (si es) significativa entre las variables

Realice un gráfico de dispersión entre estas variables:

Análisis de regresión: % DE DEFECTOS vs. MAL REGISTRO (OPERADOR)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	0.01680	0.016802	23.55	0.000
MAL REGISTRO (OPERADOR)	1	0.01680	0.016802	23.55	0.000

Resumen del modelo

R-cuad.	R-cuad.	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)
0.0267138	16.63%	15.93%	14.00%	

Ecuación de regresión

% DE DEFECTOS = 0.07608 + 0.000063 MAL REGISTRO (OPERADOR)

Gráficas de residuos para % DE DEFECTOS

Análisis de regresión: % DE DEFECTOS vs. RUPTURA DE LA MALLA (MARCO DE R

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	0.007323	0.007323	9.22	0.003
RUPTURA DE LA MALLA (MARCO DE R	1	0.007323	0.007323	9.22	0.003

Resumen del modelo

R-cuad.	R-cuad.	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)
0.0281774	7.25%	6.46%	4.24%	

Ecuación de regresión

% DE DEFECTOS = 0.08123

+ 0.000037 RUPTURA DE LA MALLA (MARCO DE R

Gráficas de residuos para % DE DEFECTOS

Análisis de regresión: % DE DEFECTOS vs. COLOR INCORRECTO (TINTA)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p

Regresión	1	0.01119	0.011187	14.70	0.000

COLOR INCORRECTO (TINTA)	1	0.01119	0.011187	14.70	0.000

Resumen del modelo

R-cuad.	R-cuad.	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)

0.0275902	11.07%	10.32%	7.99%	

COLOR INCORRECTO (TINTA)	0.000049	0.000013	3.83	0.000	1.00

Ecuación de regresión

% DE DEFECTOS = 0.07737 + 0.000049 COLOR INCORRECTO (TINTA)

Análisis de regresión: % DE DEFECTOS vs. MARCO INCORRECTO (OPERADOR)

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p

Regresión	1	0.03654	0.036535	66.87	0.000

MARCO INCORRECTO (OPERADOR)	1	0.03654	0.036535	66.87	0.000

R-cuad.	R-cuad.	S	R-cuad. (ajustado)	(pred)

0.0233752	36.17%	35.63%	34.20%	

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF

Constante	0.07310	0.00317	23.06	0.000	

MARCO INCORRECTO (OPERADOR)	0.000080	0.000010	8.18	0.000	1.00

Ecuación de regresión

% DE DEFECTOS = 0.07310 + 0.000080 MARCO INCORRECTO (OPERADOR)

Debido a que la correlación (si es) significativa, (Si se realiza una regresión)

Ecuación de regresión

% DE DEFECTOS = 0.07310 + 0.000080 MARCO INCORRECTO (OPERADOR)

Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Regresión entre “Marco incorrecto (operador)” como variable de R2 mayor y “Variable Desperdicio de hojas de papel”

El Marco incorrecto (operador)” y “Variable Desperdicio de hojas de papel), explica 35.63% de la variación de (Desperdicio de hojas de papel), de acuerdo al valor de $R^2 = 35.63\%$

Paso 4. Generar propuestas para disminuir el desperdicio de papel

Matriz de Pugh

A partir de la variable importante “Mencionar la variable y de ser necesario realice una matriz para cada variable importante” obtenida del punto anterior se proponen las siguientes propuestas de mejora (describir a detalle):

Mejora 1: Inspeccionar las operaciones del proceso de impresión mediante un check list para revisar que el color, registro, manchas en el papel y el diseño sean de acuerdo a las especificaciones del cliente.

Mejora 2: Capacitar al personal del área de impresión para mejorar el conocimiento y desempeño de las diferentes funciones del proceso, y ayudar a disminuir el desperdicio de papel.

Mejora 3: Hacer mantenimiento preventivo en los marcos por parte del operador de revelado, aplicando un check list para cada marco en un tiempo asignado, para evitar rupturas al momento de imprimir, evitando demoras y desperdicios en el proceso.

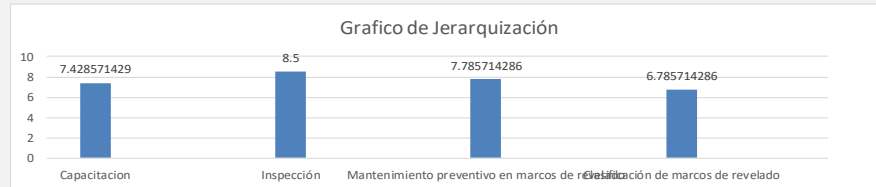
Mejora 4: Clasificar los marcos de acuerdo con los equipos requeridos por el cliente, para evitar errores en su selección y disminuir demoras y desperdicios de papel.

Matriz de P:

Figura 6: Proceso de jerarquía analítica

Proceso de jerarquía analítica

Especificación de diseño	Conceptos y alternativas de diseño									
	Valor asignado	Porcentaje	Capacitación	Inspección	Mantenimiento preventivo en marcos de revelado	Clasificación de marcos de revelado				
Rápida implementación	2	14%	7	1.00	9	1.29	7	1.00	5	0.71
Económico	3	21%	7	1.50	8	1.71	6	1.29	9	1.93
Eficiente	5	36%	9	3.21	9	3.21	9	3.21	6	2.14
Sencillo en su aplicación	4	29%	6	1.71	8	2.29	8	2.29	7	2.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Otro		0%		0.00		0.00		0.00		0.00
Total	14	100%	7.4285714	8.5	7.785714286				6.785714286	



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el proceso de jerarquía analítica se puede observar que la mejora más representativa es la inspección, con un resultado de 8.5, considerando que su implementación es rápida, económico, eficiente y sencillo aplicarlo porque solamente es necesario identificar si existen o no los requisitos mínimos solicitados.

Diseño De Experimentos

En el siguiente diseño experimental manipulamos deliberadamente las siguientes variables

Tabla 3: Diseño experimental

Mejora	Bajo	Alto
Capacitación	Sin	Con
Inspección	Sin	Con
Mantenimiento	Sin	Con
Clasificación	Sin	Con

Fuente: Elaboración propia

FACTORIAL

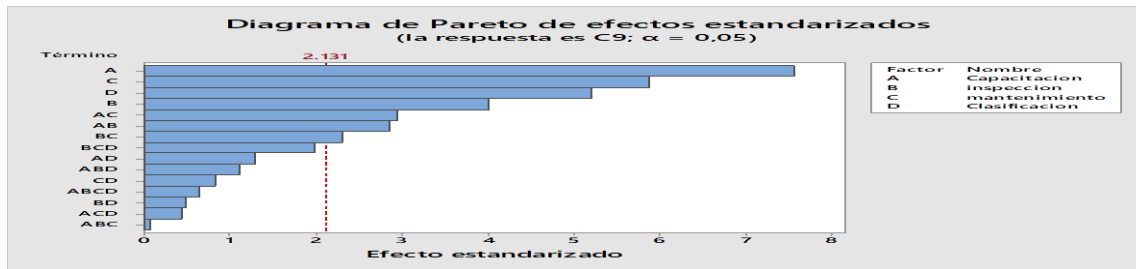
Datos y gráficos de Minitab:

Regresión factorial: C9 vs. Bloques; Capacitación; inspección; mantenimiento; Clasificación

Análisis de Varianza

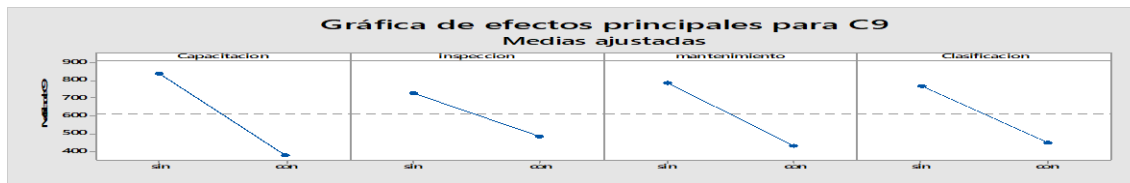
Fuente	Valor p
Modelo	0,000
Bloques	0,992
Lineal	0,000
Capacitacion	0,000
inspeccion	0,001
mantenimiento	0,000
Clasificacion	0,000
Interacciones de 2 términos	0,012
Capacitacion*inspeccion	0,012
Capacitacion*mantenimiento	0,010
Capacitacion*Clasificacion	0,217
inspeccion*mantenimiento	0,037
inspeccion*Clasificacion	0,643
mantenimiento*Clasificacion	0,416
Interacciones de 3 términos	0,305
Capacitacion*inspeccion*mantenimiento	0,937
Capacitacion*inspeccion*Clasificacion	0,291
Capacitacion*mantenimiento*Clasificacion	0,663
inspeccion*mantenimiento*Clasificacion	0,067
Interacciones de 4 términos	0,533
Capacitacion*inspeccion*mantenimiento*Clasificacion	0,533
Resumen del modelo	
R-cuad. R-cuad. S R-cuad. (ajustado) (pred)	
171,686 91,68% 82,80% 62,12%.	

Figura 7: Diagrama de Pareto de efectos estandarizados



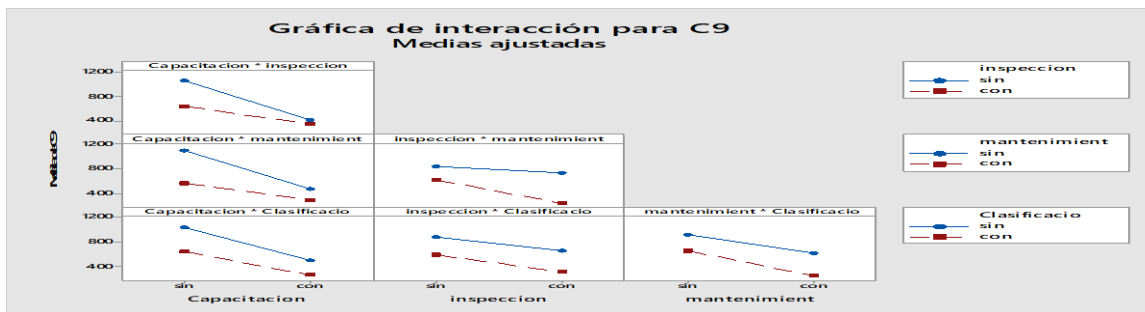
Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Gráfica de efectos principales



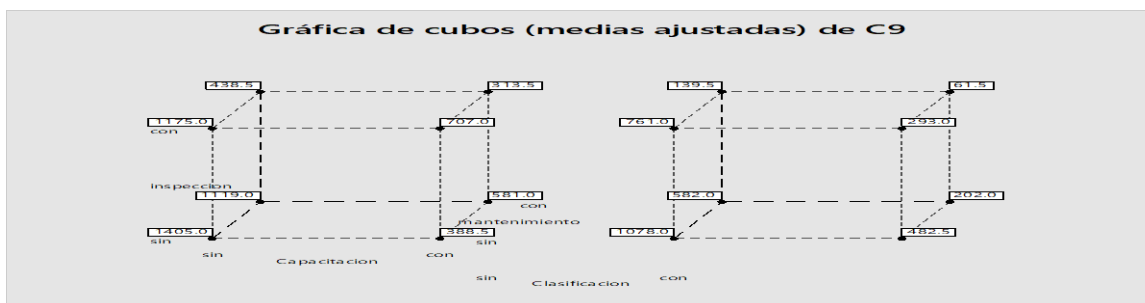
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Gráfica de interacción



Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Gráfica de cubos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los valores obtenidos de P y al Diagrama de Pareto se pueden identificar como factores significativos la A (Capacitación), C (Mantenimiento), D (Clasificación), B (Inspección), y con interacciones de 2 términos AC (Capacitación-

Mantenimiento), AB (Capacitación-Inspección) y BC (Inspección-Mantenimiento). Considerando que con capacitación tiene mayor impacto en la disminución de desperdicio y el mantenimiento y la clasificación de los marcos representan valores similares, considerando que son mejoras aplicadas a la misma variable, y el factor inspección disminuye considerablemente el porcentaje de desperdicio de papel al interactuar con capacitación. La Gráfica de cubos muestra la diferencia significativa que existe en cada vértice considerando la implementación requerida de las cuatro mejoras propuestas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el gráfico de Pareto, podemos observar que la ruptura de la malla, el color incorrecto y el mal registro son los principales factores que afectan el desperdicio de papel, por lo que se tiene que atender en primera instancia. La gráfica centrada, con una media de 0.092 y con un intervalo de confianza de entre 0.83883 hasta 0.099034, con una probabilidad de 95% de que el porcentaje de error caiga en el intervalo mencionado. De acuerdo con el desarrollo del proyecto se logra generar las propuestas para la disminución de desperdicio de papel en un 3% como métrica aceptable que se traduce en pasar de 31,680 unidades a 9,504 hojas de papel desperdiciadas al mes con un costo total de \$18,849.60 mensuales, lo que se traduce en ahorro, desde el punto de vista de los costos y fluctuación en las ventas, quedando el seguimiento del proyecto por parte de la empresa.

El uso de las herramientas de 'seis sigma' son aplicables a la industria textil, en la forma de caso de negocio, con métricas que pueden traducirse en ahorros o aumento de las utilidades.

Es importante resaltar que el tratamiento estadístico de la información no es un fin en sí mismo, sino que es una herramienta para la toma de decisiones. Mientras haya una mejor descripción y comprensión del proceso productivo, mayor será la utilidad de los estadísticos en el diseño de propuestas de mejora que puedan ser mantenidos y conservados en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Checkland, P. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systems Research and Behavioral Science*, 17, 11-58.
- Koning, H., & de Mast, J. (2006). A rational reconstruction of Six-Sigma's breakthrough cookbook. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23(7), 766-787.
- Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604-614.
- Ganguly, K. (2012). Improvement process for rolling mill through the DMAIC six sigma approach. *International Journal for Quality research*, 6(3), 221-231.
- Laux, C., & Hundal, G. S. (2018). Measuring and Analyzing agility of an Enterprise through DMAIC Six Sigma. *Seventh International Conference on Lean Six Sigma* (págs. 128-136). Dubai: Heriot Watt University.
- Nave, D. (2002). How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints: A framework for choosing what's best for your organization. *Quality Progress*, 73-78.
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , 590 – 596.

ANEXOS

AMEF

	Proceso	Modo de falla potencial	Efecto de la falla potencial (Y's)	S E V	Causa de la falla potencial	O C C	Control de proceso actual	D E T	RPN
1	Solicitar la orden de producción	Falta de especificación de datos	No se imprime correctamente el diseño solicitado por el cliente	9	Falta de formato de registro adecuado	7	No	10	630
2	Solicitar el papel y la tinta al almacén	Papel en mal estado	Falta de inspección en la recepción de papel	8	Falta de inspección	6	No	10	480
3	Trasladar la tinta y papel a la máquina	Se maltrata el papel	Mal manejo	9	Falta de cuidado del empleado	5	No	10	450
4	Seleccionar el marco de revelado de acuerdo al pedido	El operador selecciona mal el marco de revelado	Los marcos revelados están en desorden	9	Falta de clasificación de los marcos de revelado	9	No	10	810
5	Registrar el marco específico	El operador hace un mal registro del marco de revelado	No coinciden las líneas del diseño solicitado al momento de la confección	8	Falta de capacitación	10	No	10	800
6	Colocar el racero, el contra racero y la tinta sobre el marco	Poner tinta en exceso	Manchar el papel	5	Falta de consistencia adecuada de la tinta	5	No	10	250
7	Colocar el papel sobre el registro de la máquina	Nula Inspección en el proceso	Falta de control en el proceso	9	Falta de inspección	10	No	10	900
8	Pisar el pedal para imprimir sobre la hoja de papel	No hacerlo en el momento adecuado	No haber registrado el marco y papel adecuadamente	8	Falta de mantenimiento preventivo	9	No	10	720
9	Retirar la hoja de papel impreso	Que se manche o se doble el papel	Papel impreso incorrectamente	6	Falta de inspección	9	No	10	540
10	Colocar la hoja de papel en el rack de secado	Rosar el papel en las barillas del rack	Se mancha el papel	7	Falta de cuidado del empleado	6	No	10	420

PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES INTELIGENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS.

DANIEL SILVA CRUZ¹, YARA SEGURA DE JESUS²

RESUMEN

En la actualidad existen numerosas industrias dedicadas a la elaboración y fabricación de envases que ayuden a la conservación de los alimentos. Sin embargo, fabricar un envase se vuelve una tarea de mayor interés debido a que los consumidores y los fabricantes exigen que los envases sean elaborados con materiales biodegradables o reutilizables, económicos y que garanticen la calidad e inocuidad de los productos alimenticios, mediante la evaluación del cumplimiento de normas de higiene, limpieza y seguridad. Debido a esto, las empresas tienen la necesidad de implementar Buenas Prácticas adaptadas en la elaboración de envases inteligentes capaces brindar información relativa al estado del envase y conservación del contenido, logrando obtener alto grado de calidad y confiabilidad, desde su elaboración hasta la entrega al consumidor. La presente investigación enuncia las buenas prácticas que adoptan las empresas haciendo una crítica y evaluación de estas, así como tipos de envases fabricados para su conservación de alimentos y los materiales empleados para cumplir el propósito.

Palabras clave: Envasado, buenas prácticas de manufactura, conservación alimentos.

ABSTRACT.

Currently there are many industries dedicated to the manufacture of packaging that help food preservation. However, designing and manufacturing a package becomes a task of greater interest because consumers and manufacturers demand that the packages be

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. daniel.silva@tesjo.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán yara.segura@tesjo.edu.mx

made with biodegradable or reusable materials, economical and that guarantee the quality and safety of food products, through the evaluation of compliance with hygiene, cleanliness and safety standards. Due to this, companies have the need to implement good practices adapted in the elaboration of intelligent packaging can provide information regarding the condition of the packaging and preservation of the content, achieving a high degree of quality and reliability, from its preparation to delivery to the consumer. This project aims to design a container with materials that specify the conservation of the product, minimizing the use of materials that damage the environment, and guaranteeing the preservation of food through the use of electric microphones to be reused by humans.

Keywords: *Packaging, good practices manufacturing, food preservation*

INTRODUCCIÓN

Los envases juegan un papel importante en la vida cotidiana de las personas, ya que son útiles en muchos campos de la industria, tal es el caso de la industria de alimentos.

Los envases cumplen funciones específicas entre ellas son las de contener, proteger, informar y atraer, todo para satisfacer las exigencias de los clientes. En este sentido, el diseño juega un papel importante, así como el tipo de material empleado y las características funcionales del mismo, principalmente cuando tiene la finalidad de ser sustentable del empaque que comprende eficiencia en términos económicos, sociales y ambientales.

Actualmente se han hecho innovaciones tecnológicas en el proceso de envasado, las cuales, se han realizado efectuando pruebas en atmósferas modificadas o en procesos asépticos, logrando que soporten condiciones extremas de temperatura como es el caso de la cocción de alimentos en hornos de microondas, empaques activos e inteligentes, elaborados a base de materiales con nanopartículas y biopolímeros. Los nuevos avances tecnológicos emplean materiales biodegradables, como polímeros de origen vegetal, animal o microbiano.

Existen también innovaciones en los procesos de reciclaje y reutilización de materiales plásticos usados en la industria de los empaques, sin embargo, la naturaleza compleja

de los plásticos en términos de composición polimérica y la presencia de impurezas demandan pretratamientos de limpieza y separación previos al reciclaje.

La industria de alimentos y proveedores de dichos materiales usados en empaques alimentarios tienen gran responsabilidad y compromiso para proporcionar alimentos inocuos a los consumidores, por lo que es fundamental prevenir cualquier peligro proveniente del empaque hacia el alimento que pueda poner en riesgo la seguridad del mismo. De ahí, la importancia de considerar el comportamiento de materiales que integran los envases y/o empaques y que a su vez interactúan con el producto de forma directa.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el proceso tecnológico de fabricación actual de envasado de alimentos y las técnicas, procedimientos y materiales empleados en ellos.

ANTECEDENTES

Los alimentos han sido envasados de muy diversas maneras desde hace miles de años. El envasado, además de ayudar a guardar o transportar los alimentos, los preservaba y los protege de agentes ambientales dañinos como el agua, el aire o la luz (Cruz, 2019). Los primeros envases de alimentos eran esencialmente rígidos (barriles, frascos, latas etc.) y se fabricaban básicamente utilizando metales como el acero y el vidrio. Más tarde se introdujeron los plásticos y materiales flexibles (Gimferrer, 2019). En la actualidad, algunos envases incorporan materiales o sistemas activos de control de parámetros tales como humedad, contenidos de gases o sustancias bacteriostáticas que impiden el crecimiento de microorganismos (Gimferrer, 2019).

En los últimos años, los sistemas de envasado para alimentos han ido evolucionando como respuesta a las exigencias de los consumidores en cuanto a caducidad, conservación de sus propiedades, frescura y apariencia. Sin embargo, algunos envases siguen teniendo la función como contenedores, pero tienen propiedades que se han desarrollado para proteger la comida (Cruz, 2019).

El embalaje hoy juega un papel importante en la calidad de los productos alimenticios, proporcionando protección contra el contacto ambiental, contra agentes químicos,

físicos y otros desafíos. Esta protección puede ser tan simple como la prevención de la rotura del producto a proporcionar barreras para la humedad, oxígeno, dióxido de carbono y otros gases, así como sabores y aromas. El empaquetado puede bloquear luz para proteger los nutrientes y colores en un producto para que no se deteriore antes de la vida de anaquel. Además, de ofrecer protección pasiva, muchos paquetes hoy juegan un papel activo en la calidad de un producto, ayudando a mantener una atmósfera limpia para el producto (Freidinger, 2009).

Actualmente, los envases son esenciales para la comercialización de los alimentos, ya que además de ofrecer una mejor conservación, mayor tiempo de vida de anaquel y seguridad e información para el consumidor, deben generar un impacto visual que los diferencie de productos similares para lograr la preferencia de los consumidores a quienes va dirigido el producto (Cruz, 2019).

Materiales De Embalaje En La Actualidad

En la actualidad, la industria del plástico es la tercera industria más grande de fabricación de embalajes en los Estados Unidos (SPI 2010); aunque esto incluye muchos plásticos industriales, el envasado de alimentos comprende casi una quinta parte de los ingresos netos de la industria del plástico la mayoría derivados del petróleo (Bourtoom, 2008).

Cada envase fabricado de plásticos y utilizados para la conservación de alimentos se utiliza de una manera específica, debido a sus propiedades que proporciona. Como se muestra a continuación.

PET (Tereftalato de polietileno) tiene muy buena a la tracción y propiedades de resistencia de rendimiento, además de ser transparente después del procesamiento, pero se funde muy fácilmente, lo que es ideal para bebidas frías que necesitan un material fuerte como para contener el líquido (Girija, 2005).

HDPE (Polietileno de alta densidad) se utiliza para recipientes o botellas con tonos oscuros, generalmente para lácteos (Lin, 2013).

El PVC (Cloruro de polivinilo) es un plástico transparente comúnmente empleado para envolver de debido a su bajo costo y a su capacidad de estiramiento (Pearson, 1982).

LDPE (Polietileno de baja densidad) se utiliza para alimentos, bolsas de almacenamiento, ya que es económico y tiene una gran capacidad de estiramiento, además de tener excelentes propiedades de protección (Pedroso, 2005).

PP (Polipropileno) se utiliza en recipientes rígidos como botellas empleados en biberones y vasos debido a sus propiedades de alta resistencia, aunque son un poco más caros que otros plásticos (Sahin, 2005).

PS se utiliza comúnmente en los envases de alimentos, tazas, así como bandejas de carne y de huevo que requieren una forma o resistencia al calor rígido (Bernardin III, 2007).

En el siguiente esquema se muestran algunos productos elaborados a partir de los materiales de embalaje antes descritos. Ver figura 1.

Figura 1: Productos derivados del petróleo empleados en la industria de alimentos.



Tendencias tecnologías de envasado

Actualmente las exigencias de los consumidores han ido en aumento, demandando un envasado que cumpla con ciertas características como la información de los alimentos y su manejo e inocuidad, empleando materiales biodegradables con diseños llamativos y modelos prácticos para almacenar y servir el producto.

Además, también se han vuelto más conscientes del daño provocado al medio ambiente, por lo que la industrias ven necesario la generación de una nueva tecnología que permita

cumplir con los requisitos de todos los factores de la cadena de distribución, a partir del desarrollo de una tecnología de envasado que sea innovadora y creativa que garantice seguridad alimenticia, calidad y trazabilidad del alimento (Vanderroost, 2014).

Debido a esto recientemente se han clasificado las tecnologías en dos tipos de envasado:

Envase activo: Es un sistema de envasado que cambia el estado del embalaje y mantiene el producto durante todo el período de almacenamiento para extender su vida útil, mejorar las propiedades de seguridad y sensoriales cuidando la calidad de alimentos envasados (Dainelli D., 2019).

Envase Inteligente: El cual detecta algunas propiedades de los alimentos que encierra el medio ambiente en el que se mantiene e informa al fabricante, minorista y al consumidor del estado de las propiedades y condiciones durante el transporte y almacenamiento (Ravishankar, 2016).

Ambos sistemas de envasado pueden trabajar sinérgicamente y generar un envasado ingenioso, cuya característica es el monitoreo de cada cambio que pueda desarrollarse en el producto y además extender su vida útil por la presencia de un principio activo en el envase (Vanderroost, 2014).

ventajas de los envases inteligentes

Una ventaja competitiva que hacen los envases inteligentes al consumidor radica en la facilidad en el consumo o uso de los contenidos (Freidinger, 2009).

Los envases inteligentes aportan novedosas opciones que facilitan las distintas formas de preparación y consumo de alimentos, sin necesidad de vaciar el contenido a otros medios para su cocción y preparación. Son fácilmente activables, muestran una indicación cómodamente medible (Dainelli D., 2019).

Tipos de envasado inteligente

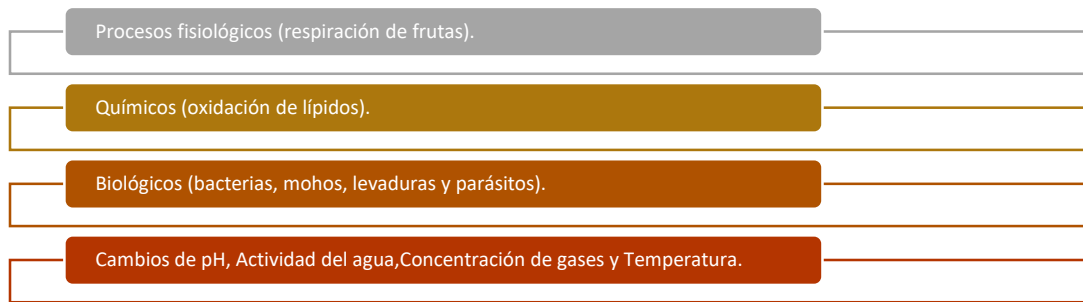
Existen variados tipos de dispositivos inteligentes, y según sus características se pueden utilizar en variadas funciones dentro de la cadena de suministro del alimento (Dele, 2012).

Por un lado, se encuentran los dispositivos que se usan para almacenar y transmitir datos, como los de identificación por radiofrecuencia, que no solo benefician al consumidor, sino que también permiten la detección de desastres generados durante la cadena de

suministro, contribuyendo a mejorar los puntos de control en el proceso (Vanderroost, 2014).

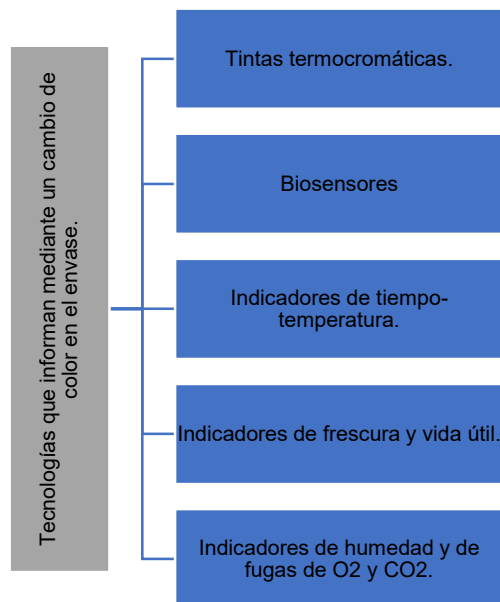
Además, se pueden encontrar en forma de etiquetas en el envase, las cuales actúan por diferentes reacciones de tipo fisicoquímica o enzimática dependiendo del dispositivo (Innovación y desarrollo tecnológico) (Aleksandra, 2016).

Figura 2: Sistemas que monitorizan los mecanismos de alteración del alimento.



También se encuentran aquellas tecnologías que informan mediante un cambio de color en el envase si ocurren determinadas alteraciones ambientales externas como la temperatura los cuales advierten de una posible anomalía en el producto (Dainelli D., 2019).

Figura 3: Tecnologías que informan a través de un color (ITENE, 2010).



Envase con Sistema de Identificación por Radiofrecuencia (RFID)

Este envase cuenta con identificación automática utilizando un código de barras, código QR, tintas magnéticas, reconocimiento de voz o biométricas entre otros. Es muy útil en redes de producción dentro de la cadena de valor del alimento y se aplica básicamente para identificación, automatización, prevención antirrobo o protección contra la falsificación (Gomez, 2011).

Envases con Indicadores

Proporcionan información inmediata visual, cualitativa o semi-cuantitativa acerca del alimento envasado por cambio de color, aumentando la intensidad o entintado el producto, lo que indica que este ha sido o no manipulado (Vanderroost, 2014).

En la tabla 1 se describen algunos envases que actualmente emplean distintos indicadores, que brindan al consumidor información relativa al producto y a las condiciones del mismo.

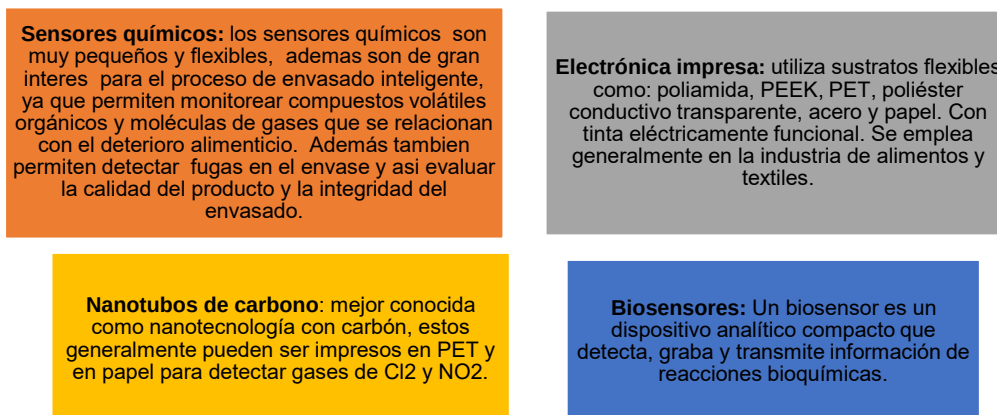
Tabla 1 Tipos de envases que emplean indicadores que ofrecen información al consumidor del producto.

Envases con Indicadores de Fugas	Permiten avisar al consumidor de la presencia de perforaciones o soldaduras no herméticas en el envase, basado en la sensibilidad de la tinta o pigmentos a la concentración del aire gas (CO₂, O₂, vapor de agua, etanol, etc.) (CITA-CTIC, 2006).
Envases con Indicadores de Frescura	Proveen información inmediata de la calidad del producto, por crecimiento microbiano o cambios químicos en un producto alimenticio (Vanderroost, 2014).
Envases con Indicadores de Tiempo-Temperatura (TTI)	Estos indicadores proveen información visual del efecto acumulativo de la temperatura durante su distribución y almacenaje. Así es posible advertir abusos en la temperatura en alimentos refrigerados o congelados. Son etiquetas simples y baratas que cambian de color si la cadena de frío se ha roto, o si el alimento lleva mucho tiempo esperando a ser consumido (Kour H. Naseer A. T. Anisa M. Rajkumari K. Harmeet C. Gupta P., 2013).
Envases con Indicador de Temperatura: Tinta Termocrómica	La tinta termocrómica es una tinta dinámica especializada que cambia de color al ser expuesta a diferentes temperaturas, este cambio de color puede ser reversible o irreversible. La tinta reversible cambia de color cuando es calentada y vuelve a su color original cuando baja la temperatura. Estos indicadores aseguran a los consumidores que su bebida está perfectamente refrigerada que se ha detectado una temperatura deseada o que no es la adecuada y está muy caliente (Quezada, 2013).
Envases con Indicadores de Humedad	Estos indicadores tienen materiales cuyos componentes cambian de color dependiendo de la humedad, como el cloruro de cobalto el cual cambia de color azul lavanda a rosa cuando aumenta la humedad (ITENE, 2010).

Tendencias Tecnológicas En Envases Inteligentes

Así mismo, existen otras tecnologías que prometen mucho en el envasado inteligente. A continuación, se mencionan algunas de estas tecnologías (Amal, 2015).

Figura 4. Tendencias tecnológicas para la conservación de alimentos (Amal, 2015).



Las nanotecnologías implican la manipulación de la materia a una escala muy pequeña que generalmente se encuentran entre 1 y 100 nanómetros (Cushen M. Kerry J. Morris M., 2012). Empresas internacionales del sector de alimentos están explorando el potencial de las nanotecnologías para su aplicación. Recientemente se está apostando en investigar aplicaciones orientadas a la preservación de alimentos y en el proceso de embalaje (Cushen M. Kerry J. Morris M., 2012). Se prevé que estos estudios vayan en aumento en las próximas décadas (Peelman N., 2013).

Materiales que ayudan a la conservación de los alimentos

El avance tecnológico en el envasado de alimentos requiere que estos se encuentren libres de agentes tóxicos y que además los materiales empleados para este fin, sean degradables o comestibles sin descuidar la seguridad al humano y al medio ambiente (Kour H. Naseer A. T. Anisa M. Rajkumari K. Harmeet C. Gupta P., 2013).

Envase antimicrobiano

Envase antimicrobiano implica combinación de materiales de envasado de alimentos con sustancias antimicrobianas, tales como la incorporación de nanopartículas antibacterianas en películas de polímero para controlar la contaminación de la superficie microbiana de los alimentos (Dele, 2012). Estos sistemas de envasado de alimentos antimicrobiano han percatado la atención, ya que ayudan a controlar el crecimiento de

patógenos y microorganismos causantes de deterioro en las superficies de los alimentos (Amal, 2015).

El desarrollo de envases antimicrobianos requiere un enfoque multidisciplinario en áreas de ciencias de la alimentación y materiales. Hay diferentes estudios sobre las distintas nanopartículas incorporadas en diversas matrices poliméricas, y los resultados indican un gran potencial de nanocompuesto antimicrobiano (sistema capaz de prolongar el tiempo de conservación y preservación de diferentes alimentos) (Aleksandra, 2016).

Revestimientos y Películas Comestibles

Las películas comestibles y recubrimientos son capas finas de material que puede ser consumido y que funciona como una barrera a la humedad, al oxígeno y al movimiento de soluto en la comida (Bourtoom, 2008). Los recubrimientos de películas comestibles forman una parte integral del producto alimenticio, y por lo tanto no debe interferir con las características sensoriales del mismo (Figura 5) (Gontard, 1997).

Las películas comestibles y recubrimientos deben ser elegidos para el envasado de alimentos de acuerdo al uso específico, los tipos de alimentos productos, y los principales mecanismos de deterioro de la calidad (Dainelli D., 2019).

El envasado de polímeros comestibles puede elaborarse a partir de polisacáridos, proteínas y lípidos como materiales de embalaje o solo películas, su empleo puede ser solo para bolsas o para un uso posterior de envasado. También se puede aplicar directamente a la comida en forma líquida y luego dejarse secar sobre el sustrato. Las películas y recubrimientos comestibles se utilizan generalmente para mejorar las propiedades químicas de la comida, además ayudan a minimizar la respiración en frutas y verduras, disminuyen la humedad, proporcionan capacidades antimicrobianas o antioxidantes al producto, además de mejorar las propiedades sensoriales y la vida útil del producto (Lin, 2013).

Figura 5. Películas comestibles en embutidos (Aleksandra, 2016)



Embalajes Sostenibles

El embalaje sostenible es una idea compleja que debe aplicarse con un enfoque sistemático y un pensamiento crítico. Ya que se deben considerar tres cuestiones importantes en la evaluación de sostenibilidad embalaje son: (1) la totalidad del ciclo de vida del paquete a partir de materias. (2) las interacciones entre el paquete y el producto que contiene de manera que el impacto ambiental del producto con el embalaje se minimice. (3) los impactos en el negocio, en las personas y en el medio ambiente. Por otra parte es necesario considerar cuatro principios de envasado: El embalaje debe ser eficaz, eficiente, cíclico y limpio (ROY, 1985).

Tanto los materiales de base biológica y biodegradables están siendo investigados como sustitutos potenciales plásticos derivados del petróleo. La sustitución de estos materiales representan una ventaja competitiva, con propiedades mejoradas (Harlin, 2019). Los polímeros biodegradables pueden cumplir todas las funciones de envasado de alimentos sin causar ningún daño al medio ambiente. Estos materiales reducirán la necesidad de producción de polímeros sintéticos (Aachal, 2019). El desarrollo de biopolímeros que contienen agentes antimicrobianos será un gran avance para la sostenibilidad en aplicaciones de envasado de alimentos (Abdul Rahaman, 2013).

Buenas Prácticas De Manufactura (Bpm) Para El Proceso De Envasado En La Industria De Alimentos.

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su calidad e inocuidad, a fin de evitar su adulteración (Alejandra Díaz, 2009).

Empresas del sector de alimentos además, de estar preocupados por ofrecer a los consumidores un envase con la capacidad de brindar información relativa al estado del envase y la conservación del contenido elaborados a partir de materiales biodegradables

y con las nanotecnologías existentes, deben ser fabricados bajo un programa de BPM que evita la contaminación y asegura que los procesos de productos estarán a salvo (Alejandra Díaz, 2009).

Las buenas prácticas de fabricación deben considerarse siempre con relación al tipo de producto que se elabora, es importante que todas las empresas dedicadas a la producción de envases grado alimenticio y otros materiales en contacto con alimentos para adecuar las BPM apropiada para los productos elaborados de manera individual. Cualquier fabricante de alimentos tienen la obligación de adoptar todas las medidas razonables necesarias para minimizar las impurezas potenciales y contaminantes en el producto, y para establecer procedimientos para garantizar que el producto se ajuste a las especificaciones apropiadas (Puig, 2008).

En la tabla 2 se muestran algunos de los principales requerimientos generales de cada una de las etapas al envase. Según el producto/proceso de envasado.

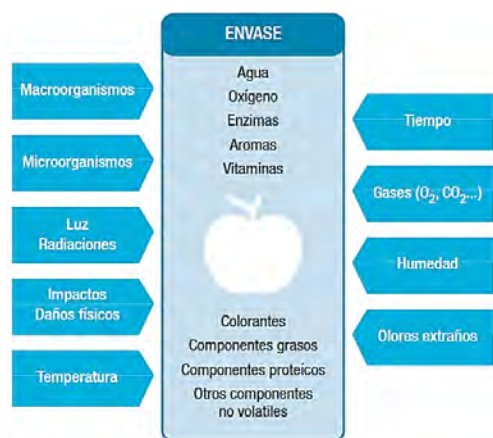
Tabla 2. Algunos requerimientos generales de envase-etapas de vida (Plastico, 2016).

PRODUCTO	PROCESO DE ENVASADO	ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE	CONSUMIDOR	FINAL DE VIDA
¿Qué le pide el producto al envase?	¿Qué le pide el proceso de envasado al envase?	¿Qué le pide el transporte al envase?	¿Qué le pide el consumidor al envase?	¿Qué le pide el final de vida al envase?
Resistencia a la luz. Resistencia al intercambio de gases. Resistencia a la Humedad. Resistencia a los tratamientos de estabilización microbiana	Coeficiente de rozamiento adecuado. Velocidad de sellado. Envasado en caliente. Resistencia de la soldadura en caliente.	Resistencia al apilado. Resistencia al impacto. Resistencia a la caída.	Facilidad de apertura. Propagación o resistencia al Rasgado. Resistencia térmica para que sea microondable u horneable. Requerimientos de transparencia.	Reciclabilidad. Facilidad de Separación. Biodegradabilidad. Compostabilidad. Fácil identificación

Los materiales y objetos, incluidos los materiales y objetos activos e inteligentes, habrán de estar fabricados de conformidad con las buenas prácticas de fabricación para que, en las condiciones normales o previsibles de empleo, no transfieran sus componentes a los alimentos en cantidades que puedan, representar un peligro para la salud humana, provocar una modificación inaceptable de la composición de los alimentos o provocar una alteración de las características organolépticas de éstos. En la figura 6 se muestran los

factores que determinan la estabilidad de los alimentos, el control de estos factores determinara la calidad e inocuidad del producto contenido en el envase.

Figura 6. Factores que determinan la estabilidad de los alimentos. (Plastico, 2016)



CONCLUSIONES

Los constantes cambios en las preferencias de los consumidores y el incremento de la demanda en temas de calidad e inocuidad han hecho que los avances tecnológicos de envasado de alimentos y la elaboración de paquetes amigables con el ambiente simplifiquen las actividades para obtener un alimento fácil de consumir minimizando el tiempo en la preparación del mismo. Estos logros harán que la industria de alimentos haga frente a nuevos retos aplicando las tecnologías y Buenas Practicas de Higiene y Manufactura descritas en el presente trabajo. Se espera que en un futuro surjan nuevas innovaciones. Por lo que es indispensable evaluar y cuantificar el riesgo potencial de las nuevas innovaciones con el fin de evitar daños a los alimentos a los consumidores y el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aachal, P. P. (2019). Biodergradable polymers in food packaging. *American Journal of Engineering Research*, 151-164.
- Abdul Rahaman, A. a. (2013). Evaluating the Effects of Biodegradable and Conventional Modified Atmosphere Packaging on the Shelf Life of Organic Cavendish Bananas . *Journal of Postharvest Technology*, 29-35.
- Alejandra Díaz, R. U. (2009). Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios. IICA, 10.
- Aleksandra, T. I. (2016). Antimicrobial nanomaterials for food packaging applications. *Food and Feed Research*, 119-126.
- Amal. (2015). Effects of nanocomposite based nano-silver and nano-titanium dioxide on food packaging materials. *International Journal of Applied Science and Technology*, 26-35.
- Bernardin III, F. E. (2007). Simulación de propiedades mecánicas de poliestireno vítreo orientado. *Polímero*, Volumen 48, Número 24, 7211-7220.
- Bourtoom. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 237-248.
- Cierpiszewski, D. R. (2012). Application of plastics and paper as food packaging materials – An overview. 177-188.
- CITA-CTIC, L. G. (2006). Envasado inteligente para alimentos.
- Cruz, C. H. (2019). Los envases para alimentos y su diseño. En C. H. Cruz. Mexico.
- Cummins, C. M.-R. (2012). Nanotechnologies in the food industry- Recent developments, risks and regulation. *Trends in Food Science & Technology*, 30-46.
- Cushen M. Kerry J. Morris M., C.-R. M. (2012). Nanotechnologies in the food industry- Recent developments, risks and regulation. *Trends in Food Science & Technology*, 30-46.
- Dainelli D., N. G. (2019). Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns . *Trends in Food Science & Technology*, 103-112.
- Dele. (2012). Application of plastics and paper as food packaging materials – An overview. 177-188.
- Fennema, D. I. (1993). The effects of plasticizers on crystallinity, permeability, and mechanical properties of methylcellulose films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 247-257.
- Floros, O. M. (2019). Active food packaging technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 185–193.
- Freidinger, L. A. (2009). Envases Inteligentes. Universidad de Reims, Francia., Universidad Tecnológica Metropolitana UTEM.

- Gimferrer, M. N. (16 de 10 de 2019). Etiquetas inteligentes y mayor calidad cárnica. Consumer eroski. Obtenido de <http://cosnumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-ytecnologia/2009/02/16/183413>.
- Girija, B. R. (2005). La degradación térmica y propiedades mecánicas de PET mezclas. Degradacion y Estabilidad de Polimeros, 147- 153.
- Gomez, I. I. (2011). Garantizando la calidad y la seguridad de los productos a través del envase inteligente. 41-45.
- Gontard, G. S. (1997). Recent innovations in edible and/or biodegradable packaging materials . Food Additives and Contaminants, 741-751.
- Harlin, V. J.-N. (2019). Biopolymer films and coatings in packaging applications - a review of recent developents. Sciences and Aplications, 708-718.
- ITENE, N. H. (2010). La seguridad y la calidad del producto garantizadas mediante las nuevas tecnologías aplicadas a los envases. 52-54.
- Kour H. Naseer A. T. Anisa M. Rajkumari K. Harmeet C. Gupta P., A. B. (2013). Advances in food packaging – a review. Stewart Postharvest Review, 1-7.
- Lin, P. M. (2013). The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. J Food Process Technol, 1-2.
- Maksimović, O.-M. E. (2016). Nanosensors applications in agriculture and food industry. Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina, 59-70.
- Materiales polímeros degradables . (1996). Plásticos modernos, 424.
- Nevena, D. Z. (2015). Edible films and coatings – sources, properties and application. Food and Feed Research, 11-22.
- Pearson, R. (1982). PVC como material de envasado de alimentos. Química de Alimentos, 85-96.
- Pedroso, A. D. (2005). La caracterización térmica mecanica y morfológica de mezclas de almidón LDPE / maíz reciclados. Polímeros de carbohidratos, 1- 9.
- Peelman N., R. P. (2013). Application of bioplastics for food packaging. Trends in Food Science & Technology, 128-141.
- Puig, M. E. (2008). Guía de buenas prácticas de fabricación para materiales y artículos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. Platicos Europa.
- Quezada, I. (2013). Envases activos e inteligentes: Tendencias y principales aplicaciones para el comercio de carne . Obtenido de Reporte Informativo, Agrimundo, ODEPA, Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario: <http://www.agrimundo>
- Ravishankar. (2016). Recent advances in processing and packaging of fishery products: a review. Aquatic Procedia, 201–213.
- ROY, V. (1985). Lactic acid. Comprehensive Biotechnology, 761-789.

- Sahin, S. P. (2005). Efectos de los parámetros de las pruebas en las propiedades mecánicas del copolímero aleatorio de polipropileno. Prueba de polímero Volumen 24, Número 5, 613-619.
- Sunil. (2012). Antimicrobial food packaging to enhance food safety: current developments and future challenges. J Food Process Technol, 12.
- Vanderroost, M. R. (2014). Intelligent food packaging: The next generatio. Trends in Food Science & Technology, 47- 62.
- Villaseñor-Ortega, P.-P. C.-G.-R.-R. (2016). Incorporation of antimicrobial agents in food packaging films and coatings. Research Signpost, 193-216.
- Walter, H. (1992). Guía De Materiales Plásticos. Hanser.

REDUCIR EL DESPERDICIO DE HILO EN EL ÁREA DE TEJIDO DE CUELLOS Y PUÑOS EN UNA EMPRESA TEXTIL.

JUAN HERNÁNDEZ PAREDES, CRISTINA OROZCO TRUJILLO, ENRIQUE REVUELTA LÓPEZ

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad medir la productividad de una empresa existente para poder identificar problemáticas, solucionarlas por medio de herramientas de Ingeniería Industrial y la medición y mejoramiento de los indicadores de productividad. Dicha empresa se dedica a la fabricación de playeras tipo Polo en diferentes presentaciones y tallas, conformadas principalmente de tela y tejido de punto, la gran mayoría de sus productos son playeras escolares, cuenta con más de 100 diseños.

El área en que hemos decidido enfocarnos fue el área de tejido, ya que ahí identificamos el problema de que no se tenía noción de la cantidad de hilo requerido para la fabricación de cuellos y puños utilizados en las playeras, lo cual está generando demasiado inventario (desperdicio, porque la mayoría no se vuelve usar) de hilo, donde se contabilizó un aproximado de 300 kg. Se establecieron indicadores y se aplicaron estrategias para resolver este problema.

Palabras Clave: indicadores, medición, desperdicio

INTRODUCCIÓN

La acción de medir se define como comprobar o comparar, de forma competitiva, la habilidad, fuerza o valía de algo o alguien en comparación con otra persona, cosa o momento de tiempo. La medición se utiliza esencialmente para el mejoramiento ya que es imposible mejorar algo que antes no ha sido medido. El presente proyecto tiene como finalidad medir la productividad de una empresa existente para poder identificar problemáticas, solucionarlas por medio de herramientas de Ingeniería Industrial y la medición y mejoramiento de los indicadores de productividad.

Nuestro equipo de trabajo contactó a una empresa local llamada “Diseños KS” para pedir el apoyo y realizar en sus instalaciones el proyecto de Medición y Mejoramiento de la Productividad.

Diseños “KS” es una empresa manufacturera dedicada a la industria textil ubicada en la calle Niños Héroes de Chapultepec #179 de la ciudad de Moroleón, Guanajuato. La empresa se dedica a la fabricación de playeras tipo Polo en diferentes presentaciones y tallas, conformadas principalmente de tela y tejido de punto, la gran mayoría de sus productos son playeras escolares, cuenta con más de 100 diseños.

El área en que hemos decidido enfocarnos fue el área de tejido, ya que ahí identificamos el problema de que no se tenía noción de la cantidad de hilo requerido para la fabricación de cuellos y puños utilizados en las playeras, lo cual va generando un incremento de hilo en almacén, que en su mayoría no se vuelve a utilizar, por cuestiones de las diferencias de colores por lotes de hilo, por lo que gran parte de este hilo se considera como desperdicio. En la empresa, se definieron indicadores, se procedió a la medición y se aplicaron estrategias para resolver este problema, lo cual todo lo anterior será detallado en las siguientes etapas de nuestro proyecto.

METODOLOGÍA

Cuando comenzamos a trabajar en la empresa, pudimos identificar algunos problemas en los que destacó que ni el dueño ni los operadores tenían idea de la cantidad de MP (hilo) que se requería para la fabricación de cuellos y puños (área de tejido) utilizados en las prendas que fabrican, por lo que cuando se compraba MP se realizaba de forma empírica o “al tanteo”. Este método para calcular el pedimento de hilo generaba mucho hilo sobrante que se considera desperdicio porque generalmente nunca se volvía a utilizar.

Para definir claramente el problema antes mencionado investigamos los principales aspectos a ser considerados entre los que destacamos los siguientes:

Tabla 1. Identificación del problema. Fuente propia

¿Cuál es el problema?	Ausencia de un plan de requerimiento de MP para la fabricación de piezas (cuellos y puños), lo que genera desperdicio de hilo.
¿Dónde?	En el área de tejido.
¿Cuándo?	01/Mar/2019 al 09/May/2019
¿Cuánto?	Desperdicio de 303.074kg de hilo.
¿Cómo se sabe?	Debido a la medición de los pesos del hilo que está en inventario en esta área.

Para poder demostrar el alto nivel que se tiene de desperdicio de MP en el área de tejido, nos dimos a la tarea de pesar todo el hilo que se tiene en el almacén de MP. Cabe mencionar que los conos de hilo están conformados por 2 partes; una es el cono de cartón donde el hilo está enrollado y la otra es el hilo.

Para poder determinar el peso de todo el inventario, se organizó la forma en que se iba a pesar, ya que el almacén cuenta con 4 estantes y con 6 divisiones cada 1, en donde en cada división se encontraban hilos como se muestra en las imágenes A, B y C, además de los que se encuentran en el suelo.

Imagen 1. Almacén de hilo que se usó para cuellos y puños de playeras



Fuente propia

Estos estantes se dividieron en 3 grupos, A, B y C y se fue tomando el peso de la siguiente manera.

Pesar un cono de cartón. (30gr)

Empezar a tomar los conos de la división de arriba hacia abajo del estante A por color y colocarlos en la báscula para registrar el peso, color y número de conos.

Repetir el paso 2 con cada división de cada estante hasta terminar de pesar todo el hilo.

Estos fueron los registros que se hicieron:

Tabla 2. Registro de conteo de hilo en almacén

COLOR	CONOS DE HILO	PESO	COLOR	CONOS DE HILO	PESO	COLOR	CONOS DE HILO	COLOR
Rosa Punteado	4	1.3	Azul claro	5	3.42	Azul Rey	2	1.745
Azul	6	2.54	Gris oscuro	8	2.51	Azul Cielo	4	2.205
Gris Jaspe	7	3.62	Azul marino	6	3.455	Blanco	2	1.01
Azul Cielo	5	1.63	Guinda	7	3.54	Gris	4	3.905
Salmón	7	1.4	Gris Azulado	5	2.18	Morado	2	2.085
Rojo pasión	8	2.9	Amarillo Canario	6	3.98	Rojo	1	1.16
Blanco	1	1.2	Verde Militar	7	4.455	Verde Menta	1	3.125
Rosa Coral	3	2.3	Azul Oscuro	6	4.93	Durazno	1	1.09
Amarillo	7	3.45	Verde Militar	5	2.13	Verde	1	1.105
Gris Azul	2	3.89	Gris Oxford	5	2.07	Azul Rey	5	3.49
Rosa M.	1	1.5	Gris Oxford	4	2.42	Plata	1	2.895
Azul Fuerte	9	2.23	Gris Plata	1	1.76	Verde Militar	9	2.39
Azul Marino	6	2.21	Verde	5	3.455	Azul Cielo	3	2.475
Blanco	1	1.63	Azul Rey	6	3.41	Blanco	3	1.43
Café Grisaseo	1	2.1	Verde Limon	4	3.375	Rosa	7	2.115
Amarillo	2	1.64	Hueso	1	2.625	Azul Marino	2	1.08
Amarillo K.	5	1.65	Rosa Fuerte	7	2.8	Fiusha	2	2.055
Verle limón	4	2.36	Rosa Claro	6	1.37	Gris	1	2.2
Café crema	15	3.87	Azul Agua	8	3.78	Verde agua	1	1.05
Verde militar	9	3.65	Gris Oxford	8	4.615	Fiusha	5	1.42
Azul Cielo	1	3.1	Azul/Verde	5	2.102	Naranja	6	2.735
Café	3	1.89	Café	5	2.225	Verde Fosforo	4	2.39
Gris	9	2.645	Mostaza	3	4.18	Blanco nive	8	3.26
Azul Cielo	10	4.65	Café Claro	4	1.125	Café	2	4.835
Azul Metal	7	2.978	Gris	6	2.125	Blanco	2	3.63
Naranja	12	2.625	Azul Cielo	1	1.75	Blanco	7	3.075
Guinda	7	2.346	Azul Rey	1	1.52	Azul marino	3	2.39
Negro	3	3.69	Amarillo	5	1.465	Azul rey	6	2.445
Negro gris	8	2.1	Gris	8	1.555	Blanco	5	1.42
Azul Cielo Pastel	4	2.905	Verde Turquesa	6	2.35	Azul marino	2	2.405
Café S.	4	1.5	Guinda	5	1.435	Blanco	4	3.62
Amarillo Pastel	1	14.652	Gris	6	2.865	Blanco	1	5.51
Naranja	2	2.648	Rosa	2	2.225	Rojo	5	3.2
Verde Pasto	3	3.659	Blanco Jaspeado	7	1.505	Verde	5	3.38
Azul Turquesa	11	2.649	Rosa	4	3.59	Azul rey	2	5.23
Coral	7	2.659	Verde Militar	8	2.69	Negro	4	3.05
Naranja	4	4.326	Blanco	4	1.95	Verde	2	1.08
Hueso	5	2.653	Azul Marino	6	3.375	Azul marino	3	3.422
Fiusha	4	2.515	Verde	1	2.265	Amarillo	7	2.65

Fuente propia

Sumando todos los pesos de los hilos en el inventario obtuvimos un total de peso bruto de 317.594Kg y para obtener el peso neto se hizo lo siguiente:

Total, de conos= 484

Peso de un cono sin hilo = 0.030Kg

$484 \times 0.030 = 14.52\text{kg}$

A los 317.594kg le restamos los 14.52kg y da un total de 303.074kg como peso neto.

Costo del Inventario: $303.074 \times 155 = \$46,976.47$

Indicadores de medición

Para poder medir y comparar los avances de nuestro proyecto determinamos los siguientes indicadores:

Tabla 3. Indicadores utilizados

Descripción	Fórmula
Hilo adquirido para la fabricación de cuellos y puños	$HC = \text{Total de hilo comprado (kg)}$
Hilo que se utilizó en los productos terminados	$HU = \text{Peso total de cuellos y puños (kg)}$
Hilo desperdiciado al finalizar la producción total	$HD = HC - HU \text{ (kg)}$
Porcentaje de hilo utilizado	$PHU = \text{Hilo utilizado} / \text{Hilo comprado}$
Porcentaje de hilo desperdiciado	$PHD = \text{Hilo desperdiciado} / \text{Hilo comprado}$

Fuente propia

De acuerdo con la información anterior se formuló el siguiente OBJETIVO DEL Proyecto: Reducir la cantidad de desperdicio de hilo que se genera en el área de tejido de cuellos y puños.

Procedimiento

Para poder cumplir con nuestro objetivo principal, se desarrollaron los siguientes procesos.

Cálculo de materia prima (MP) a utilizar.

Registro de MP.

Registro de salidas de producto terminado (PT).

Aplicación.

Cálculo de MP

Para comenzar a disminuir el desperdicio de hilo que se genera en el área de tejido, se tenían 2 propuestas (A y B) para la empresa:

Pesar los conos de hilo a utilizar antes y después de producir una prenda de cada modelo.

Explicación:

Pesar y registrar los pesos de los conos de hilo por color que se van utilizar antes de fabricar un cuello.

Colocar los hilos en las máquinas shima después de haberse pesado.

Programar máquina para fabricar 1 cuello.

Fabricar 1 cuello.

Desmontar los hilos de la máquina.

Pesar y registrar nuevamente los conos por color que se desmontaron.

Regresar los conos a la máquina para producir un par de puños.

Programar la máquina para fabricar un par de puños.

Fabricar 1 par de puños.

Desmontar nuevamente los hilos que se utilizaron.

Pesar y registrar por última vez los pesos de los conos por color.

Regresar los hilos a la máquina.

Comenzar a fabricar los cuellos y puños del modelo.

Calcular el área de cada cuello y puño para en base al área sacar la parte proporcional al peso que le corresponde a cada color de hilo que se utiliza en la fabricación del producto.

Pesar el cuello ya fabricado obteniendo el peso en gramos.

Medir el ancho y largo del cuello para calcular su área en cm^2 .

Calcular el área cuadrada de cada color que lleve el cuello.

Con ayuda de una regla de 3, determinar el peso en gramos de cada área cuadrada de cada color que lleve el cuello.

Hacer los pasos del 1 al 4 con un puño.

Cabe mencionar que la propuesta ideal para poder determinar un peso exacto de cada color de hilo que se va a necesitar para producir un cuello y puño de un modelo es la propuesta A, sin embargo, el gerente de la empresa optó por la propuesta B, ya que no quería hacer paros de la máquina cada vez que se le tuviera que pesar un cuello y un puño de un modelo a producirse, puesto que le parecía que es mucha pérdida de tiempo.

Explicación de la propuesta seleccionada.

Se realizaron unos formatos que nos ayudaron a realizar las anotaciones y cálculos necesarios para poder determinar la cantidad de hilo que necesitarían utilizar para cada modelo, y así, comprar solamente la materia prima a utilizar y lograr evitar el desperdicio de hilo.

Tabla 4. Relación de dimensiones por color de cuello y puño

MODELO	CUELLO/ PUÑO	ANCHO	LARGO	CANT TOTAL	CANT PRODU- CIDOS	FECHA	COLORES	PESO Gramos
SEPyC	CUELLO	10	40	100	100	25- 27/Mzo	Base Marino Rojo 3x40	25
SEPyC	CUELLO	10	40	100	100	25- 27/Mzo	Base Gris Negro 3x40	25
SINALOA	PUÑO	4	34	200	200	25- 27/Mzo	Base Gris Negro 2x34	8
Victo Salazar	CUELLO	10	40	36	36	28/Mzo	Base Negro	25

Con la captura de estos datos se fueron realizando los cálculos necesarios para determinar el peso de cada cuello y puño por color.

Las medidas y pesos de los cuellos pueden ser;

CH 8 x 30 cm 15gr

M 8 x 35 cm 18gr

G 10 x 40 cm 25gr

EG 11 x 45 cm 31gr

Cada talla puede conformarse de 1 a 3 colores dependiendo del diseño y siempre un color tiene que ser de base, es decir;

1 color Base

2 colores Base y 1 color

3 colores Base y 2 colores

Es por eso que en este apartado del formato se especifica qué color es la base y si tiene otro color se indica las medidas de éste para poder determinar su área.

Cálculo de MP a utilizar.

Cuellos:

Con la ayuda del formato anterior se obtuvieron los datos que se necesitan para poder calcular la MP que se debe de adquirir y se realizó siguiendo el siguiente

Proceso:

Medir el ancho y largo del cuello y registrar las medidas.

Pesar un cuello y registrar su peso en gramos.

Calcular el área del cuello. Cabe mencionar que los cuellos y puños son lienzos en forma de rectángulo.

Los cuellos que tuvieran más de un color, se mide el ancho y largo de éste para calcular su área y se anota el nombre del color.

Una vez que se determinaran todos los colores, medidas y áreas, se calculaba el peso que le correspondía a cada color con ayuda del siguiente control.

Tabla 5. Para un color.

Modelo	Tipo	Ancho cm	Largo cm	Área Total cm2	Colores	Peso Total gr
SEPyC	C	10	40	400	Marino	25
SEPyC	C	10	40	400	Gris	25
SEPyC	C	10	40	400	Negro	25
SEPyC	C	10	40	400	Plata	25
VictorSalazar	C	10	40	400	Negro	25
VictorSalazar	C	10	40	400	Marino	25

Fuente propia

Tabla 6. Para dos colores

Medida Total						Medidas por Color						
Modelo	Tipo	Ancho cm	Largo cm	Área Total cm2	Peso Total gr	Colores	Ancho cm	Largo cm	Área por Color cm2	Peso por Color gr	Ajuste	Peso Final por Color gr
SEPyC	C	10	40	400	25	B Marino	7	40	280	17.50		
						Rojo	3	40	120	7.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Gris	7	40	280	17.50		
						Negro	3	40	120	7.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Plata	7	40	280	17.50		
						Negro	3	40	120	7.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Negro	7	40	280	17.50		
						Gris	3	40	120	7.50		

Fuente propia

Tabla 7. Para tres colores

		Medida Total				Medidas por Color						
Modelo	Tipo	Ancho cm	Largo cm	Área Total cm2	Peso Total gr	Colores	Ancho cm	Largo cm	Área por Color cm2	Peso por Color gr	Ajuste	Peso Final por Color gr
SEPyC	C	10	40	400	25	B Marino	6	40	240	15.00		
						Rojo	3	40	120	7.50		
						Blanco	1	40	40	2.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Gris	6	40	240	15.00		
						Negro	3	40	120	7.50		
						Blanco	1	40	40	2.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Plata	6	40	240	15.00		
						Negro	3	40	120	7.50		
						Blanco	1	40	40	2.50		
SEPyC	C	10	40	400	25	B Negro	6	40	240	15.00		
						Gris	3	40	120	7.50		
						Blanco	1	40	40	2.50		

Fuente propia

Como se puede apreciar en los controles para 2 o 3 colores, existe una columna que se llama “Ajuste” y “Peso Final”, esta se utiliza para en caso de que haya alguna variación en los colores que conforman el producto, se realice el ajuste necesario, por ejemplo, si el color 2 o el 3 no estaban completamente relleno su parte, es necesario hacer un ajuste:

Imagen 2. Cuello de playera tipo polo



Este cuello tiene una medida de 10 por 40cm con un área total de 400cm² y su peso total es de 25gr.

El color blanco tiene una medida de 7 por 40cm.

El color azul tiene una medida de 3 por 40cm a lo cual se le llama tubular.

El área del color blanco es de 280cm², le corresponde un peso de 17.50cm² y que el tubular tiene un área de 120cm² con un peso de 7.50gr (los pesos se calculan con una regla de tres), sin embargo, como se puede apreciar en la imagen, el tubular no está completamente relleno de azul, sino que se complementa con el color blanco, es por eso que aquí se decide hacer un “Ajuste”.

Ajuste: el peso total del azul debería de ser de 7.50cm², sin embargo, se debe de dividir entre 2 y el peso quedará de 3.75cm² y los otros 3.75cm² se sumarán al color blanco.

Por lo tanto:

peso final del color blanco = $17.50 + 3.75 = 21.25\text{gr.}$

peso final del color azul = 3.75gr.

De esta forma es como se va determinando la cantidad a utilizar de MP.

Supongamos que se tiene que producir un pedido como el del ejemplo anterior de 50 cuellos con las mismas especificaciones y colores. Como ya se sabe la cantidad que debe de emplearse, se hace simplemente una multiplicación por color y por la cantidad a producir:

Cantidad por utilizar del color blanco = $21.5 \text{ por } 50 = 1,062.5\text{kg.}$

Cantidad por utilizar del color azul = $3.75 \text{ por } 50 = 187.5\text{gr.}$

Puños:

Para determinar la cantidad de MP en la fabricación de los puños se hizo exactamente igual que con los cuellos, la diferencia es que para este producto se utiliza siempre una misma medida para las 4 tallas que se fabrican, puede decirse que ya se tiene una medida estándar:

Medida 4 x 34cm.

Peso total 8gr.

Área cuadrada 136cm²

Otra diferencia es que el lienzo que fabrica la máquina alcanza para un par de puños, puesto que el largo del lienzo se divide en 2 y de esta forma salen los 2 puños.

RESULTADOS

En el transcurso de las 8 semanas se pudo hacer una requisición de MP para algunos pedidos, ya que de los que se estaban registrando en el historial se volvieron a solicitar más y con la ayuda de los controles se logró adquirir solamente la cantidad más próxima a la necesaria. Cabe mencionar que, aunque los controles arrojaban la cantidad a utilizar de MP, es imposible adquirirla exactamente así por la siguiente razón:

Las empresas que se dedican a la venta de hilo, lo hacen por bolsa o por cono y a según pese en gr o kg, es decir, si se necesitaran 20kg para producir un modelo de un solo color, se hace el encargo de esta cantidad a la empresa que lo venda, sin embargo, la empresa no va a vender exactamente los 20kg porque la bolsa no pesa exactamente esa cantidad, las bolsas en promedio rondan entre los 10 – 12kg y en este caso se solicitarían posiblemente las 2 bolsas o solamente 1 y lo demás se complementaría con conos ya que estos pesan alrededor de 1kg. Es por ello por lo que siempre habrá un desperdicio, pero con la ayuda de esta metodología que se está implementando, el desperdicio será el mínimo.

Con el historial que se realizó, solamente se lograron registrar los datos de la MP que se requieren para los modelos que se produjeron a lo largo de las 8 semanas, sin embargo, hubo 3 pedidos que solicitaron entre las semanas 6 y 7 que ya se tenía el registro de la MP que se debe de utilizar para producir esos modelos.

Modelos que solicitaron nuevamente:

SEPyC

Jorge Saucedo

Victor Salazar

Con estos 3 modelos se realizó el comparativo de la primera vez que se registró la MP que se adquirió para producirlos contra la MP que se utilizó para fabricarlos en el segundo pedido.

En la semana 1 se hizo el cálculo de la MP que se debe de utilizar para fabricar el modelo de Víctor Salazar y se registró la MP que entró y el PT que salió para realizar el comparativo.

SEMANA 1 Victor Salazar

Entrada de MP

FECHA	TIPO	PROVEEDOR	COLOR	KG
SEMANA 1 (4-9/marzo)				
07/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	GRANATE	8.1
07/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	ESPUMA	3.25
08/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	ULTRAMAR	7.9
08/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	MILITAR	1.1
08/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	GRIS JASPE	6.4
08/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	VERDE	0.98
08/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	NEGRO	1.2
09/03/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	GRIS JASPE	1.23
30.16				

Salida de PT

Fecha	Modelo/Cliente	CH	M	G	EX	Cantidad Cuellos	Peso MT Kg
09/03/2019	Sra Rosy	70	90	90	65	315	9.46
	Leo	56	80	70	50	256	7.63
	Victo Salazar	65	85	80	50	280	8.30

Tabla 8. Indicadores semana

SEMANA 2 SEPyc

Entrada de MP

HC = 10.39

 $HD = HC - HU = 10.39 - 8.13 = 2.26\text{kg}$ $PHU = HU/HC = (8.13 / 10.39) * 100 = 78\%$ $PHD = HD / HC = 2.26 / 10.39 = 22\%$

SEMANA 2 Jorge Saucedo

Entrada de MP

HC = 10.47

 $HD = HC - HU = 10.47 - 7.55 = 2.92\text{kg}$ $PHU = HU/HC = (7.55 / 10.47) * 100 = 72\%$ $PHD = HD / HC = 2.92 / 10.47 = 28\%$

Salida de PT

HU = 8.13

Salida de PT

HU = 7.55

Fuente propia

Tabla 9. Indicadores semana 2

SEMANA 6 SEPyc

Entrada de MP

HC = 9.66

 $HD = HC - HU = 9.66 - 8.76 = 0.9\text{kg}$ $PHU = HU/HC = (8.76 / 9.66) * 100 = 91\%$ $PHD = HD / HC = 0.9 / 9.66 = 9\%$

SEMANA 6 Jorge Saucedo

Entrada de MP

HC = 10.13

 $HD = HC - HU = 10.13 - 9.1 = 1.03\text{kg}$ $PHU = HU/HC = (9.1 / 10.13) * 100 = 90\%$ $PHD = HD / HC = 1.03 / 10.13 = 10\%$

Salida de PT

HU = 8.76

Salida de PT

HU = 9.1

Fuente propia

Tabla 10. Indicadores semana 6.

SEMANA 7 Victor Salazar												
Entrada de MP					Salida de PT							
SEMANA 7 (29/abril - 04/mayo)												
29/04/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	BLANCO	3.10	Modelo	CH	M	G	EX	Total Playe ras	Colores	Cantidad a Requerir Kg
29/04/2019	HILO POL-ALG 50/50	AZTEXTIL	ROJO	7.30	Victor Salazar	70	70	60	40	240	Blanco beige	6.10
01/05/2019	HILO POL-ALG 50/51	AZTEXTIL	VINO	3.44							Café	0.44
01/05/2019	HILO POL-ALG 50/52	AZTEXTIL	GRIS	5.24							Kaky	0.44
02/05/2019	HILO POL-ALG 50/53	AZTEXTIL	KAKY	0.69								
02/05/2019	HILO POL-ALG 50/54	AZTEXTIL	BLANCO BEIGE	6.34								
02/05/2019	HILO POL-ALG 50/55	AZTEXTIL	CAFÉ	0.75								
HC = 7.78					HU = 6.98							
<u>HD</u> = HC – HU = 7.78 – 6.98 = 0.8 <u>kg</u>												
<u>PHU</u> = HU/HC = (6.98 / 7.78)*100 = <u>90%</u>												
<u>PHD</u> = HD / HC = 0.8 / 7.78 = <u>10%</u>												

Fuente propia

Ahora se representan los valores anteriores en términos de recurso monetario, mostrando el desperdicio por modelo y el ahorro que se genera al haber aplicado la metodología:

Tabla 11. Resumen de Indicadores de ahorro monetario

Semana 1 Víctor Salazar	Semana 7 Víctor Salazar	Ahorro (S1-S7)
1.51kg x \$155.00 = \$234.05 (280 playeras)	0.8kg x \$155.00 = \$124.00 (240 playeras)	\$110.05
Semana 2 SEPyC	Semana 6 SEPyC	Ahorro (S2-S6)
2.26kg x \$155.00 = \$350.30 (270 playeras)	0.9kg x \$155.00 = \$139.50 (300 playeras)	\$210.80
Semana 2 Jorge Saucedo	Semana 6 Jorge Saucedo	Ahorro (S2-S6)
2.92kg x \$155.00 = \$452.60 (251 playeras)	1.03kg x \$155.00 = \$159.65 (305 playeras)	\$292.95

Fuente propia

Ya que nuestra metodología de cálculo de materia prima sólo se pudo aplicar a 3 modelos a lo largo de las 8 semanas, se puede calcular un promedio de lo que se puede ahorrar a largo plazo:

$$\text{Promedio de Ahorros} = \frac{\text{Suma de Ahorros}}{\text{Pedidos}} = \frac{613.8}{3} = \$ 204.60$$

Considerando que la empresa saca tres pedidos por semana podemos calcular el ahorro que generaría nuestra metodología aplicándola a lo largo de un año:

$$\$204.60 \times 3 = \$613.80 \text{ semanales}$$

$$\$613.80 \times 52 = \$31,917.60 \text{ anuales}$$

Muestra de aumento y disminución en los indicadores que se midieron:

Porcentaje de Hilo Utilizado = Hilo Utilizado / Hilo Comprado

$$\text{PHU} = \text{HU} / \text{HC}$$

Porcentaje de Hilo Desperdiciado = Hilo Desperdiciado / Hilo Comprado

$$\text{PHD} = \text{HD} / \text{HC}$$

Se hará la comparación de estos dos indicadores en la producción de los 3 pedidos que fueron solicitados nuevamente con las semanas en los que se fabricaron.

Víctor Salazar

Semana1

PHU = 85%

PHD = 15%

Semana7

PHU = 90%

PHD = 10%

SEPyC

Semana2

PHU = 78%

PHD = 22%

Semana6

PHU = 91%

PHD = 9%

Jorge Saucedo

Semana2

PHU = 72%

PHD = 28%

Semana6

PHU = 90%

PHD = 10%

La finalidad del PHU fue incrementarlo para utilizar al máximo la MP y se cumplió con la ayuda del proyecto realizado, al igual que el PHD se cumplió con reducirlo para disminuir el desperdicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAYNARD. 2010 manual del Ingeniero Industrial

Dirección General de Capacitación y Productividad STPS (1987). "Metodologías para la medición de la productividad". México. Guías técnico-metodológicas para la mediana empresa N.2 al 6.

Rodríguez F. y Gómez L. (1991). Indicadores de Calidad y Productividad en la empresa. Corporación Andina de Fomento

CERVERA, M. 1996 Globalización Japonesa, Editorial Siglo XXI. México

KEEPING SCORE: Using the Right Metrics to Drive World-Class Performance Mark Graham Brown ,Productivity Press ,1996 ISBN: 0-527-76312-8 (ProductivityPress) o 0-8144-0327-1 (AMACOM)

LEAN THINKING : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation James P. Womak and Daniel T. Jones Gestion 2000 1996, 2nd edition. ISBN: ISBN 84-8088-689-7 ó ISBN 0684-81035-2

OPTIMIZACIÓN DE CAMBIO DE FORMATO EN UNA LÍNEA DE MOLDEO DE PLÁSTICO POR COMPRESIÓN.

ISIDRO MARTÍNEZ CHAPARRO¹, JESÚS RAMÍREZ MONDRAGÓN²

RESUMEN

Las líneas de moldeo por compresión donde se realiza este proyecto están orientadas a la producción de tapa-rosca plásticas para botellas de PET elaboradas con polietileno de alta densidad (HDPE). El objetivo principal de este estudio es la reducción del tiempo de cambio de herramental de la línea mediante: 1) análisis de las actividades, 2) establecer el número de personas necesarias, 3) establecer actividades a cada persona, 4) ejecutar un plan estratégico. La ejecución correcta de las fases anteriores tendrá resultados positivos que se verán reflejados en: 1) menor tiempo muerto en el equipo, 2) cambios rápidos que permiten cambios más frecuentes, 3) producción flexible. 4) capacidad de respuesta a la demanda. De este modo se implementan herramientas de empresas de clase mundial para que la empresa sea capaz de continuar dentro de un mercado competitivo.

Palabras clave: Formato: Moldes de acuerdo a la medida de la tapa-rosca que se fabricara, la maquina contiene 48 moldes.

Moldeo por compresión: Proceso de conformación de piezas, un polímero generalmente, introduciendo en un molde abierto para después aplicar presión para que el material adopte la forma del molde

ABSTRACT:

The compression molding lines where this project is carried out are oriented to the production of threaded plastic caps for PET bottles made with high density polyethylene (HDPE). The main objective of this study is the reduction of the tool change time of the line by: 1) analysis of activities, 2) establish the number of people needed, 3) establish

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. isidro1080m@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. gsus1996@hotmail.com

activities for each person, 4) execute a strategic plan. The correct execution of the previous phases will have positive results that will be reflected in: 1) less downtime in the equipment, 2) rapid changes that allow more frequent changes, 3) flexible production. 4) capacity to respond to demand. In this way, tools of world-class companies are implemented so that the company is able to continue within a competitive market.

Keywords: *Format: Molds according to the size of the screw cap that will be manufactured, the machine contains 48 molds.*

Compression molding: Process of forming parts, a polymer generally, introducing into an open mold and then applying pressure for the material to take the form of the mold

INTRODUCCIÓN

El SMED cambia el supuesto de que los cambios de útiles / preparaciones requieren mucho tiempo. El concepto consiste en conocer las actividades de “Setup” interno y “Setup” Externo. Cuando los cambios de útiles pueden hacerse rápidamente, se hacen si es necesario. Esto significa que las empresas pueden producir en pequeños lotes, lo que tiene muchas ventajas: Flexibilidad: las empresas pueden satisfacer cambiantes demandas de clientes sin necesidad de mantener grandes stocks. Entregas rápidas: la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos, y menos tiempo de espera para los clientes. Productividad más elevada: tiempos de preparación y cambios de útiles más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.

El sistema (Single Minute Exchange of Die) SMED

Se ha definido el SMED como la teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de 10 minutos. “Es importante señalar que puede no ser posible alcanzar el rango de menos de diez minutos para todo tipo de preparaciones de máquinas, pero el SMED reduce dramáticamente los tiempos de cambio y preparación en casi todos los casos. La reducción de los tiempos de estas operaciones beneficia considerablemente a las empresas” [1]

Aplicación de SMED

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de utillaje necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro.

Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.

Reducir el tamaño del inventario.

Reducir el tamaño de los lotes de producción.

Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción. [2]

Herramientas a utilizar en SMED.

El secreto no pasa por las herramientas, sino por la manera en que éstas son utilizadas e interrelacionadas entre sí a los efectos de lograr los resultados. Además, son necesarias tanto disponer de aptitud y actitud para realizar la tarea, aparte de disciplina se debe tener capacidad de observación y análisis, creatividad y voluntad de cambio. Las herramientas son:

Utilización de cronómetro: Medir el tiempo en sus fracciones más pequeñas.

Gráfica de Gantt: Esta gráfica sirve para la planificación y control de una serie de actividades descritas para un período determinado.

Cursó grama / fluxograma: Gráfica que muestra el flujo y número de operaciones secuenciales de un proceso o procedimiento para generar un bien o un servicio.

Planilla de relevamiento: Encuesta o formulario de liberación de la carga de trabajo de un proceso. [3]

Planilla de análisis y mejora: Encuesta o formulario de eventos en un proceso para el análisis y mejora del mismo.

Diagrama de Pareto: Herramienta gráfica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto de causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa.

Camino Crítico: Es una secuencia de actividades conectadas, que conduce del principio del proyecto al final del mismo, por lo que aquel camino que requiera el mayor trabajo, es decir, el camino más largo dentro de la red, viene siendo la ruta crítica o el camino crítico de la red del proyecto.

Control Estadístico de Procesos (SPC): Es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminadas a la mejora de los mismos.

Histogramas: Es una representación gráfica de una variable frente a otra, en forma de barras, donde la altura o eje vertical es proporcional a los valores producidos, y la anchura o eje horizontal a los intervalos o valores de la clasificación.

Medias – Modas – Medianas: Son las medidas de tendencia central más usuales a) media aritmética ($\bar{x}$), el valor medio. b) mediana, el valor central. c) moda, el valor más frecuente.

Diagrama de Ishikawa: Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas, relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan. • Análisis Inverso: Metodología o herramienta de gestión que partiendo del resultado u objetivo al cual se quiere llegar, procede a analizar cuáles son los factores o causas de las cuales depende dicho resultado,

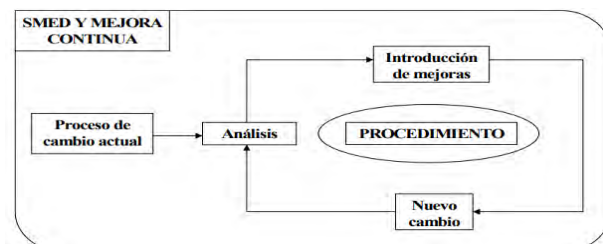
Diagrama del Proceso de Operación: Diagramas que emplean símbolos gráficos para representar los pasos o etapas de un proceso. También permiten describir la secuencia de los distintos pasos o etapas y su interacción.

Benchmarking: Se define como el proceso continuo de mejora de productos, servicios y métodos con respecto al competidor más fuerte o aquellas compañías consideradas líderes. [3]

Aplicación

ETAPAS

- 1.-Etapa preliminar Estudio de la operación de cambio
- 2.-Primera etapa: Separar tareas internas y externas
- 3.-Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas
- 4.-Tercera etapa: Perfeccionar las tareas internas y externas.



METODOLOGÍA**Etapla preliminar: Estudio de la operación de cambio, medición de tiempos**

No.	CAMBIO DE MOLDES DE COMPRESIÓN	Responsable	TIEMPO	
			horas	min
1	Apagar la maquina	Ajustador	3	
2	Abrir las protecciones	Ajustador	10	
3	Buscar la herramienta necesaria	Ajustador	15	
4	Trasladar la herramienta necesaria	Ajustador	5	
5	Trasladar los moldes a cambiar	Ajustador	20	
	Repetir las siguientes acciones en 48 cavidades			
6	Elevar el actuador inferior	Ajustador	0.5	
7	Remover el molde inferior	Ajustador	2	
8	Colocar le molde inferior en la mesa de trabajo	Ajustador	0.5	
9	Limpiar y guardar le molde inferior	Ajustador	1	
10	Desconectar mangueras del molde superior	Ajustador	0.5	
11	Desatornillar el molde superior	Ajustador	2	
12	Retirar el molde superior	Ajustador	1	
13	Colocar le molde superior en la mesa de trabajo	Ajustador	0.5	
14	Limpiar y guardar le molde superior	Ajustador	3	
15	Desatornillar el extractor de tapas	Ajustador	1	
16	Retirar el extractor de tapas	Ajustador	2	
17	Limpiar y guardar el extractor de tapas	Ajustador	0.5	
18	Sacar de su caja los moldes a colocar	Ajustador	2	
19	Pre montar el molde superior	Ajustador	0.5	
20	Engrasar el molde superior	Ajustador	1	
21	Colocar el molde sup en su cavidad	Ajustador	1	
22	Atornillar el molde superior	Ajustador	2	
23	Conectar mangueras del molde superior	Ajustador	0.5	
24	Pre montar el molde inferior	Ajustador	2	
25	Engrasar el molde inferior	Ajustador	1	
26	Colocar el molde inf en su cavidad	Ajustador	0.5	
27	Atornillar el molde inferior	Ajustador	2	
28	Engrasar el extractor	Ajustador	1	
29	Montar el extractor	Ajustador	0.5	
30	Atornillar el extractor	Ajustador	1	
31	Bajar los actuadores	Ajustador	0.5	
32	Girar el carrusel de moldeo manualmente	Ajustador	0.5	
	Continuar al termino de las 48 cavidades		30.5	
33	Torquear los moldes superiores	Ajustador	40	
34	Torquear los extractores	Ajustador	30	
35	Elevar los actuadores	Ajustador	10	
36	Torquear los moldes inferiores	Ajustador	50	
37	Recoger la herramienta	Ajustador	10	
38	Aplicar limpieza y orden	Ajustador	15	
39	Cerrar las protecciones	Ajustador	10	
40	Trasladar la herramienta a mantenimiento	Ajustador	5	
41	Trasladar los moldes cambiados a almacén	Ajustador	10	
42	Encender la maquina	Ajustador	5	
43	Verificar fugas	Ajustador	5	

ETAPA 1: Separación de tareas en internas y externas

No.	CAMBIO DE MOLDES DE COMPRESIÓN	min	TAREA	
			Interna	Externa
1	Apagar la maquina	3	3	
2	Abrir las protecciones	10	10	
3	Buscar la herramienta necesaria	15		15
4	Trasladar la herramienta necesaria	5		5
5	Trasladar los moldes a cambiar	20		20
	Repetir las siguientes acciones en 48 cavidades			
6	Elevar el actuador inferior	24	24	
7	Remover el molde inferior	96	96	
8	Colocar le molde inferior en la mesa de trabajo	24	24	
9	Limpiar y guardar le molde inferior	1		1
10	Desconectar mangueras del molde superior	24	24	
11	Desatornillar el molde superior	96	96	
12	Retirar el molde superior	48	48	
13	Colocar le molde superior en la mesa de trabajo	0.5		1
14	Limpiar y guardar le molde superior	3		3
15	Desatornillar el extractor de tapas	48	48	
16	Retirar el extractor de tapas	96	96	
17	Limpiar y guardar el extractor de tapas	0.5		0.5
18	Sacar de su caja los moldes a colocar	2		2
19	Pre montar el molde superior	0.5		0.5
20	Engrasar el molde superior	1		1
21	Colocar el molde sup en su cavidad	48	48	
22	Atornillar el molde superior	96	96	
23	Conectar mangueras del molde superior	24	24	
24	Pre montar el molde inferior	2		2
25	Engrasar el molde inferior	1		1
26	Colocar el molde inf en su cavidad	24	24	
27	Atornillar el molde inferior	48	48	
28	Engrasar el extractor	1		1
29	Montar el extractor	30	30	
30	Atornillar el extractor	36	36	
31	Bajar los actuadores	18	18	
32	Girar el carrusel de moldeo manualmente	18	18	
	Continuar al termino de las 48 cavidades			
33	Torquear los moldes superiores	40	40	
34	Torquear los extractores	30	30	
35	Elevar los actuadores	10	10	
36	Torquear los moldes inferiores	50	50	
37	Recoger la herramienta	10		10
38	Aplicar limpieza y orden	15		15
39	Cerrar las protecciones	10		10
40	Trasladar la herramienta a mantenimiento	5		5
41	Trasladar los moldes cambiados a almacén	10		10
42	Encender la maquina	5	5	
43	Verificar fugas	5		5
		1054	946	108
		17.56	15.77	1.8

ETAPA 2: Convertir tareas internas en externas

No.	CAMBIO DE MOLDES DE COMPRESIÓN	min	TAREA	
			Interna	Externa
1	Apagar la maquina	3	3	
2	Abrir las protecciones	10		10
3	Buscar la herramienta necesaria	15		15
4	Trasladar la herramienta necesaria	5		5
5	Trasladar los moldes a cambiar	20		20
	Repetir las siguientes acciones en 48 cavidades			
6	Elevar el actuador inferior	24	24	
7	Remover el molde inferior	96	96	
8	Colocar le molde inferior en la mesa de trabajo	24	24	
9	Limpiar y guardar le molde inferior	1		1
10	Desconectar mangueras del molde superior	24	24	
11	Desatornillar el molde superior	96	96	
12	Retirar el molde superior	48	48	
13	Colocar le molde superior en la mesa de trabajo	0.5		1
14	Limpiar y guardar le molde superior	3		3
15	Desatornillar el extractor de tapas	48	48	
16	Retirar el extractor de tapas	96	96	
17	Limpiar y guardar el extractor de tapas	0.5		0.5
18	Sacar de su caja los moldes a colocar	2		2
19	Pre montar el molde superior	0.5		0.5
20	Engrasar el molde superior	1		1
21	Colocar el molde sup en su cavidad	48	48	
22	Atornillar el molde superior	96		96
23	Conectar mangueras del molde superior	24		24
24	Pre montar el molde inferior	2		2
25	Engrasar el molde inferior	1		1
26	Colocar el molde inf en su cavidad	24	24	
27	Atornillar el molde inferior	48	48	
28	Engrasar el extractor	1		1
29	Montar el extractor	30		30
30	Atornillar el extractor	36	36	
31	Bajar los actuadores	18	18	
32	Girar el carrusel de moldeo manualmente	18	18	
	Continuar al termino de las 48 cavidades			
33	Torquear los moldes superiores	40		40
34	Torquear los extractores	30		30
35	Elevar los actuadores	10		10
36	Torquear los moldes inferiores	50		50
37	Recoger la herramienta	10		10
38	Aplicar limpieza y orden	15		15
39	Cerrar las protecciones	10		10
40	Trasladar la herramienta a mantenimiento	5		5
41	Trasladar los moldes cambiados a almacén	10		10
42	Encender la maquina	5	5	
43	Verificar fugas	5		5
		1054	656	398
		17.56	10.93	6.63333

ETAPA 3: Perfeccionar tareas internas y externas

No.	CAMBIO DE MOLDES DE COMPRESIÓN	min	TAREA	
			Interna	Externa
1	Apagar la maquina	3	3	
2	Abrir las protecciones	10		10
3	Buscar la herramienta necesaria	15		15
4	Trasladar la herramienta necesaria	5		5
5	Trasladar los moldes a cambiar	20		20
	Repetir las siguientes acciones en 48 cavidades			
6	Elevar el actuador inferior	24	24	
7	Remover el molde inferior	72	72	
8	Colocar le molde inferior en la mesa de trabajo	24	24	
9	Limpiar y guardar le molde inferior	1		1
10	Desconectar mangueras del molde superior	18	18	
11	Desatornillar el molde superior	84	84	
12	Retirar el molde superior	36	36	
13	Colocar le molde superior en la mesa de trabajo	0.5		1
14	Limpiar y guardar le molde superior	3		3
15	Desatornillar el extractor de tapas	40	40	
16	Retirar el extractor de tapas	72	72	
17	Limpiar y guardar el extractor de tapas	0.5		0.5
18	Sacar de su caja los moldes a colocar	2		2
19	Pre montar el molde superior	0.5		0.5
20	Engrasar el molde superior	1		1
21	Colocar el molde sup en su cavidad	40	40	
22	Atornillar el molde superior	78		78
23	Conectar mangueras del molde superior	24		24
24	Pre montar el molde inferior	2		2
25	Engrasar el molde inferior	1		1
26	Colocar el molde inf en su cavidad	24	24	
27	Atornillar el molde inferior	36	36	
28	Engrasar el extractor	1		1
29	Montar el extractor	30		30
30	Atornillar el extractor	28	28	
31	Bajar los actuadores	18	18	
32	Girar el carrusel de moldeo manualmente	18	18	
	Continuar al termino de las 48 cavidades			
33	Torquear los moldes superiores	22		22
34	Torquear los extractores	16		16
35	Elevar los actuadores	7		7
36	Torquear los moldes inferiores	38		38
37	Recoger la herramienta	6		6
38	Aplicar limpieza y orden	10		10
39	Cerrar las protecciones	7		7
40	Trasladar la herramienta a mantenimiento	5		5
41	Trasladar los moldes cambiados a almacén	5		5
42	Encender la maquina	5	5	
43	Verificar fugas	5		5
		857.5	542	316
		14.29	9.033	5.26667

CONCLUSIONES

El uso de la metodología del SMED nos ayudó a lograr una reducción del tiempo de cambio de moldes, por lo cual se reduce el tiempo ocioso que se puede aprovechar en aumentar la producción en más de dos horas. El proceso se puede mejorar reduciendo aún más el tiempo del set up, para ello es conveniente analizar las actividades de una forma más detallada, involucrando temas como seguridad y calidad, definiendo actividades para cada operador, te

ner dos carritos de herramientas en vez de solo uno, un punto a considerar es el trabajo en parejas teniendo una plantilla de cuatro operadores, esto haría más rápido y fácil el proceso de cambio de molde, ya que en cada costado de la máquina se tendría a un operador realizando maniobras para desmontar los herramentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I. F. Paredes, «SMED FUNCIONAL,» PROGRESO, vol. 2, nº 3, pp. 12,14, 2012

M. Lefcovich, «<http://www.ilustrados.com/publicaciones/#superior> autor consultado,» sep/2006 . [En línea]

u. R. Rivas, «<http://www.manufacturaweb.com/>,» Sep/2006.

S. Shingo, «, T Theory and conceptual stages,,» de he SMED system I:, Japan:, Cambridge, MA and Norwalk, 1987.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE GÉNERO EN PROCESOS INDUSTRIALES (CASO DE ESTUDIO: LLENADO DE SILOS EN LABORATORIO CIM).

ANTONIO HUERTA ESTÉVEZ¹, MANUEL RIVERA MORENO², ELSA ELENA CORONA MAYORAL³

RESUMEN

El siguiente trabajo muestra un análisis estadístico con el software Minitab, que nos ayuda al análisis de datos que nos permitirán tomar mejores decisiones en cuanto a determinar si en el proceso de llenado de recipientes con 150 g de productos (arroz, Lenteja y Frijol) existe diferencia significativa en las medias de las lecturas que nos permitan establecer que si existe una variación importante en cuanto al género (mujer u hombre) del operador. Se demuestra como en cada uno de los productos se cuenta con 3 métodos diferentes de llenado del producto y con esto determinar si incluso el método es el que nos esta tendenciando nuestro análisis de los datos. El análisis muestra de manera general los datos de cada lectura de los productos, así de manera individualizada, con el fin de comprobar de mejor manera nuestra Hipótesis Nula. Para cada uno de estos análisis se desarrollaron pruebas de hipótesis ANOVA que nos permiten decidir o no en la aceptación de nuestro Ho. Así mismo también se desarrollaron histogramas y gráficos de caja que soportaran la información presentada por las pruebas ANOVA, y así demostrar estadísticamente la diferencia o no de género en un proceso industrial.

Palabras clave: Análisis Estadístico, Género, Prueba ANOVA

INTRODUCCIÓN

La Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW) constituye desde 1981 para el Estado mexicano, un compromiso

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz. huertastvz@gmail.com

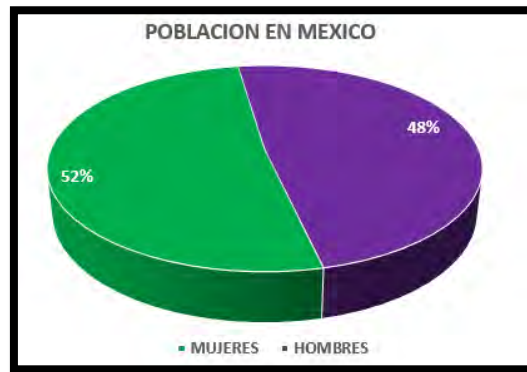
2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz. mrivera_moreno@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz. elsaelenacorona@hotmail.com

ineludible para establecer las políticas públicas de igualdad entre mujeres y hombres, y para enfrentar la discriminación y la violencia contra mujeres y niñas. La Plataforma de Acción de Beijing, compromiso adoptado en 1995, obliga a garantizar la igualdad de jure y de facto entre mujeres y hombres, tanto en el goce de sus derechos humanos como en el ejercicio pleno de sus libertades fundamentales. En este contexto el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) recopila estas diversas aportaciones en una publicación llamada *Mujeres y Hombres en México 2017*.

Las estimaciones de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO) para 2017 indican que residen en el país más de 123 millones de personas, de los cuales 63.3 millones son mujeres y 60.2 millones son hombres. Los porcentajes se muestran en la Imagen 1.

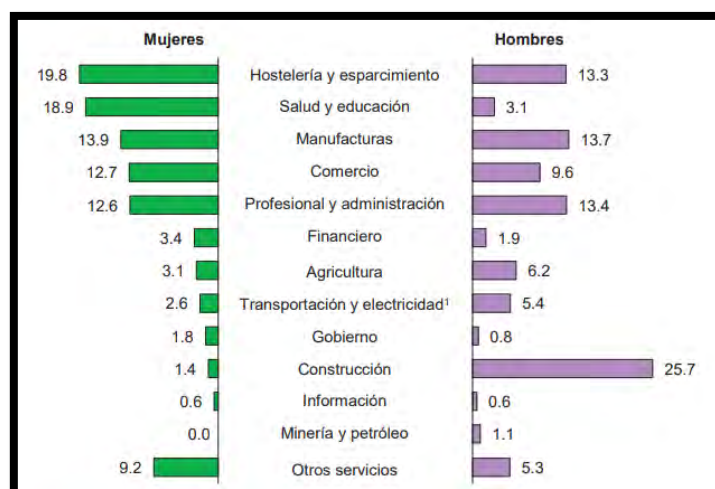
Imagen 1. Población en México 2107



Fuente: Elaboración propia

Entre 2013 y 2015 de las Mujeres y Hombres mexicanos ocupados en Estados Unidos de América según su actividad económica, se tienen que un 13.9% de las mujeres se dedica al sector de la manufactura y un 13.7% de los hombres en estados Unidos de América se dedican a este mismo ramo. Tal como lo muestra la Imagen 2.

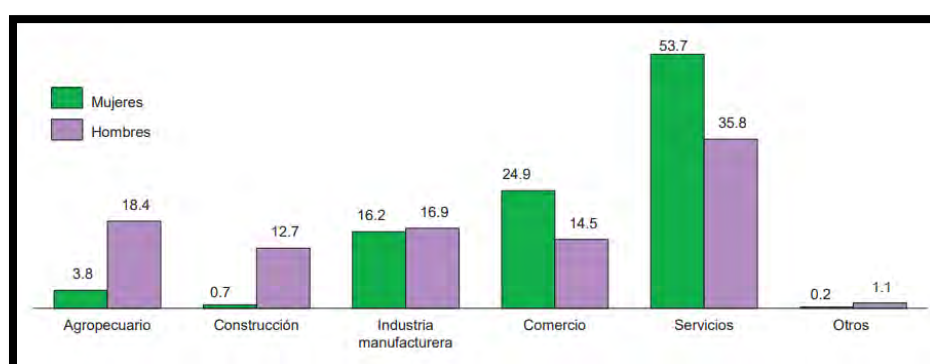
Imagen 2. Sectores de actividad económica por género en U.S.A.



Fuente: CONAPO. Anuario de Migración y Remesas. México 2016:
www.conapo.gob.mx (enero de 2017)

En lo que respecta a México, para el año 2017 la población económicamente activa mayor a los 15 años de edad ascendía a los 91.1 millones de personas, lo cual representa un incremento de casi 18 millones en los últimos 10 años. De este total de 91.1 millones de personas, el 52.7% (48 millones) son mujeres y el resto, 47.3% (43 millones) son hombres. En la Imagen 3 se muestra los porcentajes entre mujeres y hombres según sector de actividad económica para el 2017.

Imagen 3. Sectores de actividad económica por género en México



Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Tabulados Básicos. En:
www.inegi.org.mx (16 de agosto de 2017).

Dado lo anterior, el análisis estadístico que se presenta es de carácter experimental bajo el control de ciertas variables como temperaturas, ruidos, distracciones y entrenamiento de las personas que hicieron dicho experimento. Tomando en cuenta que se mantiene una paridad de género en el sector productivo de manufactura, hemos decidido demostrar estadísticamente que no existe diferencia significativa en una actividad de manufactura como lo es el llenado de bolsas de diversos granos (arroz, lenteja y frijol). Para esto utilizaremos Minitab, la cual es una poderosa herramienta de análisis estadístico que nos permitirá establecer de manera clara nuestro planteamiento inicial, o en caso contrario refutarlo.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

La desigualdad de las mujeres es un proceso que comienza con la división sexual del trabajo y se consolida con la constitución de los géneros sociales: si usted es mujer, tiene que hacer determinadas cosas, si es hombre, otras. El paso siguiente es considerar como femeninas las actividades hechas por las mujeres y masculinas aquellas hechas por los hombres. El tercer paso es diferenciar el tratamiento recibido (respeto, reconocimiento, medios y estilo de vida) por las personas que realizan actividades femeninas y las que realizan actividades masculinas. En este momento decimos que tienen carácter de género. Las personas, independientemente de cuál sea su sexo, son tratadas según un patrón específico, el de género. (Toledo, C., 2000).

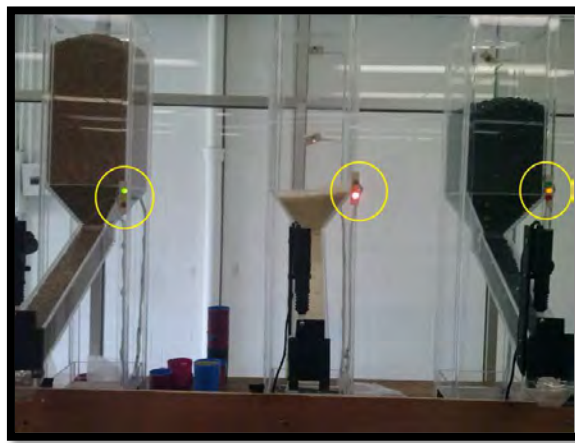
Desde sus inicios Seis Sigma (Six Sigma) ha sido considerada como una nueva tecnología de mejora de los procesos y servicios, logrando impactar en forma significativa en resultados en grandes empresas. Hoy se continúa asociando a Six Sigma con empresas de gran porte (Arias, L., 2008)

Six Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios (Felizzola, H., 2014)

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se utilizó el laboratorio CIM de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Veracruz en donde se encuentran 3 silos de acrílico los cuales contienen arroz, lenteja y frijol, los cuales nos sirvieron para realizar nuestros análisis. En la Imagen 4 se muestra el sistema de silos para el llenado de bolsas de los diferentes granos antes mencionados, estos silos están acompañados de sensor que nos va indicando el nivel de capacidad ocupada de cada silo.

Imagen 4. Silos de granos en laboratorio CIM



Fuente: Elaboración propia

Se seleccionaron a 2 estudiantes que realizaran las pruebas en cada uno de los silos, los cuales denominaremos a partir de ahora como operario hombre y operario mujer, los cuales fueron capacitados en cada uno de los métodos que posteriormente se describirán para la realización de este experimento, cabe señalar que estos estudiantes tenían la misma edad (22 años) y ambos eran estudiantes de la carrera de ingeniería industrial. El tamaño de la muestra será de 50 observaciones para cada operario para cada uno de los 3 métodos (manual, línea y báscula) a estudiar en cada uno de los silos (arroz, Lenteja y frijol), es decir un total de 900 observaciones entre los 2 operarios.

El desarrollo del experimento es llenar recipientes con 150 gramos de cada uno de los 3 granos para cada uno de los 3 métodos; el método manual consiste en abrir mediante la activación de un botón la compuerta del silo que permite que caiga el tipo de grano a nuestra bolsa y mediante la percepción empírica del operario cerrar la compuerta cuanto

considere ha alcanzado el nivel deseado. El método de línea que se muestra en la Imagen 5, consiste en marcar nuestro recipiente de llenado con una línea en donde se alcanza el nivel de los 150 gramos deseados, la activación de la compuerta seguirá siendo del mismo modo que en el método anterior.

Imagen 5. Método de Línea



Fuente: Elaboración propia

Imagen 6. Método de Bascula



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el método de la báscula mostrado en la Imagen 6, consiste en tener una báscula que nos va mostrando el peso de nuestro recipiente que llenara las bolsitas a medida que este se va llenando y así el operario podrá ver cuándo se ha alcanzado el peso deseado y así desactivar la compuerta del silo que previamente activo mediante el botón.

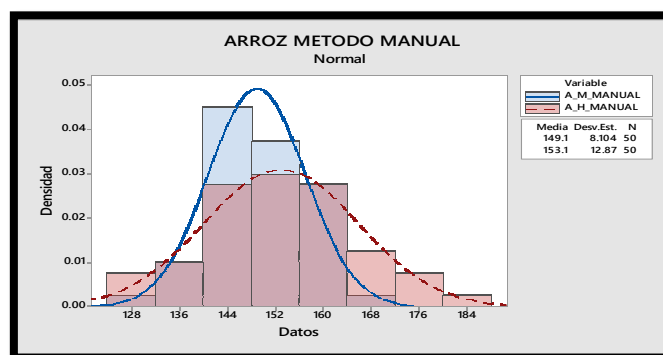
El objetivo de cada uno de los métodos con cada operario es tener lecturas de 150 g con un límite de especificación inferior (LEI) de 140 g y un límite de especificación superior (LES) de 160 g; cualquier dato fuera de estos límites determinados se considerará como fuera de especificaciones, lo cual representará un desperdicio en nuestro proceso.

Se utilizarán las herramientas de calidad pertenecientes a Six Sigma que nos ayuden a comprobar nuestra teoría. Determinamos nuestra Hipótesis Nula:

H_0 : No existe diferencia significativa entre la Mujer y el Hombre al llenado de 150 g de producto.

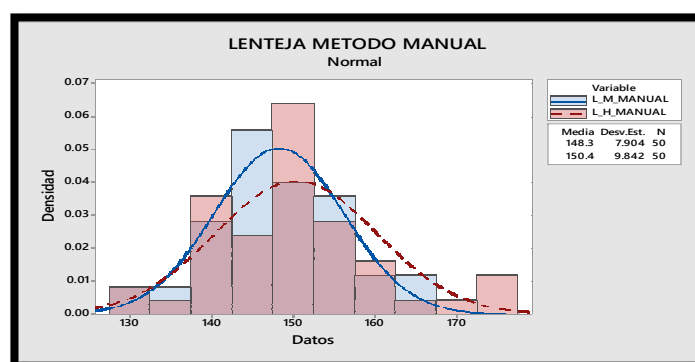
A continuación, se muestran los resultados del método manual con cada uno de los tres productos para cada uno de los operadores con sus medias y desviaciones estándar.

Imagen 7. Histograma Arroz método Manual



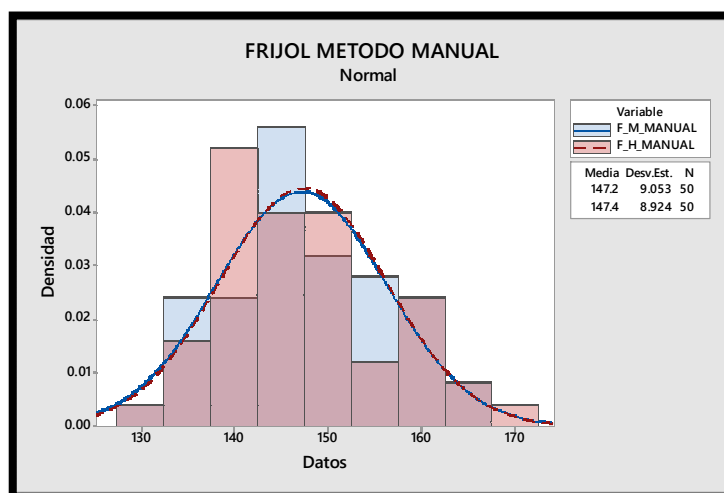
Fuente: Elaboración propia

Imagen 8. Histograma Lenteja método Manual



Fuente: Elaboración propia

Imagen 9. Histograma Frijol método Manual



Fuente: Elaboración propia

En las Imágenes de la 7 a la 9 podemos ver el comportamiento estadístico de las 50 muestras para cada uno de los productos y métodos en los operadores. Se ve como en el caso del arroz y la lenteja el caso del operador Hombre su media está siempre por encima de la media nominal que es de 150 gramos y tiene una dispersión mayor de los datos, incluso se muestra como en el caso de la lenteja para el operador hombre su media se mantuvo casi igual que la media nominal, sin embargo, seguimos teniendo una alta dispersión de los datos. En el caso del frijol vemos como las medias de ambos operadores (mujer y hombre) están casi iguales, mismo caso que se presenta con la desviación estándar. Sin embargo, aun con estos datos no podemos concluir que las medias de los procesos son iguales en cada operador, es decir, que no hay diferencia significativa estadísticamente, para esto se realizara una prueba de hipótesis ANOVA como se muestra en la Imagen 10.

Imagen 10. Prueba ANOVA del método manual en los 3 productos

ANOVA unidireccional: A_M_MANUAL, A_H_MANUAL, L_M_MANUAL, L_H_MANUAL, F_M_MANUAL, F_H_MANUAL

Método

Hipótesis nula

Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna

Por lo menos una media es diferente

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 6 A_M_MANUAL, A_H_MANUAL, L_M_MANUAL, L_H_MANUAL, F_M_MANUAL, F_H_MANUAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	1209	241.80	2.63	0.024
Error	294	27057	92.03		
Total	299	28266			

Fuente: Elaboración propia

El valor P de nuestra prueba de Hipótesis ANOVA nos da un resultado de 0.024, agrupando los datos obtenidos en los 3 productos en el método manual para cada uno de los operadores, por lo tanto, concluimos que se tiene que rechazar la Hipótesis Nula, debido a que el valor P de nuestra prueba es menor al nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Es decir, si hay diferencia significativa entre los operadores.

Sin embargo, cabe hacer la siguiente pregunta. ¿La diferencia entre los operadores encontrada es debido a los productos medidos? Para poder contestar esta pregunta sería prudente realizar una prueba ANOVA para cada producto, recordando que es el mismo método (manual), con el que se está trabajando.

En las Imágenes 11 a 13 se muestran los resultados para cada operador en cada uno de los productos en donde podemos notar que para todos los casos nuestro valor P es mayor que nuestro nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con lo cual podemos concluir que tomando en cuenta cada uno de los productos por separado no se muestra una diferencia significativa en cada uno de los operadores, por lo cual no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Imagen 11. Prueba ANOVA de arroz manual

ANOVA unidireccional: A_M_MANUAL, A_H_MANUAL

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	A_M_MANUAL, A_H_MANUAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	400.0		400.0		3.46	0.066
Error	98	11330.8		115.6			
Total	99	11730.8					

Fuente: Elaboración propia

Imagen 12. Prueba ANOVA de lenteja manual

ANOVA unidireccional: L_M_MANUAL, L_H_MANUAL

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	L_M_MANUAL, L_H_MANUAL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	108.6		108.58		1.36	0.246
Error	98	7807.7		79.67			
Total	99	7916.2					

Fuente: Elaboración propia

Imagen 13. Prueba ANOVA de Frijol manual

ANOVA unidireccional: F_M_MANUAL, F_H_MANUAL

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	F_M_MANUAL, F_H_MANUAL

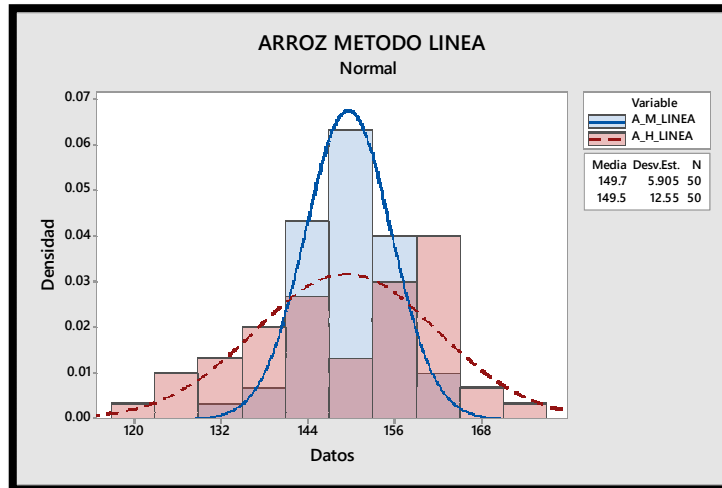
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	0.66	0.6561	0.01	0.928
Error	98	7918.09	80.7968		
Total	99	7918.75			

Fuente: Elaboración propia

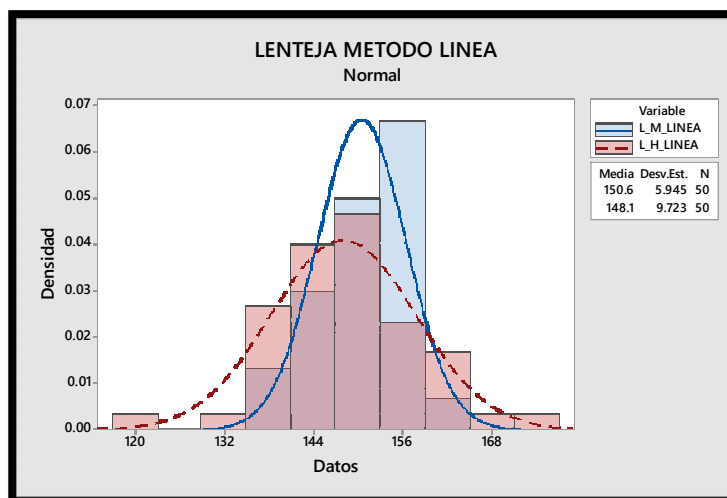
Hay que recordar que únicamente se ha analizado el método manual para el llenado de 150 gramos, este método manual no requiere de ningún apoyo visual para los operadores, únicamente la habilidad que tienen para poder determinar cuándo se ha alcanzado la cantidad solicitada. Ahora se procederá a realizar el mismo análisis con el método línea.

Imagen 14. Histograma Arroz método Línea



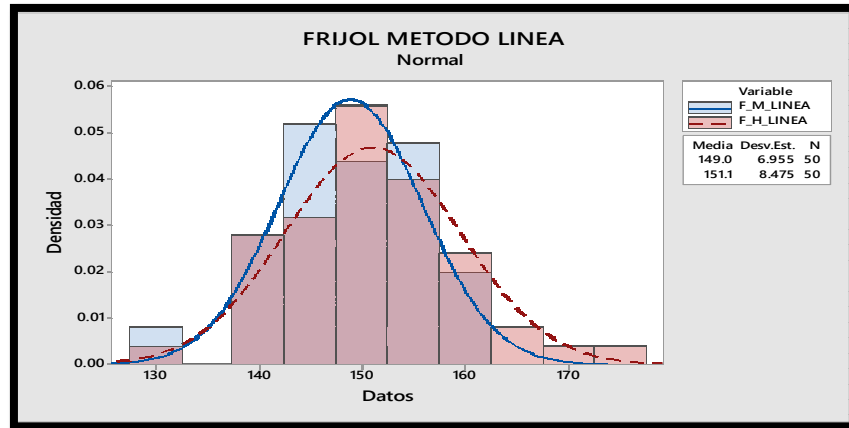
Fuente: Elaboración propia

Imagen 15. Histograma Lenteja método Línea



Fuente: Elaboración propia

Imagen 16. Histograma Frijol método Línea



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Imagen 14 y 15 en el caso del operador Mujer su media del proceso (149.7 y 150.6) es casi idéntica a la media nominal de 150 g con una desviación muy por debajo de los límites de especificaciones. Aspecto que no ocurre en el caso del hombre ya que su media está por debajo de la nominal y la dispersión de los datos está muy cerca a los límites de especificación en el caso del arroz y superior con la lenteja. En el caso del frijol podemos notar que tienen una media similar aunque en el caso del hombre la desviación estándar es 1.5 g superior a la del operador mujer.

Imagen 17. Prueba ANOVA del método lineal en los 3 productos

ANOVA unidireccional: A_M_LINEA, A_H_LINEA, L_M_LINEA, L_H_LINEA, F_M_LINEA, F_H_LINEA

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores
Factor 6 A_M_LINEA, A_H_LINEA, L_M_LINEA, L_H_LINEA, F_M_LINEA, F_H_LINEA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	293.7	58.74	0.80	0.553
Error	294	21683.2	73.75		
Total	299	21976.9			

Fuente: Elaboración propia

La prueba de hipótesis ANOVA de la Imagen 17, para el método lineal con todos los productos nos da un resultado del valor $P=0.553$, el cual es mayor que nuestro nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con lo cual se concluye que no hay diferencia significativa en las medias de las mediciones en cada uno de los operadores por lo cual se acepta la Hipótesis nula.

En las Imágenes 18 a 20 se muestran los resultados para cada operador en cada uno de los productos, pudiendo observar que en cada caso nuestro nuevamente el valor P es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con lo cual podemos concluir que no se muestra una diferencia significativa en cada uno de los operadores, por lo cual no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Imagen 18. Prueba ANOVA de arroz línea

ANOVA unidireccional: A_M_LINEA, A_H_LINEA

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	A_M_LINEA, A_H_LINEA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	2.04	2.045	0.02	0.884	
Error	98	9429.52	96.220			
Total	99	9431.57				

Fuente: Elaboración propia

Imagen 19. Prueba ANOVA de lenteja línea

ANOVA unidireccional: L_M_LINEA, L_H_LINEA

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	L_M_LINEA, L_H_LINEA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	151.8	151.78	2.34	0.130	
Error	98	6363.8	64.94			
Total	99	6515.6				

Fuente: Elaboración propia

Imagen 20. Prueba ANOVA de arroz línea

ANOVA unidireccional: F_M_LINEA, F_H_LINEA

Método

Hipótesis nula: Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna: Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	F_M_LINEA, F_H_LINEA

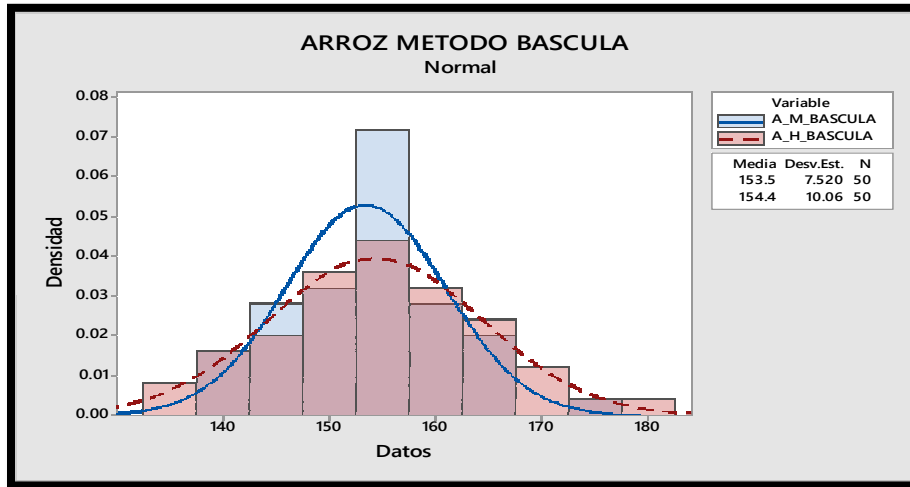
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	115.1	115.13	1.93	0.169	
Error	98	5889.9	60.10			
Total	99	6005.0				

Fuente: Elaboración propia

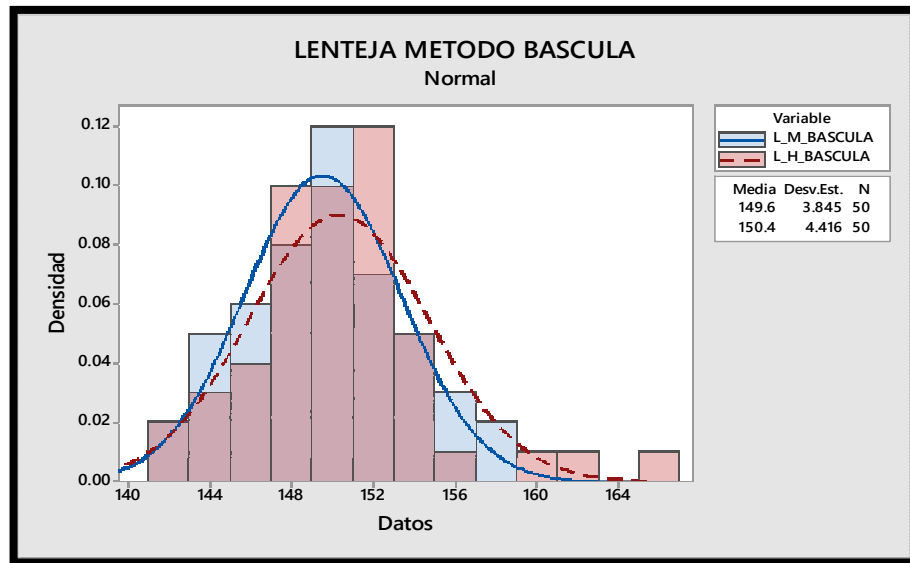
Ahora se realizará los mismos análisis, pero para el método de la báscula, en donde presuponemos que al contar con un apoyo visual más eficiente como es el dato numérico podemos contar con mejores resultados que en los métodos anteriores.

Imagen 21. Histograma Arroz método bascula



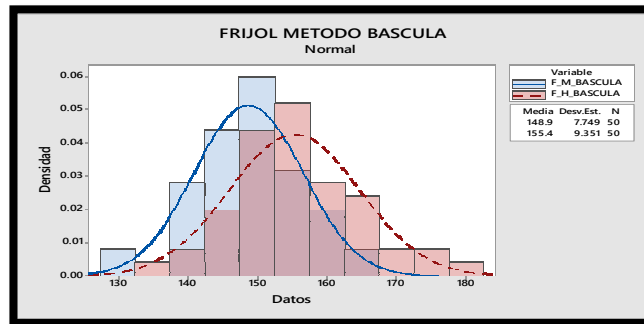
Fuente: Elaboración propia

Imagen 22. Histograma Lenteja método bascula



Fuente: Elaboración propia

Imagen 23. Histograma Frijol método bascula



Fuente: Elaboración propia

El análisis que se muestran en las imágenes de la 21 a 23 nos da como resultado que en el caso de la lenteja en este método de la báscula, hay un mejor control del proceso por parte de los dos operadores, ya que cada una de sus medias se aproxima bastante a la media nominal de 150 g además que las desviaciones estándar son semejantes.

Lo que también se puede notar es que en los tres productos el operador hombre siempre daba una lectura mayor a la nominal de 150 g teniendo en el caso del frijol muy cercano a los límites de especificación y en el caso del arroz superaba dichos límites de especificación.

En la Imagen 24 se muestran los resultados de la Prueba de Hipótesis ANOVA la cual nos demuestra que para el caso del método de la báscula si existe diferencia significativa entre las medias de las lecturas para cada operador ya que el valor $P=0.000$ es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con lo cual podemos concluir que se tiene que rechazar la hipótesis nula.

Imagen 24. Prueba ANOVA del método bascula en los 3 productos

ANOVA unidireccional: A_M_BASCUA, A_H_BASCUA, L_M_BASCUA, L_H_BASCUA, F_M_BASCUA, ...						
Método						
Hipótesis nula	Todas las medias son iguales					
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente					
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$					
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.						
Información del factor						
Factor	Niveles	Valores				
Factor	6	A_M_BASCUA, A_H_BASCUA, L_M_BASCUA, L_H_BASCUA, F_M_BASCUA, F_H_BASCUA				
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC	Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	1920		384.10	6.79	0.000
Error	294	16635		56.58		
Total	299	18555				

Fuente: Elaboración propia

Imagen 25. Prueba ANOVA de arroz bascula
lenteja bascula

ANOVA unidireccional: A_M_BASCULA, A_H_BASCULA

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	A_M_BASCULA, A_H_BASCULA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	20.16	20.16	0.26		0.614	
Error	98	7728.54	78.86				
Total	99	7748.70					

Fuente: Elaboración propia

Imagen 26. Prueba ANOVA de

ANOVA unidireccional: L_M_BASCULA, L_H_BASCULA

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	L_M_BASCULA, L_H_BASCULA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	15.37	15.37	0.90		0.346	
Error	98	1679.99	17.14				
Total	99	1695.36					

Fuente: Elaboración propia

Imagen 27. Prueba ANOVA de arroz bascula

ANOVA unidireccional: F_M_BASCULA, F_H_BASCULA

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Factor	2	F_M_BASCULA, F_H_BASCULA

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	Ajust.	MC	Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	1077	1077.15	14.61		0.000	
Error	98	7227	73.74				
Total	99	8304					

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas ANOVA para el arroz y la lenteja no mostraron diferencia significativa en las medias, sin embargo, para el caso del frijol si mostro una diferencia de medias en los operadores, con lo cual se rechaza la hipótesis nula al encontrar evidencia que indica una variación en las medias de los operadores.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la prueba de Hipótesis ANOVA para el método manual, el cual no cuenta con ningún apoyo por parte del proceso para determinar la cantidad deseada de 150 g, es decir, que las lecturas únicamente dependen de la habilidad del operador, se concluye que se tiene que rechazar la hipótesis nula ya que se encontró suficiente evidencia estadística que indica que si hay diferencia en las medias de los operadores, y esto tendría que ser tomado en cuenta para considerar aplicar una distinción de género para este puesto, lo mismo para el método de la báscula y no así para el de la línea. En la Tabla 1 y 2 se muestra un resumen en cada uno de los métodos y productos del proceso.

Tabla 1. Resumen de ANOVAS general

METODO	¿LAS MEDIAS SON IGUALES?
MANUAL	NO
LINEAL	SI
BASCULA	NO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Resumen de ANOVAS individualizado

¿LAS MEDIAS SON IGUALES?

METODO	ARROZ	LENTEJA	FRIJOL
MANUAL	SI	SI	SI
LINEAL	SI	SI	SI
BASCULA	SI	SI	NO

Fuente: Elaboración propia

Si se midieran únicamente los productos de manera individual sin tomar en cuenta los métodos, podemos determinar que no existe evidencia que nos permita rechazar la hipótesis nula, es decir, las medias de las lecturas de los operadores sin importar su género son iguales, lo cual no lleva a pensar que al combinar diversos productos como el arroz, la lenteja y el frijol la decisión de aceptar la hipótesis nula cambia drásticamente como lo muestra la Tabla 1.

Esto quizás se deba a la forma del frijol, ya que, a diferencia del arroz y la lenteja, podemos encontrar que hay unos más pequeños que otros y su densidad es más variable que con los otros dos productos, sin embargo, no podemos afirmarlo sin llevar a cabo

estudios que nos permitan determinar dicha aseveración. En cuestión de los métodos podemos determinar que el mejor método sería el de la línea, ya que tanto de modo general como de manera individualizada por producto estadísticamente las medias de los operadores son iguales, lo cual no lleva a concluir que sin importar el género del operador los resultados serían estadísticamente sin diferencia.

En la actualidad la decisión de contratar a un hombre o una mujer sin distinción de género se realiza mediante las exigencias propias del trabajo, la fuerza necesaria para poder desarrollarlo o las habilidades propias de cada género, sin embargo, no se realiza esta toma de decisiones mediante algún método estadístico probado que determine fehacientemente con valores numéricos, capacidades y habilidades iguales para los operadores. El tomar en cuenta las herramientas estadísticas nos permiten hacer una mejor toma de decisiones en nuestros procesos para poder mejorarlos ya que se cuenta con una base estadística importante en esta toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Montoya, L., Margarita Portilla, L., & Bernal Loaiza, M. E. (2008). LOS COSTOS Y SU MANEJO CON EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS, CON AYUDA DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL. *Scientia Et Technica*, XIV(38), 259-263. Recuperado el 22 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84903845>
- Figueroa Garcia, J. C., Campos Trujillo, L. E., & Caquimbo Tabares, C. (s.f.). Implementación de Lógica Difusa para realizar Pruebas de Hipótesis Estadísticas Univariadas. *Ingenieria*, 11(1), 51-61. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498850162008>
- Gutierrez Gonzalez, E., & Vladimirovna Panteleeva, O. (2014). *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones a la Ingeniería y las Ciencias*. México: Patria.
- Gutierrez Pulido, H., & De la Vara, S. R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. Guadalajara, México: McGraw Hill.
- Hernandez Montero, F. E., Palomino Marin, E., Atxa Uribe, V., & Ruiz Barrios, M. L. (2004). Análisis de vibraciones para el diagnóstico aplicando procesamiento estadístico de orden superior. *Ingenieria Mecanica*, 7(2), 75-80. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225125908009>
- Hernandez Pedrera, C., & Da Silva Portofilipe, F. (2016). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Tecnologia Quimica*, XXXVI(1), 130-145. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543786011>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Mujeres y Hombres en Mexico 2017*. Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 20 de Diciembre de 2018, de http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/MHM_2017.pdf
- Maldonado, R. M. (2018). *Control Estadístico de la Calidad. Un enfoque Creativo*. Mexico: Patria.
- Martinez, B. C. (2012). *Estadística Básica Aplicada*. Bogota, Colombia: ECOE.
- McKinsey & Company. (27 de Octubre de 2017). [/www.expoknews.com](http://www.expoknews.com). Recuperado el 22 de Diciembre de 2018, de <https://www.expoknews.com/equidad-de-genero-2018-estudio/>
- Ordorika, I. (2015). Equidad de género en la Educación Superior. *Revista de la Educación Superior*, XLIV(174), 7-17. Recuperado el 20 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60439229001>
- Villar Ledo, L., & Ledo Ferre, M. C. (2016). Aplicación de Herramientas estadísticas Para el Análisis de Indicadores. *Ingenieria Industrial*, 138-150. Recuperado el 23 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360446197004>

Zambrano Rey, G. M., Fúquene Retamoso, C. E., & Aguirre Mayorga, H. S. (2010). Aplicativo para el control estadístico de procesos en línea integrado a un sistema de manufactura flexible. *Ingeniería y Universidad*, 14(1), 117-136. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47715438006>

RECUBRIMIENTO DE GALVANIZADO PARA PIEZAS ELÉCTRICAS DE ACERO EN ALTA TENSIÓN EN LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.

VICENTE ANTONIO ISLAS GÓMEZ¹, EDGAR ALCÁNTARA RODRIGUEZ², YARA SEGURA DE JESÚS³

RESUMEN

En los recientes años las prácticas y métodos en los procesos de galvanizado han generado un amplio interés en la investigación química para mejorar la calidad de adhesión del recubrimiento de zinc en los baños de inmersión en caliente, por ende, perfeccionar métodos más eficaces de protección frente a la corrosión atmosférica y en las propiedades mecánicas del acero al carbono.

Es importante considerar que los aceros galvanizados son utilizados en diversas aplicaciones de las cuales las más importantes están en la industria automotriz y la construcción. Donde las exigencias en el espesor, la presentación y el acabado final de las piezas son indispensables para la aplicación a la que son sometidos, como ciertas deformaciones que requieren mayor ductilidad en los recubrimientos.

En algunos casos, se le adicionan elementos de aleación que pueden influir en la morfología y la cinética del crecimiento de la capa de galvanizado, para incrementar el brillo del recubrimiento, la homogeneidad microestructural y por consiguiente sus propiedades mecánicas. En este trabajo se evalúan los procesos que existen del galvanizado para incrementar la calidad de las piezas eléctricas utilizadas en circuitos de alta tensión.

Palabras clave: Galvanizado, ductilidad, piezas eléctricas, aleaciones.

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. vic.ant@yahoo.com

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. edgar.alcantara@uttt.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán. ysegurad@outlook.com

ABSTRACT

In recent years the practices and methods in galvanizing processes have generated widespread interest in chemical research to improve the adhesion quality of zinc coating in hot dip baths, thereby perfecting more effective methods of protection against atmospheric corrosion and in the mechanical properties for carbon steel.

It is important to consider that galvanized steel is used in various applications of which the most important are in the automotive industry and construction. Where the thickness requirements, the final finish presentation of the pieces are indispensable for the application to which they are submitted, as certain deformations require greater ductility in the coatings.

In some cases, alloy elements are added that can influence the morphology and growth kinetics of the galvanized layer to increase the gloss of the coating, the microstructural homogeneity and consequently its mechanical properties. This paper evaluates the existing galvanizing processes to increase the quality of electrical parts used in high voltage circuits

Keywords: *Galvanizing, ductility, electrical parts, allows.*

INTRODUCCIÓN

El acero es un excelente material de construcción y no ha dejado de crecer de forma vertiginosa en los últimos años por su alta disponibilidad, capacidad de reciclaje, elevada relación entre resistencia y peso, bajo impacto ambiental y durabilidad comprobada, sin embargo, como todos los metales cuando el acero se expone a la atmósfera presenta una tendencia natural a regresar a su forma de óxidos o algún otro compuesto. A temperatura ambiente y a una atmosfera seca la corrosión atmosférica de los metales progresa a una velocidad tan pequeña que puede ser despreciada a efectos prácticos, no obstante, es de gran importancia sobre superficies húmedas, pasando por un mecanismo electroquímico de corrosión del acero.

Como sistema de protección con el fin de eliminar o retardar la corrosión de piezas eléctricas en alta tensión, el galvanizado por inmersión en caliente es el más factible, consiste esencialmente en la formación de un recubrimiento de zinc y/o aleaciones de

zinc-hierro, mediante la inmersión de las piezas metálicas en un baño de zinc fundido a 450°C, aumentando la vida útil de los aceros de 30 a 40 años más que sin el recubrimiento de zinc dependiendo del grado de exposición.

El material eléctrico antes de ser galvanizado debe estar libre de impurezas tales como la calamina, pintura, escoria de soldadura y cualquier otro tipo de contaminantes que imposibiliten la distribución adecuada de la capa de galvanizado al final del proceso. Generalmente el proceso de galvanizado por inmersión en caliente incluye los siguientes pasos: desengrase o limpieza cáustica para eliminar contaminantes orgánicos de las piezas, baño de decapado con ácido clorhídrico para eliminar incrustaciones y óxido, baño de enjuague, baño de sales que mejoran notablemente la reacción a la adhesión de la superficie y previenen la oxidación antes de sumergirlo en el zinc fundido, secado de seguridad, el baño de zinc, proceso de enfriamiento generalmente al aire y el control de calidad, posteriormente se realiza con la inspección visual y de ensayos de los materiales galvanizados, comprobándose su idoneidad.

El recubrimiento del galvanizado para piezas eléctricas debe ser continuo, razonablemente liso y uniforme, tanto en espesor como en peso y forma, adicionalmente no se defectos de calidad.

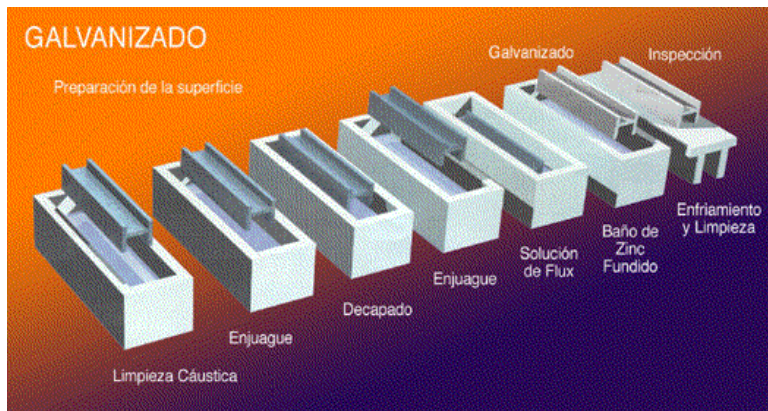
Este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el recubrimiento de galvanizado para piezas eléctricas de acero en alta tensión.

Generalidades del galvanizado por inmersión en caliente

La galvanización por inmersión en caliente es el proceso con la máxima protección anticorrosiva para cualquier producto fabricado de material férreo, acero o fundición. Consiste básicamente en sumergir las piezas dentro de un baño de zinc fundido. Las piezas recubiertas por este proceso son ampliamente utilizadas tanto en obras industriales, civiles, comerciales y urbanas (D. Hernández y Hernández, 2017). Se caracteriza por la formación de diferentes capas de aleaciones hierro-zinc las que entregan alta adherencia y resistencia a la manipulación (Bosch Recubriminetos 2019). Asimismo, el proceso de recubrimiento consiste en sumergir objetos de hierro o acero a través de una paila con zinc fundido. Este recubrimiento se logra a medida que pasa por esta paila. A tal proceso se le llama Galvanizado, algunas veces también se conoce como

galvanizado en caliente o inmersión en caliente. El proceso básicamente consta de tres secciones; entrada, proceso y salida (Ramón, 1993), así como tres etapas: preparación de la superficie, galvanizado e inspección. (J. D. Hernández, 2018) como se muestra en la figura 1.

Figura 14. Etapas fundamentales en el proceso de galvanizado en caliente
(Recuperado de S/N, 2019)



Preparación de la superficie antes de galvanizar

La eliminación de las sustancias orgánicas (aceites, grasas), la tierra, los productos corrosivos y la superficie rugosa de acuerdo con los requisitos de otras tecnologías conducen a la mejora de las condiciones, la calidad de galvanización. (Černý y Dostál, 2014).

A continuación, (J. D. Hernández, 2018), enuncian las etapas indispensables para la preparación de la superficie de las piezas eléctricas de alta tensión, las cuales son:

Desengrase: por lo general, en el galvanizado por inmersión en caliente el desengrase consiste en sumergir las piezas eléctricas en algún baño de alguna solución desengrasante para eliminar contaminantes orgánicos e inorgánicos. El desengrase normalmente suele ser con percloroetileno o ácido ortofosfórico, el segundo tiene la ventaja de reducir el número de operaciones permitiendo la transformación del aceite y su floculación en el fondo del baño, además, es capaz de realizar un predecapado. Cabe mencionar que (Latiza, 2010), describe el desengrase como la práctica común es quitar la grasa mediante una solución de desengrase alcalina o ácida, en la que el material será sumergido.

Se llama en galvanización proceso de desengrase aquel destinado a eliminar de la superficie del acero que será galvanizado, todo vestigio de grasas aceites, lubricantes, esmaltes y en general productos orgánicos presentes. Estos productos suelen ser agentes remanentes de procesos previos de formado, maquinado o fabricación de estructuras (Fonseca, 2011).

Enjuague: después del desengrase la pieza es enjuagada con agua para eliminar restos ácidos y/o alcalinos del proceso de desengrase. Es el enjuague en agua limpia para evitar el arrastre de líquido de la limpieza realizado en el desengrase, previo al decapado. (Fonseca, 2011).

Decapado: su función es eliminar los óxidos procedentes de las operaciones de manufactura o formados por la exposición del medio ambiente. El decapado se realiza sumergiendo la pieza en una solución de ácido clorhídrico diluido en agua al 16% junto con un inhibidor de corrosión, esta solución provoca que solo tenga lugar la disolución del óxido y no la oxidación del hierro base, ya que en caso de que el hierro base se oxidara, la reacción química producirá H_2 (dihidrógeno) el cual puede fragilizar las piezas, además, existirá un gasto innecesario de ácido.

Para la mayor parte de las piezas a tratar, esta es la primera operación que se realiza y, mediante ella, por tratamiento de ácidos, se eliminan las cascarillas de fabricación y el óxido que se haya formado en la pieza. (CEMESA Galvanizadora, 2015) como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Decapado (Unizinc, 2019)



Enjuague: la pieza vuelve a ser enjuagada con agua para neutralizar el ácido clorhídrico.

Fluxado: tras el decapado la superficie del material férreo se encuentra en una situación muy activa, por lo que se oxidara rápidamente, para evitar esto, se implementa la capa de fluxado, la cual evita que la pieza se oxide antes de introducirla al baño de zinc,

además de eliminar cualquier rastro de agua existente. El fluxado consiste en sumergir la pieza dentro de una solución compuesta de sales de cloruro de zinc (ZnCl_2) y cloruro de amonio (NH_4Cl) a temperatura de 70°C a 80°C por aproximadamente 3 minutos, después de los cuales la pieza es extraída de la solución. A este proceso se le conoce como vía seca, ya que extraída una vez la pieza, se procede a realizar una etapa de secado para lograr la cristalización de las sales del galvanizado, formando así una capa protectora, la cual evitará la oxidación de la superficie asimismo de funcionar como fundente dentro del baño de zinc.

El ultimo paso tiene dos propósitos, eliminar cualquier óxido restante y deposita una capa protectora en el acero para impedir que se formen mas óxidos en la superficie de la inmersión en el zinc fundido como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Fluxado (Unizinc, 2019)



Secado: se debe realizar un secado previo a la inmersión en el baño de zinc, exponiendo la pieza al aire por aproximadamente 5 minutos. Es importante que la pieza se encuentre completamente seca antes de su inmersión en el baño de zinc, ya que de lo contrario la vaporación súbita del agua, producirá una reacción de zinc fundido por toda el área de trabajo con riesgo de seguridad para los trabajadores y perdida de zinc (Association american galvanizers, 2015).

Inmersión en el baño de zinc

Es el proceso en el que el recubrimiento de metales se hace por medio de la inmersión de las piezas en un baño de zinc fundido, para depositar una fina capa unida químicamente al metal base debido a una reacción química metalúrgica de difusión entre el zinc y el hierro o acero a 450°C . (MIPSA, 2019) como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Inmersión en baño de zinc fundido (Unizinc, 2019)



La temperatura es uno de los parámetros más importantes, ya que repercute directamente en el costo del proceso, dado que a una mayor temperatura de proceso equivale a un mayor consumo energético y un menor intervalo de temperatura repercute directamente en el acabado superficial de la pieza. (D. Hernández y Hernández, 2017).

La temperatura habitual es de 450 °C, pero puede variar hasta 485°C; algunas consecuencias de esta variación de temperatura son disminuir la adherencia de la capa como la resistencia a la corrosión. (Ramón, 1993). Una temperatura inferior producirá una mayor toma de zinc porque solidificara antes por ser menor el intervalo que separa la temperatura del baño con el punto de fusión del zinc que es de 419.5°C. (D. Hernández y Hernández, 2017). Por otra parte, al incrementar la temperatura del zinc, aproximadamente entre los 470°C-480°C, el espesor del recubrimiento que se forma varía. El resultado es la disolución directa del zinc por el acero, el consumo de zinc es muy elevado, además, se puede producir una rápida perforación de la tina (D. Hernández & Hernández, 2017).

Mientras está sumergido en la caldera, el zinc reacciona con el hierro en el acero y forma una serie de capas intermetálicas de aleación zinc-hierro. Una vez que se completa el crecimiento del revestimiento de los artículos fabricados, se los puede retirar del baño de galvanizado, y se elimina el exceso de zinc mediante drenaje, vibración y/o centrifugado. (Association american galvanizers, 2015).

Cuando la pieza entra al baño de zinc, la sal de NH_4Cl se descompone en amoníaco (NH_3) y ácido clorhídrico (HCl), ambos en estado gaseoso, por lo cual al entrar al baño comienza un burbujeo, que en la industria recibe el nombre de “hervido” (D. Hernández y Hernández, 2017).

Al concluir el hervido se inicia la formación de la capa de zinc y consigo, vuelve a existir una reacción formando nuevamente NH_4Cl en forma de una nube blanca debido a la infinidad de cristales microscópicos, esta nube recibe el nombre de “humos de galvanización y es necesario su depuración (D. Hernández & Hernández, 2017).

Finalmente, la velocidad de inmersión de la pieza en el baño de zinc debe ser relativamente alta, de lo contrario, se producirá un choque térmico, trayendo consigo la deformación de la pieza (D. Hernández y Hernández, 2017).

Extracción de las Piezas

Las piezas al introducirse como al extraerse del baño, suelen formar un ángulo de unos 30° sobre la horizontal, esta inclinación permite la operación de escurrido, durante la cual el exceso de zinc es retirado de la pieza para que, por disminución de la temperatura, solidifique. En ciertas piezas resulta difícil la remoción del exceso de zinc, como en el caso de tubos de pequeño diámetro, por lo cual existe otra alternativa para eliminar el exceso como soplar aire sobre la superficie (D. Hernández y Hernández, 2017)

La velocidad de extracción es un parámetro importante en la etapa final del galvanizado, ya que de ella depende el acabado y el grosor del recubrimiento. El tiempo de velocidad depende del tipo de pieza, el acabado superficial que se requiera, así como la productividad. Esta debe ser menor a la velocidad de inmersión (D. Hernández y Hernández, 2017).

Inspección

Este es el paso los productos son revisados visualmente, asimismo la capa del espesor es medida de acuerdo con las normas (CEMESA Galvanizadora, 2015).

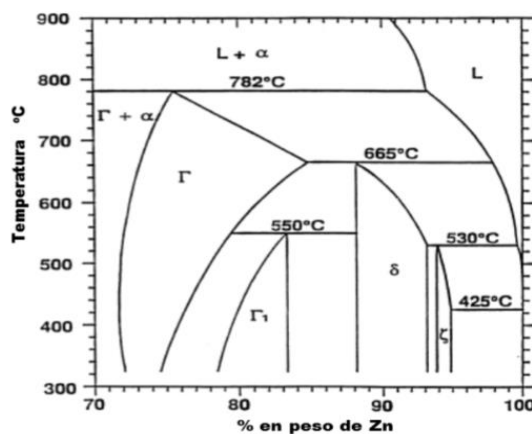
Los productos se galvanizan según los estándares aceptados y aprobados, establecidos por la ASTM, la Canadian Standards Association (CSA), la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (Association american galvanizers, 2015).

Esquemas de los pasos de proceso de galvanizados

Se crea un recubrimiento de capas de aleaciones hierro-zinc (Fe-Zn) con diferentes propiedades y composiciones químicas entre sí, para que no exista una línea de división entre el Fe y el Zn, sino una transición gradual a través de las aleaciones Fe-Zn que proveen una fuerte unión entre el metal base y el recubrimiento. Esta característica es la que permite al acero galvanizado manifestar resistencias al impacto como a la abrasión. El recubrimiento actúa, además, como barrera para los iones (Herrera et al., 2018).

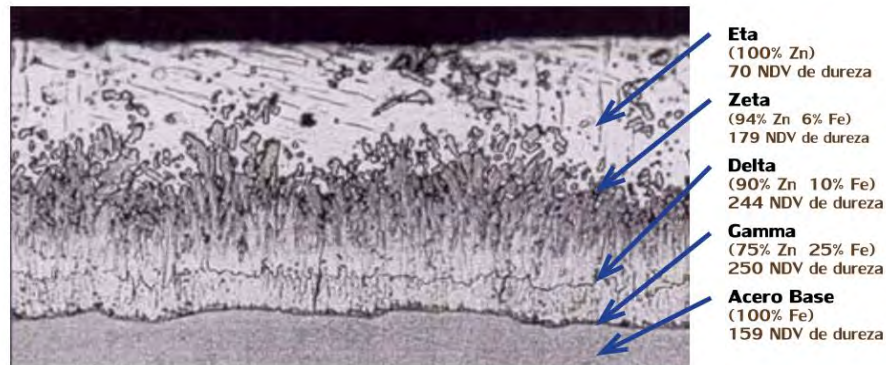
En los procesos de galvanizado por inmersión en caliente tradicionales, donde se utiliza zinc puro con bajos contenidos de otros elementos aleantes, las fases formadas en los recubrimientos pueden ser identificadas bajo el sistema Zn-Fe. En la figura 5 se observa la zona rica en zinc del diagrama de fases de equilibrio Zn-Fe.

Figura 5. Diagrama de fases de equilibrio Zn-Fe (Vera et al., 2013).



En la figura 6 se presenta una microestructura típica de recubrimientos tradicionales, en esta se observan las fases gamma (Γ), apreciable para tiempos de inmersión grande, debido a que requiere un tipo de incubación; las fases delta (δ) y zeta (ζ) son visibles e intermedias. El aluminio disminuye notablemente la reactividad del zinc con el hierro y limita la formación de estas fases. Estos compuestos son frágiles y, si el material se deforma teniendo gran espesor de recubrimiento, se formarán grietas en el depósito. La fase eta (η), una solución sólida de zinc puede desaparecer si el material se somete a un tratamiento térmico que favorece el crecimiento de la fase zeta a expensas de eta. (Vera et al., 2013).

Figura 6. Microestructura del recubrimiento de zinc (Association americana galvanizers, 2015).



Apariencia y condiciones del acabado superficial

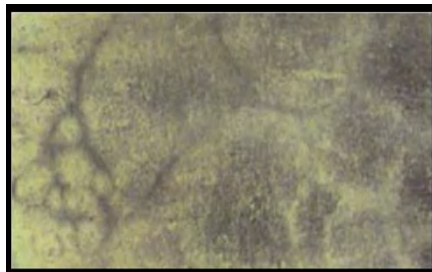
Los recubrimientos recién galvanizados presentan normalmente un aspecto metálico brillante muy característico: este brillo va desapareciendo con el tiempo hasta adquirir un color gris metálico mate. Este cambio se debe a la reacción entre el zinc y el aire, que da lugar a la formación de una fina capa de hidróxidos y carbonatos básicos de zinc, que se conoce como capa de pasivación y constituye una barrera que aísla la superficie del zinc del medio ambiente.

La aceptabilidad de un revestimiento debe ser enfocada especialmente en su rendimiento a largo plazo y a su resistencia a la corrosión, no necesariamente por su apariencia. (Vera et al., 2013). El galvanizado genera una protección uniforme en el material recubierto dado que durante la reacción de difusión el revestimiento crece perpendicularmente a todas las superficies de la pieza.

A continuación, CEMESA Galvanizadora (2015), describe las condiciones aceptables del acabado superficial de la inmersión en caliente.

Manchas de color gris opaco: se desarrolla en zonas localizadas, pero se puede extender sobre toda la superficie de la pieza. Ocurre principalmente en aceros con contenido relativamente alto en silicio en los espesores del recubrimiento. Rara vez se da el caso de que el galvanizado disminuya ese efecto, el cual es el resultado de la composición química del acero (Figura 7).

Figura 7. Manchas de color gris opaco (CEMESA Galvanizadora, 2015).



Combinación de materiales: se puede presentar piezas unidas con dos tonalidades distintas. Esto puede ocurrir al usar materiales con distintos espesores, o también a su composición química. Otra zona común donde se presenta este fenómeno, son las zonas saladas ya que el contenido de silicio de la soldadura influye en la apariencia.

Velocidad de enfriamiento: un sector con recubrimiento tanto opaco y brillante también puede ser el resultado de una velocidad de enfriamiento diferente. Los bordes exteriores del producto se enfriaron rápidamente, mientras que el centro del producto se mantuvo por encima de 280°C por más tiempo y la reacción metalúrgica entre el zinc y el hierro continuó en estado sólido, lo que resulta en un aspecto gris mate. Las diferencias en la apariencia serán menos notables con el tiempo y el color general se volverá un uniforme gris mate.

Marcas de cadena y/o alambre de amarre: otro tipo de defecto de la superficie se produce cuando el acero se sujeta y se transporta mediante cadenas y cables conectados a las grúas. Marcas superficiales que quedan en el recubrimiento del galvanizado no son motivo para el rechazo a menos que las marcas dejen al descubierto el acero desnudo, y en tal caso, el galvanizador debe reparar las dichas áreas antes de aceptarlas (Figura8)

Figura 8. Marcas de cadenas (CEMESA Galvanizadora, 2015).



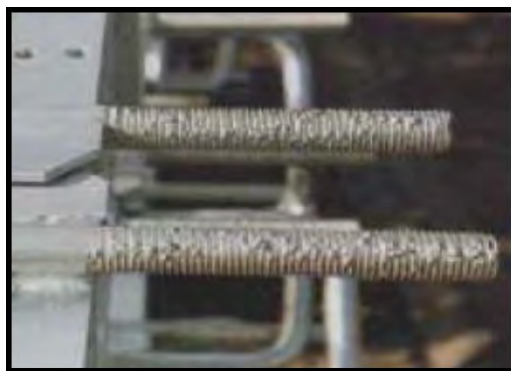
Agujeros obstruidos: los agujeros tapados son causados por un drenaje inadecuado y pueden llenar parcial o completamente los agujeros de zinc. El zinc fundido no desagua fácilmente en los agujeros menores de 3/32 (3mm) de diámetro debido a la viscosidad del metal de zinc, por lo que se debe considerar hacer perforaciones con el mayor diámetro posible. Agujeros de menos de 1/2" (12.7 mm) de diámetro no son causa para el rechazo. Como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Agujeros obstruidos (CEMESA Galvanizadora, 2015).



Roscas: Del mismo modo, los hilos obstruidos de una sección roscada en tornillos son causados por un mal drenaje (o falta de este) a la hora de retirar de la caldera de galvanización. Los hilos obstruidos se pueden limpiar usando operaciones como una centrifuga o con herramientas para repasar la rosca sin quitar el recubrimiento después de galvanizar como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Roscas CEMESA Galvanizadora, 2015).



Líneas de óxido: las líneas de óxido son líneas suaves de color más claro en la superficie del acero galvanizado creado cuando un producto no se extrae de la caldera de galvanización a una velocidad constante. La tasa inconsistente del retiro puede ser

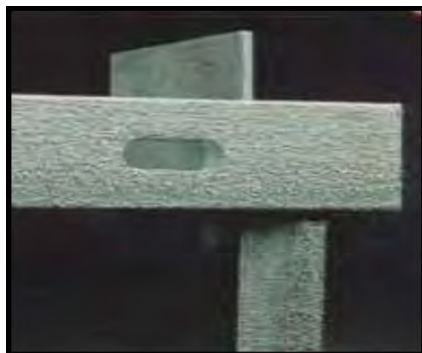
debido a la forma del producto o de las condiciones de drenaje. Las líneas de óxido se desvanecerán con el tiempo y obedecen a una condición estética, no tienen ningún efecto en el comportamiento contra la corrosión, y, por lo tanto, no son una causa para el rechazo como se muestra en la figura 11.

Superficie rugosa: El recubrimiento áspero ocurre debido a la composición química de la superficie de acero o el estado superficial de la pieza. Estos factores se encuentran fuera del control del galvanizador. La rugosidad también puede ser originada en el proceso de galvanización por el exceso de extracción, la inmersión por tiempo prolongado del tanque de galvanización o la alta temperatura del zinc fundido. Como se muestra en la figura 12.

Figura 11. Líneas de oxido (CEMESA Galvanizadora, 2015)



Figura 12. Superficie rugosa (CEMESA Galvanizadora, 2015).



Superficie rugosa: El recubrimiento áspero ocurre debido a la composición química de la superficie de acero o el estado superficial de la pieza. Estos factores se encuentran fuera del control del galvanizador. La rugosidad también puede ser originada en el proceso de galvanización por el exceso de extracción, la inmersión por tiempo prolongado del tanque de galvanización o la alta temperatura del zinc fundido.

Sangrado de óxido: aparece como una mancha de color marrón o rojo que se escapa de las juntas no selladas después de que el producto ha sido galvanizado en caliente. Es causada por los productos químicos de tratamiento previo que penetran una junta no sellada. Durante la galvanización del producto, la humedad se evapora, pero los productos químicos de tratamiento quedan atrapados en dichas juntas, dejando residuos de cristal anhídrido en la articulación. Con el tiempo estos residuos de cristal absorben agua de la atmósfera y atacan el acero en ambas superficies de la articulación, creando el efecto del sangrado de óxido que se filtra fuera de la junta. Si se produce una hemorragia, está puede ser limpiada lavándola después que se hidrolizan los cristales. Este fenómeno no es responsabilidad del galvanizador y no es causa de rechazo. Como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Sangrado de oxido (CEMESA Galvanizadora, 2015).



CONCLUSIONES

El galvanizado en caliente puede alargar la vida de los metales de 20 a 30 años según la exposición del metal y este proceso lo podemos encontrar en el recubrimiento de piezas del sector eléctrico en alta y media tensión de entre los cuales podemos encontrar pernos, insertos, soportes, abrazaderas, coples, horquillas, sujetadores, herrajes, tuercas, etc. por su enorme durabilidad contra la corrosión atmosférica, coste cero de mantenimiento del galvanizado y la gran versatilidad con las piezas del sector eléctrico a un bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association american galvanizers. (2015). GALVANIZADO EN CALIENTE PARA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.
- Bbosch Recubrimientos (2019) ¿Qué es el galvanizado? Recuperado de: <http://www.bbosh.cl/en/recubrimientos-base-de-conocimiento-galvanizado-en-caliente/>
- Carrasquero, E. J., Rico O., Y., & Minchala, J. (2019). Evaluación de propiedades mecánicas en recubrimientos galvanizados por doble inmersión en caliente sobre acero al carbono. Ingenius, (22), 80–89. <https://doi.org/10.17163/ings.n22.2019.08>
- CEMESA Galvanizadora. (2015). Galvanizado por Inmersión en Caliente. Notas Informativas, 15. Retrieved from http://www.metalactual.com/revista/27/procesos_galvanizado.pdf
- Černý, M., y Dostál, P. (2014). Adhesion of zinc hot-dip coatings. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 62(1), 53–64. <https://doi.org/10.11118/actaun201462010053>
- Chirinos, I. K., & Lizzetti, M. (2014). PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE ALAMBRE GALVANIZADO PRODAC-BEKAERT S.A. UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.
- Delvasto, P., Casal-Ramos, J. A., González-Jordán, O., Durán-Rodríguez, N. C., Domínguez, J. R., & Moncada, P. (2012). Caracterización de residuos sólidos procedentes de dos procesos distintos de galvanizado en caliente por inmersión. Revista de Metalurgia, 48(1), 33–44. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.1131>
- Fonseca, J. A. (2011). Proceso de galvanizado en caliente con recubrimiento de zinc para piezas metálicas. UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO.
- Hernández, D., & Hernández, V. M. (2017). OBTENCIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE ZINC POR INMERSIÓN EN CALIENTE CON ADICIÓN DE MANGANESO Y NÍQUEL. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Hernández, J. D. (2018). Detection of the critical points of the hot-dip galvanizing process: a focus on sustainability and sustainable development. Retrieved from <http://bdigital.unal.edu.co/63398/1/1152440025.2018.pdf>
- Herrera, J., Acosta, T., Mart, M., Jos, M., Mar, Q., y Lomel, G. (2018). Estudio de factibilidad para el uso de acero galvanizado en estructuras de concreto de puentes y muelles de la sct. 503, 36.
- Kunst, S. R., Matos, J. F., Korb, M. A., y Malfatti, C. F. (2011). Obtención y Caracterización de Revestimientos Protectores a Base de Silanos para la Protección de Aceros Galvanizados. Información Tecnológica, 22(5), 67–76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642011000500009>

- Latiza, A. L. D. Z. (2010). Guía para la galvanización por inmersión en caliente. 54. Recuperado de: www.latiza.com
- Martínez-De-Pisón, F. J., Pernía, A., Jiménez-Macías, E., & Fernández, R. (2010). Overall model of the dynamic behaviour of the steel strip in an annealing heating furnace on a hot-dip galvanizing line. *Revista de Metalurgia (Madrid)*, 46(5), 405–420. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.0948>
- MIPSA. (2019). Galvanizado o zincado por inmersión en caliente. Retrieved from GALVANIZADO website: <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Procesos/Galvanizado-inmersion>
- Palma, E. (1995). COMPORTAMIENTO EN LA ATMOSFERA DEL RECUBRIMIENTO 55% Al-Zn SOBRE ACERO. COMPARACIÓN CON EL RECUBRIMIENTO GALVANIZADO. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES METALURGICAS.
- Perdomo, J. M., & Jaramillo, D. (2009). DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE AUTOMATICO EN EL PROCESO DE GALVANIZADO PARA CADENAS ESLABONADAS (Vol. 2). Universidad autónoma de occidente.
- Ramón, A. (1993). CONTROL DE ESPESOR EN EL PROCESO DE GALVANIZADO. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.
- Rico Oviedo, Y., y Carrasquero Rodríguez, E. J. (2017). Efecto de la composición química en el comportamiento mecánico de recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente: una revisión. *Ingenius*, (18), 30. <https://doi.org/10.17163/ings.n18.2017.04>
- Vera, R., Román, J., Puentes, M., Bagnara, M., Carvajal, A. M., & Rojas, P. (2013). Efecto de la difusión de ión cloruro en el comportamiento de acero galvanizado en estructuras de hormigón armado. Resultados preliminares. *Revista de La Construcción*, 12(1), 30–40. <https://doi.org/10.4067/s0718-915x2013000100004>

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA APLICACIÓN DE DOS FERTILIZANTES EN ASOCIACIÓN CON MICORRIZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS).

ROBERTO PANUNCIO MORA SOLIS¹, SELENE HERNÁNDEZ MATA², VICENTE VILLAR ZÁRATE³,
REYNA GUADALUPE GARCIA GARCÍA⁴, KARINA ZÚÑIGA SIERRA⁵

RESUMEN

El maíz es el cereal más importante del mundo. Su significancia radica directamente en el ser humano, de forma fisiológica, antropológica y económica. La Cuenca del Papaloapan, es una región que se caracteriza en el cultivo de maíz de temporal enmarcada en las comunidades Chinantecas Oaxaqueñas. Cada día se hace más urgente el empleo de nuevas técnicas en el cultivo de maíz que respondan a necesidades presentes que ponen en riesgo su producción (plagas, enfermedades y sequía) y la calidad del suelo. En los últimos 3 años se ha presentado precipitaciones 50% debajo de la isoyeta media obligando a los productores a sembrar un ciclo productivo. El presente trabajo brinda una alternativa de fertilización al evaluar en el cultivo de maíz (de corte temprano) H-520 el efecto que ejercen de manera foliar dos fertilizantes orgánicos (humus de lombriz y Biol) en alternancia con hongos micorrizicos; donde se comprobó que el humus de lombriz brindó mayor desarrollo foliar y resistencia al ataque de gusano cogollero, mientras que la asociación con micorrizas brindó un mejor anclaje radical y duplicó la capacidad de intercambio catiónico de nutrientes disponibles en el suelo a la planta. Teniendo en cuenta esta experiencia, técnicamente se recomienda el uso de fertilizantes orgánicos en suelos conservados en asociación con micorrizas, como una herramienta de mejora productiva y resistencia a las diversas inclemencias presentadas en el cultivo de maíz en esta región particularmente.

1 Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. roberto_190@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. shdezmata@gmail.com

3 Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. villavz@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. reyna12@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional del México/Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. karizs071190@gmail.com

Palabras clave: maíz, Biol, humus, micorriza.

ABSTRACT.

Corn is the most important cereal in the world. Its significance lies directly in the human being, physiologically, anthropologically and economically. The Papaloapan Basin, is a region that is characterized in the cultivation of temporary corn framed in the Oaxacan Chinanteca communities. Every day the use of new techniques in the cultivation of corn that respond to present needs that put at risk its production (pests, diseases and drought) and soil quality becomes more urgent. In the last 3 years there has been 50% rainfall below the average of the isohyet, forcing producers to sow a productive cycle. The present paper offers an alternative of fertilization when evaluating in the cultivation of corn (of early cut) H-520 the effect that exert in a foliar way two organic fertilizers (earthworm humus and Biol) in alternation with mycorrhizal fungi; where it was found that the earthworm humus provided greater foliar development and resistance to the attack of the armyworm, while the association with mycorrhizae provided a better radical anchor and doubled the capacity of cationic exchange of nutrients available in the soil to the plant. Taking this experience into account, the use of organic fertilizers in conserved soils in association with mycorrhizae is technically recommended, as a tool for productive improvement and resistance to the various inclemencies presented in the cultivation of corn in this particularly region.

Keywords: corn, Biol, humus, mycorrhiza.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz tiene importancia especial, dado que este cereal constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Su origen no se ha podido establecer con precisión. Sin embargo, se puede afirmar que el maíz ya se cultivaba en América Latina desde la época precortesiana [1]. Respecto a lo anterior, México forma parte de uno de los centros de origen más importantes que brinda como herencia el maíz al mundo. En este Sentido [2] afirma que se conoce la existencia actual del teocintle en Oaxaca en 2 poblaciones, siendo una de ellas de importancia regional en la Cuenca del Papaloapan:

San Felipe Usila, con cápsulas del fruto similares al teocintle de Guatemala, evidenciando la importancia cultural que tiene este alimento para los pueblos chinantecos, formando parte de su alimento a través de innumerables platillos típicos y de su cosmovisión. De acuerdo a [3] la producción de maíz está estrechamente ligada en la mayor parte del país a las Áreas Naturales Protegidas, siendo un cultivo de conexión entre el ser humano y la naturaleza.

Algunos de los beneficios del cultivo de maíz en la Cuenca del Papaloapan son los siguientes:

Apoya en la alimentación de las familias, por lo que es alimento fundamental de la gastronomía local.

Es un cultivo anual, que en algunos casos permite la producción de dos ciclos.

Tiene varios subproductos. Desde elote, mazorca, hoja y rastrojo para ensilado.

Es un cultivo que soporta cualquier tipo de suelo, siempre y cuando sea drenado.

Su inversión es baja en relación a otras actividades agropecuarias.

Su venta se garantiza de manera local.

Con relación a lo anterior, el cultivo maíz ha innovado con la aparición de variedades e híbridos resistentes a factores ambientales que facilitan esta cualidad. Al respecto, el híbrido H-520 registra rendimientos similares a 6.96 T/Ha 28% más que la variedad mejorada de uso en el sureste mexicano. En cuanto a las características agronómicas, durante el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal, el híbrido H-520 es de altura de planta y mazorca intermedia con 228 y 139 cm para cada característica respectivamente, con 54 días a floración masculina y 53 a floración femenina. Alcanza la madurez fisiológica entre 90 y 100 días, la cosecha puede efectuarse de 110 a 120 días. Es tolerante al acame, con buen aspecto y sanidad de planta y mazorca, excelente cobertura de mazorca, con 14 hileras y grano blanco semidentado. Es tolerante a la enfermedad conocida como "achaparramiento", enfermedad que durante los últimos cinco años ha cobrado importancia sobre todo en áreas maiceras de las zonas centro y sur del estado de Veracruz. H-520 registró porcentajes más bajos de plantas con síntomas, menor severidad y porcentajes más bajos de mazorcas con daño de "achaparramiento", según afirma [4].

Las micorrizas (del griego myces, hongo y rhiza, raíz) representan la asociación entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes). El término “micorriza” fue acuñado por Frank, patólogo forestal alemán, en 1877, al estudiar las raíces de algunos árboles forestales. Para 1900, el botánico francés Bernard resaltó su importancia al estudiar las orquídeas. En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un micro hábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos. Ambos, hongo y planta, salen mutuamente beneficiados, por lo que la asociación se considera como un “mutualismo”. Evidencias fósiles y estudios moleculares sugieren que la asociación micorrizica se originó hace 462-353 millones de años y, desde entonces, su formación es indispensable para el éxito ecológico de la mayoría de las plantas sobre la Tierra [6].

El Biol es una fuente ya digerida de residuos animales a la cual al añadirle orina (animal y/o humana), se añade más nitrógeno, acelerando el proceso de compostaje, mejorando la relación carbón/nitrógeno (C/N) del mismo. Pero esto también depende del tipo de digestor. Con la correcta cantidad de materiales, la composición del Biol puede consistir de un 93% de agua y un 7% de materia seca, de la cual el 4,5% es materia orgánica y el 2,5% es materia inorgánica. El Biol también contiene nitrógeno, fósforo y potasio y también zinc, hierro, manganeso y cobre, el último de los cuales se ha convertido en un factor limitante para muchos suelos. De hecho, la forma y el contenido del Biol se estabilizan con el doble del contenido de nitrógeno, lo cual es diferente del estiércol de granja. La cantidad del Biol resultante es más que la del estiércol de granja. Aproximadamente entre un 25 y un 30% de la materia orgánica se convierte en biogás durante el proceso de fermentación anabólica, mientras que el resto se encuentra disponible como estiércol (Biol) [7].

[8] Define que la obtención del lixiviado se hace al mismo tiempo que la elaboración de la lombricomposta. El lixiviado de lombricomposta se obtiene de la adición de agua al vermicompost, de donde resulta un líquido oscuro que posee nutrientes y microorganismos benéficos para las plantas; con este líquido se debe volver a humedecer

la cama tres veces más para tener un líquido más concentrado rico en nutrientes y microorganismos. Debido a que el lixiviado es de origen orgánico no perjudica a las plantas o al suelo, si se aplica directamente, se puede aumentar la calidad y rendimiento de los cultivos. Al igual que la composta o lombricomposta se puede utilizar como un mejorador de suelos o fertilizante foliar. Se puede aplicar el lixiviado por irrigación o directamente.

Actualmente, el sector agropecuario regional atraviesa serios inconvenientes debido al cambio climático. Los prolongados periodos de sequía, provocan déficit en el rendimiento de los cultivos, merma en la calidad del suelo y pérdidas considerables en la producción ganadera extensiva. Los suelos locales presentan desgaste en la capa arable, provocado principalmente por el monocultivo de gramíneas una falta de preparación, planeación y mantenimiento de la tierra para conservar su calidad. Es ahí donde el uso de fertilizantes ecológicos tiene un papel importante ya que coadyuva en la conservación de la humedad, nutrición y textura aun presentando excesivo uso. El agricultor debe concientizar que los fertilizantes ecológicos forman parte de una práctica agroecológica de conservación al suelo, y que forman parte de una alternativa disponible en el entorno para preservación de su calidad y tiempo de vida útil.

A través de los años y como resultado de las actividades realizadas por diversos investigadores a nivel mundial, se han generado innumerables evidencias respecto a los beneficios, ventajas y razones relacionadas con el empleo de los abonos orgánicos. Desde el punto de vista ecológico, se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del ambiente. El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobreexplotación, siendo las consecuencias directas de estos dos eventos: la pérdida de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos y mantos freáticos, cuya producción agrícola puede ser también contaminada [5].

El presente trabajo, tiene como finalidad la evaluación comparativa de la efectividad de los fertilizantes orgánicos en asociación con el uso de micorrizas en el cultivo de maíz híbrido H-520, evaluando los efectos en crecimiento, desarrollo foliar y fenológico.

materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del área de prácticas agrícolas del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP), de julio a septiembre de 2019.

Figura 1: Localización del sitio de los trabajos.



Materiales:

4,800.00 kg de semilla de maíz tipo H-520.

40 L de Biol

40 L de Humus de lombriz

2.0 Kg de micorriza *Glomus fasciculatum* y consorcios.

Rafia

Equipo:

Flexómetro

Vernier electrónico

Bomba mochila

Colador

Con fecha 5 de julio de 2019, se llevó a cabo la siembra en el terreno. Se dispuso de un arreglo de 120 cm entre surco y 30 cm entre planta, ocupando 2 plantas por espacio.

Se realizó el arreglo del diseño completamente al azar con 3 repeticiones cada uno. Las unidades experimentales fueron surcos lineales de 20 plantas cada uno, marcando en cada caso 5 unidades experimentales seleccionadas por aleatorización.

Cuadro 1: Distribución del Diseño Completamente al azar en la parcela experimental y selección de los individuos a medir.



Los tratamientos a emplear, los cuales se designaron también de forma aleatoria, fueron los siguientes:

T₁: 6 L Biol + 250 gr micorriza.

T₂: 6 L Humus + 250 gr micorriza.

T₃: 250 gr Micorriza.

Se tomaron medidas cada 25 días de crecimiento fenológico, previo a la aplicación del tratamiento. Las variables dependientes que se consideraron fueron las siguientes:

Altura de tallo

Grosor de tallo

Crecimiento foliar

A continuación, se presenta la toma de datos inicial y final de este trabajo:

25 DÍAS

Cuadro 2. Tamaño de la planta a los 25 días (cm)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
32.2	27.4	37.3	35.2	30.2	28.9	33.4	35.6	28.4
31.4	25.1	38.2	30.43	31.4	30.1	36.2	37.4	25.6
35.3	25.6	36.4	37.24	31.8	30.3	30.6	35.1	27.4
34.8	27.9	37.4	35.1	32.6	27.5	33.7	36.3	28.6
32.6	27.4	35.3	33.3	30.2	25.4	34.9	32.8	29.2

Cuadro 3: Grosor de tallo de la planta a los 25 días (cm)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
0.21	0.35	0.56	0.57	0.36	0.48	0.33	0.51	0.35
0.43	0.39	0.73	0.68	0.35	0.46	0.37	0.58	0.32
0.56	0.29	0.68	0.66	0.33	0.33	0.41	0.62	0.28
0.52	0.61	0.57	0.64	0.34	0.31	0.41	0.66	0.35
0.24	0.22	0.62	0.69	0.33	0.42	0.44	0.57	0.29

Cuadro 4: Crecimiento foliar por planta a los 25 días (pieza)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
5	4	5	6	5	3	5	4	3
5	5	5	7	5	3	4	5	4
5	5	6	5	4	4	4	4	4
6	5	6	5	4	4	5	5	3
5	6	5	6	3	4	3	5	3

A los 75 días, durante su etapa de llenado de grano y la madurez (etapa R2), se puede observar el crecimiento denotado en los cuadros 5, 6 y 7:

75 DIAS

Cuadro 5. Tamaño de la planta a los 75 días (cm)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
252	191	217	231	216	112	205	243	156
246	186	228	233	224	134	215	238	171
255	187	244	241	188	141	238	247	171
233	193	237	246	208	164	262	236	171
249	210	246	246	191	164	248	237	169

Cuadro 6. Grosor de tallo de la planta a los 75 días (cm)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
1.89	1.71	2.51	2.43	2.47	1.69	2.83	2.37	1.79
1.92	1.57	2.34	1.94	2.16	1.46	2.01	2.31	1.7
1.91	1.9	2.46	2.54	2.45	1.99	2.3	1.83	1.69
1.83	1.73	2.43	2.43	2.28	1.91	2.32	2.13	1.9
2.05	1.84	2.44	2.5	2.47	1.83	2.15	2.16	1.84

Cuadro 7: Crecimiento foliar por planta a los 75 días (pieza)

R1			R2			R3		
T1	T3	T2	T2	T1	T3	T1	T2	T3
16	16	17	17	17	17	17	17	14
17	17	17	17	17	15	17	17	15
18	14	18	17	17	13	17	15	15
15	14	16	17	17	16	18	17	15
16	16	16	17	15	16	17	16	14

Donde no existe diferencia significativa en las variables dependientes utilizadas con un alfa de 0.05.

Los métodos de análisis que se aplicaron para el comparativo de altura de tallo, grosor de tallo y crecimiento foliar fue por Tuckey con un nivel significancia del 0.5%, desarrollado en el programa InfoStat versión 2018.

RESULTADOS

Análisis de varianza

VARIABLE: ALTURA DE LA PLANTA (CM)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R3	15	0.87	0.85	6.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16117.20	2	8058.60	39.39	<0.0001
TRATAMIENTOS	16117.20	2	8058.60	39.39	<0.0001
Error	2455.20	12	204.60		
Total	18572.40	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=24.13495

Error: 204.6000 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HUMUS + MICORRIZA	240.20	5	6.40 A
BIOL + MICORRIZA	233.60	5	6.40 A
MICORRIZA	167.60	5	6.40 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En las repeticiones 2 y 3 se observa que el T2 (6 L Humus + 250 gr micorriza) mantiene mejores resultados de crecimiento de la planta, respecto al T1 y T3. Por lo que se puede definir que el humus de lombriz actúa en el fortalecimiento vascular de la planta durante su etapa vegetativa.

variable: grosor del tallo (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R1	15	0.92	0.91	4.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.28	2	0.64	72.02	<0.0001
TRATAMIENTOS	1.28	2	0.64	72.02	<0.0001
Error	0.11	12	0.01		
Total	1.38	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15882

Error: 0.0089 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HUMUS + MICORRIZA	2.44	5	0.04 A
BIOL + MICORRIZA	1.92	5	0.04 B
MICORRIZA	1.75	5	0.04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Las repeticiones 1 y 2 muestran el dominio del T2 respecto al T1 y T3. El crecimiento del grosor del tallo es directamente proporcional a su altura, debido al fortalecimiento que el humus de lombriz ejerce sobre el sistema vascular de la planta.

variable: crecimiento foliar (número de hojas)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
R2	15	0.13	0.00	4.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.93	2	0.47	0.87	0.4418
TRATAMIENTOS	0.93	2	0.47	0.87	0.4418
Error	6.40	12	0.53		
Total	7.33	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.23223

Error: 0.5333 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
HUMUS + MICORRIZA	17.00	5	0.33 A
BIOL + MICORRIZA	16.60	5	0.33 A
MICORRIZA	16.40	5	0.33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

No se observan diferencias significativas en el crecimiento foliar, ya que en los 3 tratamientos se observa casi el mismo número de hojas. Sin embargo, la coloración foliar se tornó con mayor vitalidad en el T2, por lo que también manifestó dominancia en los resultados.

Nota: En las 3 variables dependientes, no se observan diferencias significativas al alfa 0.05. Sin embargo, en el análisis de comparación de medias, manifestó dominancia el T2.

CONCLUSIONES

El humus de lombriz en asociación con micorrizas, es la fertilización con mejores resultados en crecimiento y desarrollo foliar, ya que presentó mejores resultados en altura y grosor de tallo. Influye de forma directa en el desarrollo vascular. Su aplicación es recomendable de 25 a los 55 días de fenología vegetativa. Se observa un mejor anclaje y resistencia a factores ambientales.

Las micorrizas blindan la resistencia del maíz a factores ambientales, plagas y enfermedades. Fortalece el desarrollo radicular y vascular de la planta, mejora la calidad de los procesos simbióticos del suelo y permite prolongar su utilización, aún sin el uso de fertilizantes químicos.

La fertilización orgánica puede ser un buen coadyuvante en la mejora del rendimiento de los cultivos. Se considera un vector que facilita la velocidad de asimilación de los nutrientes a la planta, mientras que fortalece la capacidad de intercambio catiónico y vida microbiana del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manuales para la educación Agropecuaria (1994). El Maíz. Trillas. 9-10.
- De Teresa (1999). Población y recursos en la región chinanteca de Oaxaca. Departamento de Antropología, UAM-Iztapalapa. México. 17-21.
- López, et al (2017). Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Maíz blanco y amarillo mexicano. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Pág. 12.
- Mauro, et al (2008). H-520, Híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. Agricultura Técnica en México. Volumen 34 No.1 México.
- Nieto, G. A., Murillo, A. B. y Troyo, D. E. (2002). El uso de compostas como alternativa para la producción sostenible del chile (*Capsicum annuum*) en zonas áridas. INCI 27(8): 417-421.
- Camargo, et al (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria. Volumen 13 Número 7. UNAM. México. Pag. 3.
- [Warnars y Oppenoorth (2014). El Biol: El fertilizante supremo. Estudio sobre el Biol, sus usos y resultados. Hivos people unlimited. Reyno Unido. Pag. 14.
- Ponce, R. J. E. (2015). Proceso de producción del lixiviado de vermicompost (tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur.

EVALUACIÓN EN LA SIEMBRA DE CHILE HABANERO A CIELO ABIERTO Y EN INVERNADEROS CONVENCIONALES PARA LA ZONA MAYA DE QUINTANA ROO.

MIRNA DE JESÚS OJEDA ARANA¹, JULIO CESAR TUN ALVAREZ²

RESUMEN

El presente trabajo expone los resultados de una investigación teórica y de campo, El tipo de muestra de selección de escenarios que se empleó fue un muestreo aleatorio simple, debido a que la producción de hortalizas es común en la zona maya del Estado de Quintana Roo y la región cumple con las unidades de muestreo. Se tiene como objetivo las comunidades rurales del Municipio de Felipe Carrillo Puerto Quintana Roo. La investigación se realizó por el interés de conocer los principales factores que intervienen en la producción de chiles habaneros, conocer las medidas que se pueden tomar para tener un desarrollo socioeconómico en la región maya de Quintana Roo y para profundizar en el estudio acerca de las condiciones en la que se encuentran los cultivos de los productores en los temas de invernadero y cielo abierto.

El conocimiento agroclimático para cultivar el chile habanero permitirá ubicarlo en los sitios más adecuados para su desarrollo y productividad en la región. Los factores climáticos que limitan la adaptación, desarrollo y producción del chile habanero son la precipitación y la temperatura, aunque la primera es la más determinante, ya que varía tanto en las prácticas de manejo y cultivo.

Palabras clave: Cultivo, hortalizas, chile, invernadero, clima.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
j.tun@itscarrillopuerto.edu.mx

INTRODUCCIÓN

En la agricultura regional, los cultivos o sistemas producto de interés o prioritarios se determinan considerando su desarrollo actual y potencial, sustentabilidad de la economía en la región, su importancia social y alimentaria, ya sea por su consumo o aporte nutrimental o por su aportación en la tradición culinaria. Estas últimas características además, en muchos de los casos, pueden conferir cierta identidad al país y en particular a la península de Yucatán. El Chile Habanero (*Capsicum chinense*); no es un ingrediente más de la comida, es un símbolo de identidad regional, en donde cualquier comida debe ser acompañada por este condimento. Lo cual ha generado que cuando se habla de la Península de Yucatán, inmediatamente, en la mente de cualquier interlocutor se ubica al Chile Habanero, uno de los chiles más picantes de México, y del mundo. (Gaceta Siiditey) La investigación hace referencia al tema del cultivo de hortalizas en la Zona Maya, especialmente al cultivo de chile habanero en invernaderos y a cielo abierto, el cual, se puede definir como evaluar la Zona Maya y tener en cuenta el nivel de aprovechamiento que presenta nuestra región en el sector agrícola con los métodos y técnicas para el cultivo de hortalizas, así también, logramos orientar al mejor sistema de siembra para chile habanero (*Capsicum Chinense Jacq*), ya que son los más rentables para los productores de hortalizas de la Zona Maya.

Las principales características que se tomaron en cuenta para la evaluación fue el manejo para el cultivo desde un método de la plantación de la semilla hasta la cosecha del fruto; el tipo de suelo utilizado; las cantidades de riego para las plantas; las medidas tomadas ante enfermedades y plagas; el uso de los productos químicos en los cultivos.

Esto debido a que la producción de chile habanero en la región es muy común, pero por causa de otros factores afectan la producción y el ingreso económico resulta ser menor a lo esperado.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer los principales factores que intervienen en la producción de chiles habaneros, identificar las medidas que se pueden tomar para tener un desarrollo socioeconómico en la región maya y para profundizar en el estudio en la zona acerca de las condiciones en la que se encuentra el cultivo de los productores involucrados en esta investigación.

Por otra parte, como interés académico fue conocer el nivel de desempeño de los productores de hortalizas de la Zona Maya, principalmente chile habanero. Y aportar estadísticas recientes de la producción de estas hortalizas. Así mismo, para adentrarnos a las actividades regionales que puedan llegar a sobresalir económicamente.

La región conocida como la Zona Maya en el Estado de Quintana Roo comprende alrededor de 88 localidades la mayoría dedicadas a la industria de la agricultura, en específico, en la producción de hortalizas. Las comunidades que se tomaron en cuenta para la evaluación fueron las siguientes:

Señor

Chancah Derrepente

X-Hazil

San Andrés

Chunhuhub

Chunhuas

Tixcacal

Yaxley

Así también, la ciudad de:

Felipe Carrillo Puerto

En el marco de la teoría sociológica de la región, la investigación se realizó con una serie de entrevistas a principales productores de hortalizas, tanto en cielo abierto como también en invernaderos de la Zona Maya.

Las entrevistas se realizaron a productores de chile habanero en la región. El tipo de muestra de selección de escenarios que se empleó para nuestra investigación fue un muestreo aleatorio simple, debido a que la producción de hortalizas es común en esta región y cumple con las unidades de muestreo.

Durante la investigación de campo hubo obstáculos, tales como el clima, así como la distancia entre comunidades y el costo del transporte entre ellas.

Las características o factores que se tomaron en cuenta para determinar un sistema óptimo para el cultivo de chile habanero en la zona maya, fueron los siguientes: Sistema productivo (Sea en invernadero o a cielo abierto); La relación entre el método para la siembra utilizada y el tamaño de la producción actual; Niveles de pH en el suelo; Sistema de riego (Sistema utilizado para distribuir el riego por toda el área); Cantidad de riego; Temperatura; Utilización de productos agroquímicos; Control de enfermedades y plagas; Utilización de métodos orgánicos. (Gacetra, 2014)

Investigación del cultivo de chile habanero en la región

En el año 2010 se cuantificaron en México 12,000 ha que han aplicado la agricultura protegida con cultivos de tomate, pimiento, pepino y chile habanero, siendo este último el más rentable en el mercado nacional y de exportación. Los estados productores de chile habanero se localizan en la península de Yucatán: Campeche y Quintana Roo. Los rendimientos a campo abierto varían de 10 a 40 toneladas de chile por hectárea, y es en Quintana Roo donde se ha desarrollado la tecnología de producción bajo condiciones de invernadero, con baja y mediana tecnología. (H. Macías)

La hortaliza que se cultiva con mayor frecuencia en la zona maya de Quintana Roo es el chile habanero, Chapingo (2004). En las 10 localidades investigadas fue la que mayor número se repite con relación a otros cultivos que se practican como lo es el jitomate, cilantro y rábano. Gracias a este análisis rápido se pudo llegar a la conclusión que la hortaliza más producida en la zona es el chile habanero, de esta hortaliza emanar las demás investigaciones que a continuación se presentan en este proyecto de investigación.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

El tipo de investigación es cualitativa, ya que se analizarán cultivos en invernaderos y a cielo abierto de 10 comunidades diferentes del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México, para poder evaluar el rendimiento en producción del chile habanero sembrado y cosechado en los sistemas: invernadero y cielo abierto, los datos

de recabaron por medio de una bitácora para luego procesar y analizar de forma numérica los datos arrojados por dichos sistemas.

Fueron 10 comunidades que se analizaron, con características similares tanto en invernadero como el de cielo abierto, las comunidades son: Señor, Chanchah Derrepente, X-Hazil, San Andrés, Chunhuhub, Chunhuas, Tixcacal, Yaxley y Felipe Carrillo Puerto.

Es importante resaltar que existen diferentes variedades de chile habanero, pero en este estudio todas las producciones analizadas corresponden a la variedad “Orange”. El pimiento *Capsicum Chinense Jacq.*; es comúnmente llamado “chile habanero”. Este chile se encuentra distribuido en toda la península, donde se observan diferentes formas, colores y tamaños del fruto (ver figura 1).

Figura 15. El chile habanero es a nivel mundial el quinto producto hortícola por superficie cultivada. Fuente: FAO, 2016.



Como cultivo, tiene gran importancia económica para los productores de hortalizas en el estado de Quintana Roo: ocupa el segundo lugar, después del cultivo del tomate, en cuanto a superficie cultivada. La mayor superficie de cultivo se encuentra en la parte centro del estado, y contribuye con más de 90 por ciento del volumen de la producción estatal, la cual se comercializa y se consume en fresco, principalmente. INEGI (1998). Los factores climáticos que limitan la adaptación, desarrollo y producción del chile habanero en Quintana Roo son la precipitación y la temperatura. El tamaño depende de la edad de la planta, las características del suelo y las prácticas de manejo que se le proporcionen; puede alcanzar longitudes mayores a los 2 metros. El interés por este cultivo no se centra únicamente en su importancia económica y consumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E.

Los métodos actuales de siembra en invernadero y cielo abierto.

El chile habanero (*Capsicum chinense*) se produce tradicionalmente en la península de Yucatán: Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Los rendimientos tradicionales a campo abierto varían de 10 a 40 toneladas por hectárea. En Quintana Roo se ha desarrollado más la tecnología de producción de chile habanero bajo condiciones de invernadero con baja y mediana tecnología.

Se investigaron los métodos de siembra de hortalizas, tanto en invernaderos como a cielo abierto.

Se investigaron las principales variables que influyen en las producciones de hortalizas en la zona maya. Es importante hacer referencia que las muestras utilizadas para este estudio fueron tomadas por medio de un muestreo aleatorio simple.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los estudios bajo el tema de “métodos actuales de siembra”.

Invernadero, método de siembra obtenida:

- 1.- Preparar el semillero en charolas con sustratos tipo Kekkila y poner las semillas de chile habanero. Los semilleros deberán estar bajo temperaturas adecuadas y controladas, según sea el tipo de cultivo.
- 2.- Las plántulas deben contar con condiciones adecuadas en tamaño, calidad, altura, formación de raíces, y bien desarrolladas.
- 3.- Tener los surcos bien preparados, con los sustratos que se hayan determinado anteriormente, que pueden ser fibra de coco, gravilla, tierra, etc.
- 4.- Tener instalado el sistema de riego, de preferencia el sistema de fertirriego.
- 5.- Preparar el sistema de tutorado.
- 6.- Humedecer los sustratos antes del trasplante.
- 7.- Se realiza el trasplante en surcos, distribuyéndolos por todo el invernadero.

Este método de siembra ha sido el más común en los invernaderos convencionales de la Zona Maya, debido a su fácil preparación y a su eficiencia.

Cielo abierto, método de siembra obtenida:

Preparar el área a la que se va a sembrar. Tomar en cuenta el área, el recurso económico y la mano de obra que la va a trabajar. Preparar la tierra en forma de “eras” (surcos). Instalar el sistema de riego, el de goteo es el mejor debido al control del agua.

Preparar el semillero. En una charola poner el sustrato Kekkila, poner las semillas de chile habanero en cada uno de los espacios de la charola. Dar un ligero riego para que germine la semilla y cubrir ligeramente de sustrato Kekkila.

Poner las charolas en sombra hasta su germinación. Después de germinar pasarlo al sol para que se adapte a su medio ambiente definitivo.

Dependiendo del tipo de hortaliza a plantar, se realiza el trasplante en las fechas que le corresponde.

En las eras, combinar tierra con el sustrato de bokashi, que serán sus sustratos definitivos durante su ciclo de vida.

El método de siembra para el sistema de cielo abierto ha sido el más económico en cuanto a su preparación. Una técnica de siembra es el de ubicar la posición del sol de oriente a poniente, para aprovechar sus rayos. Hay que indicar anteriormente el tipo de cultivo para que no perjudique a los frutos, ya que unos pueden favorecerle mientras que a otros los puede lastimar quemando sus frutos y perdiendo las hojas mucho antes de que estén ya listas.

Para ambos sistemas de producción, la siembra será similar, por ejemplo, se deberán proteger las plántulas contra plagas, el clima, las temperaturas y otros factores que pueden poner en riesgo el desarrollo de las plántulas, así también los surcos deberán contar con las condiciones necesarias para filtrar bien el agua y retener los nutrientes.

Instrumento

La actividad consistió en evaluar a través de un cuestionario, la relación entre los diferentes sistemas de producción, tanto invernadero como en cielo abierto y el rendimiento obtenido en cada una de ellas, así también la producción en kilogramos de plantas por metro cuadrado.

Obtener estos datos permite a productores actuales y para futuros productores que quieran incursionar en la producción de chile habanero, conocer la cantidad de

producción promedio, y conocer el rendimiento del cultivo para futuras inversiones para producir chile habanero.

A continuación, se muestran los resultados representados en la tabla 1 y 2.

Resultados de la relación entre el sistema de producción a cielo abierto y el rendimiento.

Tabla 1

Cielo abierto Comunidad	Área total (m ²)	Número total de plantas	Rendimiento de la producción promedio semanal (kg)	Rendimiento de la producción total por ciclo (kg)	Número de plantas por m ²	Producción de chile habanero por m ² en una semana (kg)	Producción de chile habanero por m ² en todo el ciclo (kg)
Señor	400	900	120	3840	2.25	0.3	9.6
Chancah	10000	20000	1500	48000	2	0.15	4.8
Derrepente							
X-Hazil	2500	6500	600	19200	2.6	0.24	7.68
San Andrés	250	250	40	1280	1	0.16	5.12
Chunhuhub	2500	5000	300	9600	2	0.12	3.84
Chunhuas	800	1500	100	3200	1.875	0.125	4
Tixcacal	1500	3300	250	8000	2.2	0.16666667	5.33333333
Yaxley	400	800	150	4800	2	0.375	12
Kopchen	400	750	50	1600	1.875	0.125	4
Felipe Carrillo Puerto	400	700	20	640	1.75	0.05	1.6

Fuentes: Elaboración propia.

Tabla 2.- Resultados de la relación entre el sistema de invernadero y el rendimiento obtenido.

Invernadero	Comunidad	Área total (m ²)	Número total de plantas	Rendimiento de la producción promedio semanal (kg)	Rendimiento de la producción total por ciclo (kg)	Número de plantas por m ²	Producción de chile habanero por m ² en una semana (kg)	Producción de chile habanero por m ² en todo el ciclo (kg)
	Señor	3500	8000	600	19200	2.28	0.17	5.485
	Chanca de repente	3200	7300	800	25600	2.28	0.25	8
	X-Hazil	3500	7800	700	22400	2.22	0.2	6.4
	San Andrés	3500	6200	700	24000	2.48	0.3	6.4
	Chunhuhub	3500	7800	800	25600	2.22	0.22	7.31
	Chunhuas	3500	7600	750	24000	2.17	0.21	6.85
	Tixcacal	3500	8000	800	25600	2.28	0.22	7.31
	Yaxley	3,540	8,400	770	24640	2.37	0.217	6.96
	Kopchen	250	600	40	1280	2CA.43	0.16	5.12

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Características del chile habanero para condiciones óptimas.

Requerimientos climáticos	
Temperatura óptima a	30°C
Temperatura mínima a	10°C
Temperatura máxima a	35°C
Temperatura para la germinación a	18 y 35°C, siendo óptima en 30°C
Mejor desarrollo en	Zonas templadas
Requerimientos edáficos	
pH en suelo de	6.5 a 8.3
Profundidad del suelo de	30 a 60 cm
Taxonomía y morfología	
Familia de <i>Capsicum chinense</i>	Solanáceas

Nota: Tomada de Izco (2004)

Tabla4.-Niveles de pH y conductividad eléctrica en cultivos de invernadero en la y cielo abierto Zona Maya.

Niveles de pH y conductividad eléctrica en invernadero										
	Señor	Chancah de repente	X-Hazil	San Andrés	Chunhuhub	Chunhuas	Tixcacal	Yaxley	Kopchen	F.C.P.
pH	7.6	7.6	8	7.9	7.6	7.4	8	7.9	7.7	8.1
C.E.	0.6	0.2	0.5	0.4	0.2	0.4	0.5	0.8	0.4	0.7
Niveles de PH y conductividad eléctrica en cielo abierto										
	Señor	Chancah de repente	X-Hazil	San Andrés	Chunhuhub	Chunhuas	Tixcacal	Yaxley	Kopchen	F.C.P.
pH	7.5	7.6	7.3	7.4	7.6	7.5	7.6	7.8	7.4	7.6
C.E.	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.6	0.4	0.6	0.5	0.4

Fuente: Diseño propio

Tabla 5.- Resultados de la evaluación en las cantidades de riegos que se dan durante 8 meses al chile habanero en invernadero convencional.

Ciclo del chile habanero 8 meses promedio (240días) INVERNADERO								
Comunidad	ETAPA 1 a 21 días	cantidad de ml por 21 días	ETAPA A 21 a 50 días	cantidad de ml por 50 días	ETAPA 50 días hasta terminar el ciclo	cantidad en ml por 190 días	total de ml x planta en un ciclo	ml promedio x planta en un día
Señor	200	4200	600	17400	1500	285000	306600	1277.5
Chancah de repente	200	4200	600	17400	1500	285000	306600	1277.5
X-Hazil	300	6300	1000	29000	1800	342000	377300	1572.0833
San Andrés	300	6300	800	23200	1200	228000	257500	1072.9167
Chunhuhub	300	6300	800	23200	2000	380000	409500	1706.25
Chunhuas	300	6300	600	17400	2000	380000	403700	1682.0833
Tixcacal	200	4200	600	17400	1500	285000	306600	1277.5
Yaxley	200	4200	200	5800	1200	228000	238000	991.6667
Kopchen	400	8400	800	23200	1500	285000	316600	1319.1667
Felipe Carrillo Puerto	200	4200	600	17400	1200	228000	249600	1040

Fuente: Diseño propio

Tabla 6.- Resultados de las cantidades de riegos que se dan durante 8 meses al chile habanero en cielo abierto.

Ciclo del chile habanero 8 meses promedio (240días) CIELO ABIERTO

Comunidad	ETAP A 1 a 21 días	cantida d de ml por 21 días	ETAP A 21 a 50 días	cantida d de ml por 50 días	ETAPA 50 días hasta termina r el ciclo	cantida d de ml por 190 días	total de ml x planta en un ciclo	ml promedio x planta en un día
Señor	1600	33600	2500	72500	2500	475000	581100	2421.25
Chancah repente	1500	31500		0		0	31500	131.25
X-Hazil	2000	42000	2600	75400	2600	494000	611400	2547.5
San Andrés	1800	37800		0		0	37800	157.5
Chunhuhub	2000	42000	2500	72500	2500	475000	589500	2456.25
Chunhuas	1600	33600	2900	84100	2900	551000	668700	2786.25
Tixcacal	1500	31500	2500	72500	2500	475000	579000	2412.5
Yaxley	2000	42000	2500	72500	2500	475000	589500	2456.25
Kopchen	400	8400	800	23200	1500	285000	316600	1319.1667
Felipe Puerto	Carrillo 200	4200	600	17400	1200	228000	249600	1040

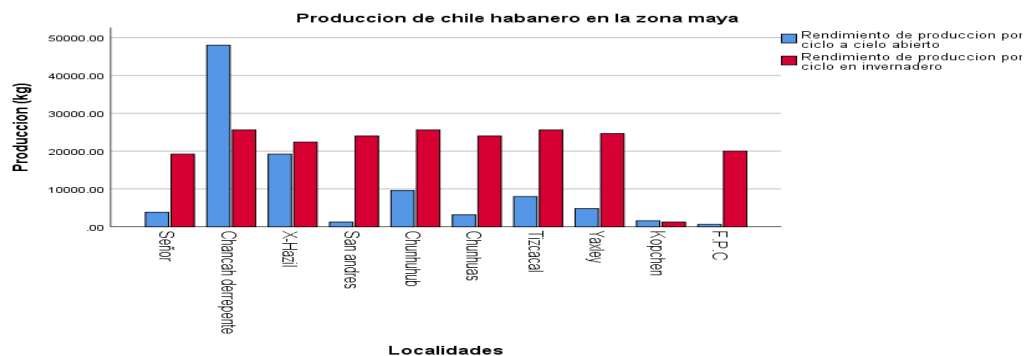
Fuente: Diseño propio.

RESULTADOS

El municipio de Felipe Carrillo Puerto es uno de los mayores productores de chile habanero a nivel estatal, para una muestra de esto, la siguiente gráfica nos proporciona un poco de información acerca de la producción en un ciclo en los diferentes lugares estudiados (Figura 2).

Figura 2.- Representación gráfica de la producción de chile habanero en la zona Maya.

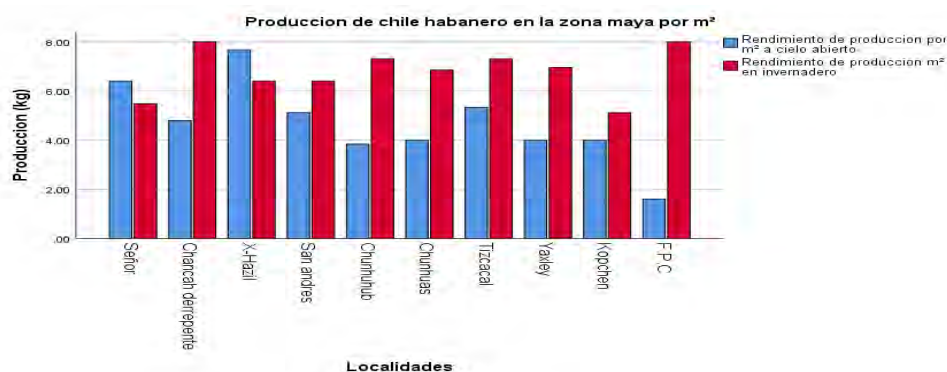
Fuente: Diseño propio



Como se puede apreciar en la Figura 2, en la mayoría de las localidades investigadas se puede ver que la mayoría de la producción obtenida de chile habanero es a cargo de los invernaderos, esta figura busca mostrar qué localidad, de las evaluadas, es la que más produce chile habanero. La localidad de Chanchal Derrepente destaca mucho la aportación en la producción de este pimiento en la zona.

El objetivo principal es analizar en qué sistema de producción es más eficiente. Se igualo todas las muestras en un área determinada para poder hacer un cálculo por metro cuadrado (m^2) de la producción de cada sistema en las diferentes localidades (Figura 3).

Gráfica de producción de chile habanero por metro cuadrado.



Fuente: Diseño propio.

En la Figura 3 muestra la producción de chile habanero por m^2 , así determinamos el rendimiento en cada sistema de producción; fue necesario calcular la media y la desviación estándar por medio (Tabla 7) de un programa estadístico para corroborar la interpretación de la gráfica anterior. A simple vista se podría afirmar que el sistema de

producción de invernadero es más productivo a comparación del otro sistema. Para confirmar esta suposición, será necesario hacer un contraste de hipótesis para determinar si realmente hay una diferencia en la producción de cada sistema.

En la hipótesis nula (H_0) declaremos que los dos sistemas de producción son iguales y que no existe diferencia en la producción. A la vez en la hipótesis alternativa (H_1) declaramos que hay una diferencia significativa y con esto concluir que si existe un sistema de producción mejor.

Para esto tomaremos en cuenta el valor de la significancia (sig) que nos proporcione la prueba de ANOVA por medio de la comparación de medias. El porcentaje mínimo de significancia para aprobar la hipótesis alternativa será de un 90% para tener un grado de confianza alto para el estudio (Tabla 8).

Tabla 7. Resultados de la media y la desviación estándar para cada sistema de producción.

Sistema de producción	Informe Kilogramos		
	Media	N	Desv. Desviación
INVERNADERO	6.7852	10	.96064
CIELO ABIERTO	4.6773	10	1.63885
Total	5.7313	20	1.69664

Fuente: Diseño propio

Tabla 8. Resultados de prueba ANOVA.

Tabla de ANOVA

				Suma de	gl	Media	F	Sig.
				cuadrados		cuadrática		
Kilogramos	*	Entre	(Combina	22.215	1	22.215	12.312	.003
Sistema	de	grupos	do)					
producción		Dentro de grupos		32.478	18	1.804		
		Total		54.693	19			

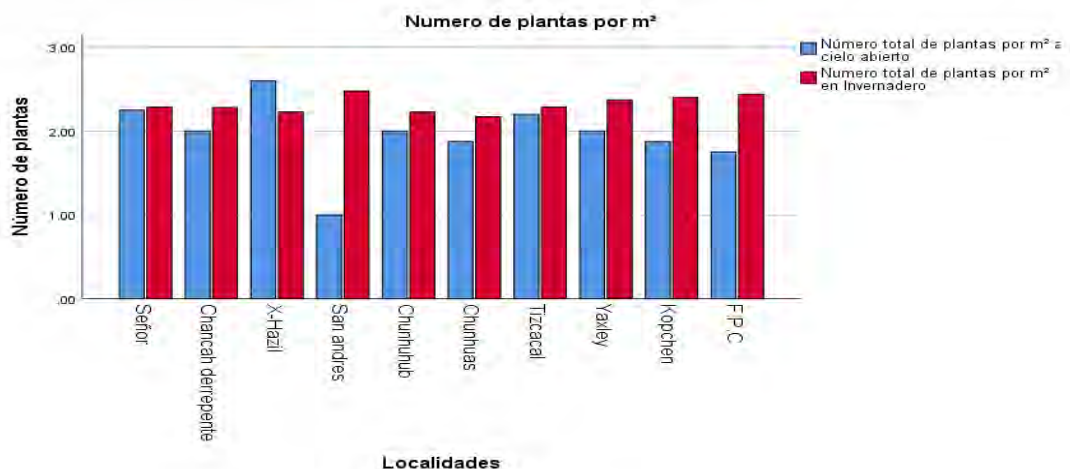
Fuente: Diseño propio

Con los datos obtenidos por medio del programa estadístico es posible traducir los resultados obtenidos en una conclusión. La prueba nos arrojó una significancia de 0.003, esto quiere decir que existe un 99.7% que la prueba se repita y que las probabilidades de que la producción en un invernadero sea mayor, en contraste con el sistema de cielo abierto.

La interpretación de los resultados fue que existe una diferencia significativa entre los dos sistemas de producción, la media de producción de los campos de chile habanero a cielo abierto es relativamente más baja que la del sistema de invernadero, esto da a entender que existe más producción de chile habanero en invernaderos que a cielo abierto, cabe mencionar que este análisis solo se centra en producción, probablemente la rentabilidad de cada sistema sea muy diferentes entre sí, en las siguientes graficas se mostraran las demás variables que son de mucha importancia para determinar el sistema de producción más rentable.

A continuación, presentamos un análisis del número promedio de plantas por m² que se usan actualmente para la producción de chile habanero a cielo abierto e invernadero

Figura 416 Número de plantas por metro cuadrado en ambos sistemas producción de cada comunidad.



Fuente: Diseño propio

La figura 4 da un ligero panorama de las localidades y sistemas de producción que tienen más plantas por m². A continuación, se muestra un análisis más a fondo en relación al número de plantas m² y su rendimiento en la producción, pero antes se analizó con detenimiento los promedios de números de plantas por m² que actualmente se usan en la zona maya en los diferentes sistemas de producción. Esto con la ayuda de un software estadístico.

Tabla 9. Resultados de la media y la desviación estándar de plantas por m².

Descriptivos								
Plantas por m ²								
	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	Límite inferior	Límite superior	Mínimo
								Máximo
INVERNADE RO	10	2.3174	.10098	.03193	2.2452	2.3897		2.17
CIELO ABIERTO	10	1.9550	.41312	.13064	1.6595	2.2505		2.60
Total	20	2.1362	.34675	.07754	1.9739	2.2985		1.00
								2.60

Fuente: Diseño propio

Con el software estadístico usando un 95% de confianza para las medias se puede apreciar que los intervalos para el número de plantas por m² es de 1.65 a 2.25 en los campos de chile habanero a cielo abierto, el intervalo para los invernaderos es de 2.24 a 2.38, esto da a entender que en los campos de cielo abierto hay menos plantas por m², esto podría sonar lógico ya que en los campos a cielo abierto lo que sobra muchas veces es el espacio a comparación de los invernaderos que el área utilizada es quizá muy limitada y se debe aprovechar el espacio el área, pero se debe determinar cuál es la mejor opción, ¿llenar demasiado el área con plantas favorecerá la producción? o ¿disminuirá la producción?, son preguntas que a continuación con los análisis recabados en la investigación de campo y la ayuda del software estadístico quedaran claras.

La relación que existe entre la distancia entre plantas en los diferentes sistemas de producción de chile habanero y la producción es un factor muy importante para analizar en este estudio, por eso se debe recurrir a un método estadístico para comprobar si existe una relación entre estas variables. Por lo que se recurre a la correlación de Pearson.

Tabla 10.- Resultados del análisis para la correlación de Pearson

Correlaciones		Rendimiento de producción por m ² a cielo abierto	No total de plantas x m ² a cielo abierto
Rendimiento de producción por m ² a cielo abierto	Correlación de Pearson	1	.469
	Sig. (bilateral)		.171
	N	10	10
No total de plantas x m ² a cielo abierto	Correlación de Pearson	.469	1
	Sig. (bilateral)	.171	
	N	10	10

Fuente: Diseño propio

Con los datos obtenidos del software para la correlación de Pearson podemos determinar un contraste de hipótesis.

H0:r=0 No hay relación entre las variables de producción por m² y plantas por m² en campos de chile habanero a cielo abierto

H1:r≠0 Si hay relación entre las variables de producción por m² y plantas por m² en campos de chile habanero a cielo abierto

Como resultado:

Se acepta H1 y se concluye que existe una relación positiva (.469), es una relación débil entre las variables, esto significa que las variables se relacionan muy poco pero si hay un vínculo. Esto quiere decir que las variables aumentan en proporción constante, para que haya más producción también tiene que haber más plantas.

H0:r=0 No hay relación entre las variables de producción por m² y plantas por m² en invernaderos

H1:r≠0 Si hay relación entre las variables de producción por m² y plantas por m² en invernaderos

Se acepta H1 y se concluye que existe una relación negativa (-.097), esta indica una dependencia entre las variables llamada relación inversa, esto significa que cuando uno aumenta una disminuye. En pocas palabras si aumentamos el número de plantas por m² probablemente la producción disminuirá.

CONCLUSIONES

En esta investigación pudimos conocer diferentes datos acerca de la relación de algunas variables con la producción. Para determinar si había una relación o que las variables influían en la producción se tomaron medidas estadísticas para determinar si había alguna relación una con otra.

Una de las variables a considerar para tener una buena producción de chile habanero son las plantas por m^2 , saturar de plantas el área, disminuye las probabilidades de tener buenas producciones de chile habanero, como se vio en la correlación de Pearson anteriormente, si se quiere tener mejor producción el número de plantas por m^2 debe disminuir, si aumentamos el número de plantas estos números de la producción bajarán seguramente. El número de plantas por m^2 que actualmente están usando en los lugares que tienen mejor producción, según el estudio oscila entre 2.28 y 2.44 plantas por m^2 esto dentro los invernaderos, en los lugares con mejor producción en cielo abierto oscilan entre 2.25 y 2.6, similar a la del sistema de invernaderos.

En conclusión, las mejores producciones de chile habanero en esta investigación corren por parte de invernaderos los cuales son de la localidad de Chancha Derrepente y Felipe Carrillo Puerto, se puede concluir que estos invernaderos están con una producción óptima, tomando en cuenta la información de INIFAP, donde los kilogramos por m^2 obtenidas en ese estudio está por debajo de estas localidades.

Una de las recomendaciones sería seguir las mismas técnicas que están usando estos dos lugares, ya que según este estudio estos están teniendo muy buenos resultados relacionado con la producción del chile habanero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- "Agricultura Protegida". (29 de Agosto de 2017). Cultivo de chile habanero en invernadero. (J. López Alonzo, & L. Cuxin Chi , Entrevistadores)
- Agroquimicos de México. (s.f.). Recuperado el 23 de 08 de 2017, de Terralia: https://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/composition_index
- Andersen, M. (2003). ¿Es la certificación algo para mí? Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/ad818s/ad818s00.pdf>
- Bosland P. y Votaba E. 1999. Peppers: Vegetable and spice capsicums. CABI Publishing.
- (9) Terán S. et al. 1998. Las plantas de la milpa entre los mayas. Tun Ben Kin: Yucatán, México.
- Calvo, D., Pacheco, A., French, J., & Alvarado, E. (1989). Análisis Económico del manejo del picudo del chile (*Anthonomus Eugeniei* Cano).
- Carrero, J. (1996). Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales. (primera ed.). mundiprensa.
- Cazanova Mezeta, G. (10 de Agosto de 2017). Método de siembra orgánico. (L. Cuxin Chi , & J. López Alonzo, Entrevistadores)
- Cruz, J. (29 de Agosto de 2017). Cultivo de chile habanero en invernadero. (J. López Alonzo, & L. Cuxin Chi , Entrevistadores)
- Fertilizantes solubles en agua. (s.f.). Recuperado el 24 de Agosto de 2017, de Haifa. Pioneering the future: http://www.haifa-group.com/spanish/products/plant_nutrition/water_soluble_fertilizers/
- Flores-Velazquez, D. (29 de Enero de 2015). Riego en cultivos de alto rendimiento. Recuperado el 25 de Agosto de 2017, de Hortalizas: <http://www.hortalizas.com/cultivos/riego-en-cultivos-de-alto-rendimiento-a-campo-abierto-y-en-condiciones-protegidas/>
- Giaconi M., V. (2004). Cultivo de hortalizas. Santiago de Chile: Editorial Universitaria S.A.
- Gaceta siidetey, 2014. Órgano Oficial de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología en Yucatán. Año 6 No. 48
- Ing. Agro. M. (2000). Importancia del arbolado en el entorno urbano y rural Cátedra de parques y jardines Universidad Nacional de San Luis. Obtenido de Rama: http://www.rama.com.ar/rama_newweb/paginas/mirtagomez.pdf
- Macías Rodríguez, H., Muñoz Villalobos, J. A., Velasquez Valles, M. Á., Potisek Talavera, M. D., & Villa Castonera, M. M. (2004). CHILE HABANERO: DESCRIPCIÓN DE SU CULTIVO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN. Obtenido de REDALYC: <http://www.redalyc.org/html/4555/455545057001/>

- Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. (Marzo de 2014). Recuperado el 12 de Septiembre de 2017, de Productores de hortalizas: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf
- Porter Humpert, C. (2000). New trends in sustainable farming build compost use. BioCycle.
- Sánchez , V. I. (28 de Febrero de 2000). FERTIRRIGACION, Principios, factores y aplicaciones. Recuperado el 24 de Agosto de 2017, de Fertilizando: <http://www.fertilizando.com/articulos/FertirrigacionPrincipiosFactoresAplicaciones.pdf>
- SIPRODUCE. (2013). Obtenido de SIPRODUCE: http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/23/2013/trimestrales/anexo_2339-5-2013-08-1.pdf
- SOTO, M. (2003). Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En : Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. G. San José, Costa Rica: Meléndez.
- Stanley, C., & Clark, G. (s.f.). Water Requirements for Drip- Irrigated Tomato Production. IFAS/UFLA. Recuperado el 26 de Agosto de 2017
- Terry, E., Leyva, A., & Díaz, M. (2005). USO COMBINADO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y PRODUCTOS BIOACTIVOS COMO ALTERNATIVA PARA LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Obtenido de Cultivos tropicales: <http://www.redalyc.org/html/1932/193216156014/>
- Valdez, A. (12 de Marzo de 2017). Conquista Europa el chile de zona maya. Recuperado el 21 de Agosto de 2017, de Quintana Roo hoy: <http://www.quintanaroo hoy.com/noticias-quintanaroo/lazaro-cardenas/felipe-carrillo-puerto/conquista-europa-el-chile-de-zona-maya/>
- Xool, S. (27 de Agosto de 2017). Cultivo de tomate a cielo abierto. (J. López Alonzo, & L. Cuxin Chi, Entrevistadores) Chunhuhub, Felipe Carrillo Puerto, Quintana roo, México.

MANUFACTURA DE UN CURSO DE FORMACIÓN DE INSTRUCTORES.

JOSEFINA CUEVAS RODRÍGUEZ¹

RESUMEN

Las empresas de manufactura venden un producto diferente a las que venden las empresas de servicios, las primeras crean y venden un producto físico, mientras que, las segundas venden un servicio que tiene insumos y que al ofrecerse sufre ajustes que permiten considerarlo como un proceso de manufactura. Desde el año 2012 el Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICIC) manufactura cursos de formación de instructores para su certificación en apego al estándar de competencia vigente, cuyo producto esencial es la formación para la adquisición de conocimientos, el manejo de procedimientos y el consenso de valores.

El Gobierno Federal estableció en el año 2012 el Sistema Nacional de Competencias como instrumento que contribuye a la competitividad económica, el desarrollo educativo y el proceso social de México. Se definieron estándares de competencia para los trabajadores, los empresarios, el sector social, el sector de gobierno y el sector educativo y se aprobó la norma correspondiente.

Fue así que se aprobó una normativa del Estándar de Competencia del CONOCER, con lineamientos de acreditación de los docentes que imparten cursos de formación del capital humano, de manera presencial y grupal, y en este contexto el ICIC es un organismo certificador que también ofrece el curso de formación de instructores que los prepara para su certificación, y este proceso puede considerarse como de manufactura.

Palabras clave: Manufactura, formación instructores, certificación conocer

¹ Universidad Veracruzana. jcrfauv@gmail.com

ABSTRACT.

Manufacturing companies sell a different product than those sold by service companies, the former create and sell a physical product, while the latter sell a service that has inputs and, when offered, undergoes adjustments that allow it to be considered as a process of manufacture. Since 2012, the Institute of Training of the Construction Industry (ICIC) manufactures training courses for instructors for certification in compliance with the current competence standard, whose essential product is the training for the acquisition of knowledge, the management of procedures and The consensus of values.

In 2012, the Federal Government established the National Competency System as an instrument that contributes to economic competitiveness, educational development and the social process in Mexico. Competence standards were defined for workers, employers, the social sector, the government sector and the education sector and the corresponding standard was approved.

Thus, a regulation of the CONOCER Competence Standard was approved, with guidelines for the accreditation of teachers who teach courses on the formation of human capital, in person and in a group, and in this context the ICIC is a certifying body that also offers Instructor training course that prepares them for certification, and this process can be considered as manufacturing.

Key words: *Manufacturing, training instructors, certification Conocer*

INTRODUCCIÓN.

La manufactura en el siglo XXI suele estar relacionada a procesos que utilizan máquinas o sistemas mecánicos para transformar materiales y generar productos (Silva, 2012), sin embargo, la manufactura convencional es aquella que no puede asegurar su repetitividad y que tiene un mercado limitado (Vega, 2016). Haciendo una analogía un curso de capacitación puede considerarse una manufactura convencional porque se centra en favorecer un proceso de aprendizaje a partir de la facilitación del saber y la generación de experiencias que le permitan al aprendiz construir un conocimiento y ello es una experiencia única para cada participante, y sobre esta afirmación se fundamenta la

consideración de que la planeación, conducción y evaluación de un curso de formación de instructores corresponde a un proceso de manufactura convencional.

El Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción (ICI) está adscrito a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), cuenta con 44 delegaciones con 68 oficinas de servicio en el país y uno de sus objetivos es ofrecer cursos presenciales. En 1978 los constructores líderes crearon en México una Institución, cuya meta era capacitar para apoyar el fortalecimiento de su empresa: el ICIC, ofreciendo como servicios integrales (2016):

Diagnóstico de necesidades de capacitación;

Registro de comisiones mixtas de planes y programas de capacitación;

Cursos de capacitación, presenciales y a distancia;

Acreditación de conocimientos y habilidades;

Ello se ofrece a todo el personal involucrado en la industria de la construcción: directivos, mandos medios y obreros-operativos. Los cursos de formación de docentes se ofrecen en la ICIC, con sedes en las diversas delegaciones de la CMIC. En la ciudad de Xalapa, Veracruz la CMIC se ubica en la Calle Pico de Orizaba 20, Colonia SAHOP.

El edificio de la CMIC en Xalapa, Ver., sede del ICIC, en donde se imparten los cursos de capacitación.



Los cursos de formación de docentes

El ICIC brinda capacitación y actualización a las empresas constructoras, afiliadas y no afiliadas, así como al público en general, para contribuir al desarrollo profesional de los trabajadores y favorecer la competencia de las empresas (ICIC, 2016). Es así que cuentan con un catálogo de 89 cursos, organizado por niveles y con módulos

independientes, que permiten cubrir conocimientos específicos en las operaciones y tareas que realiza el personal en los procesos constructivos.

Los cursos pueden ser teóricos o prácticos, se imparten por instructores calificados y están registrados ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, pudiendo capacitar en el lugar de la empresa o en las instalaciones de la CMIC. Los cursos se conforman con 10 a 16 participantes. Y pueden ser abiertos, cuando se ofrecen al público en general, o cerrados cuando sólo son para miembros de empresas constructoras específicas. Los instructores evalúan los conocimientos y habilidades de los participantes de los cursos para acreditar el aprendizaje logrado y expedir la documentación correspondiente. Y estos instructores, a su vez, son formados con base en el Estándar de Competencia (EC) a través del curso cuya manufactura se analizará.

El instructor, también llamado facilitador o capacitador, es una persona “encargada de preparar y facilitar la adquisición de los aprendizajes esperados en los cursos a su cargo...es un facilitador del aprendizaje” (Tafoya, 2012:7), que además, domina el tema de su especialidad, cuenta con una formación de la didáctica para adultos, es organizado, comunica asertivamente sus ideas y desea compartir sus conocimientos y experiencias. Y de preferencia debe estar certificado.

Debe conocer y manejar los siguientes temas, como requisito para mejorar su práctica:

Las características del aprendizaje de adultos;

Los principios didácticos de un curso por objetivos;

Comprender los diferentes tipos de aprendizaje;

Promover una actitud activa en el capacitando;

2. El instructor y los participantes en el curso



Proceso de manufactura de un curso de formación de instructores

Las funciones de un instructor son planear, conducir y evaluar de forma concisa, clara y atinente, los programas de capacitación a su cargo y su intervención abarca tres etapas: planeación, conducción y evaluación (Tafoya, 2012).

Etapas del proceso de capacitación



Insumos y programación de la actividad de capacitación

En la etapa de planeación el instructor anticipa todas las actividades y acciones a realizar, debiendo tener claro el objetivo general del curso, los objetivos específicos que conducen a alcanzarlo en razón de los contenidos a enseñar, determina las actividades, selecciona los recursos didácticos y define las formas de evaluación. Todo ello lo integra a través de un documento denominado “Carta Descriptiva”, que constituirá el insumo esencia de la etapa de conducción del curso, debiendo considerarse también:

Los recursos didácticos necesarios para realizar las actividades de aprendizaje;

El material necesario para evaluar;

4. Fragmento de la Carta Descriptiva que debe integrar, de forma ordenada, los elementos de la planeación.

CARTA DESCRIPTIVA		
Nombre del curso:	Fecha:	Duración total:
Nombre del instructor:	N° de participantes	
Dirigido a:	Lugar de instrucción:	
Conocimientos y habilidades requeridas:	Características del lugar de instrucción:	
Objetivo general:		
Objetivo(s) particular(es):		

INICIO					
Contenido Temático	Actividades a desarrollar instructor/participantes	Técnicas Instruccionales y/o Grupales	Duración de la Actividad	Requerimientos Material Didáctico Equipo de apoyo	Forma de Evaluación

Selección y manejo de insumos

En primer lugar, debe determinarse el propósito a cubrir con el curso para entonces, determinar los objetivos, generales y específicos, vinculados al aprendizaje cognitivo,

procedimental o actitudinal. Entonces, el instructor selecciona los temas y subtemas adecuados, así como su secuencia. Se determinan las actividades de aprendizaje, recursos didácticos y mecanismos de evaluación, manifestandose estas intenciones en la Carta Descriptiva a través de un procesador de textos por computadora.

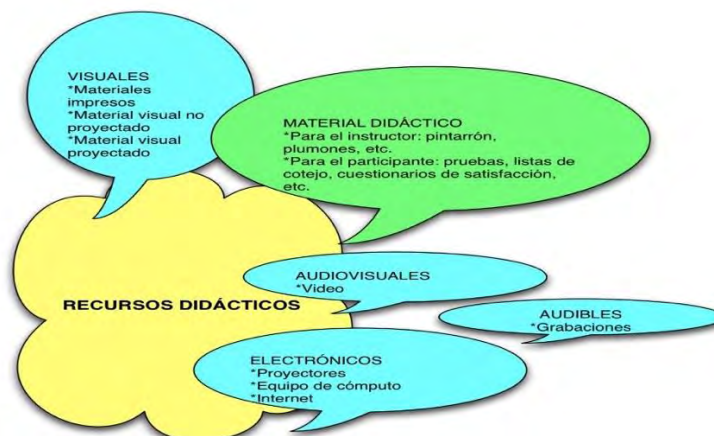
En segundo lugar, las actividades de aprendizaje llevan a determinar las técnicas instruccionales o grupales de tipo: expositivo, demostrativo o de discusión, y éstas a su vez, precisan requerimientos específicos tanto de material didáctico como de equipo de apoyo.

Las técnicas didácticas conducen a precisar los requerimientos de material didáctico o equipo de apoyo



¿Cómo se determinan los insumos necesarios a partir de las técnicas didácticas?, esta actividad de planeación requiere estar familiarizado con el proceso de enseñanza y con la necesidad de ciertos recursos didácticos. Estos recursos consistirán en material elaborado o seleccionado para facilitar la función docente, el equipo audiovisual y demás elementos que faciliten su labor, pudiendo ser clasificados como: visuales, audiovisuales, audibles y electrónicos.

6. Clasificación de los recursos didácticos según el medio que se utiliza



ALMACENAMIENTO DE INSUMOS

Los recursos didácticos pueden estar en el salón de clase, deberán solicitarse al departamento responsable de almacenarlos o deberá llevarlos el capacitador. Por ello, la fase de planeación es fundamental, pues permite anticipar todas las necesidades antes de impartir un curso.

Uso de insumos en la etapa de conducción de un curso

La fase de conducción es la etapa del proceso de capacitación en el que se da la interacción entre el instructor y los participantes mediante el contenido del curso. En ella se usan los insumos y se identifican tres etapas: inicio, desarrollo y cierre, debiendo organizarse cada sesión al momento de su inicio.



7. La etapa de conducción conlleva, de forma seriada, diferentes actividades, desde organizar la clase antes de su inicio y prever que se tenga todo lo necesario, hasta cerrar la sesión, evaluar al grupo y ser evaluado.

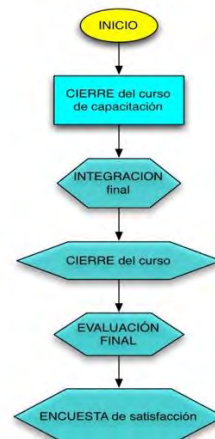
Al inicio de esta etapa el instructor realiza actividades y focaliza la atención de los capacitandos en relación con los objetivos establecidos.

Posteriormente, ejecuta la fase de desarrollo, en la que expone los contenidos temáticos de acuerdo a la organización didáctica, implicando el tiempo necesario para facilitar los contenidos, por lo que, es el periodo de actividad más larga de una sesión de capacitación. En el cierre el instructor realiza la integración del tema, integra los conceptos y valora la efectividad del desarrollo del curso.

Finalmente, el capacitador debe integrar los resultados de la evaluación diagnóstica, formativa y final para integrarlas en un reporte de autoevaluación que lo conduzca al autorreflexión y la mejora continua.

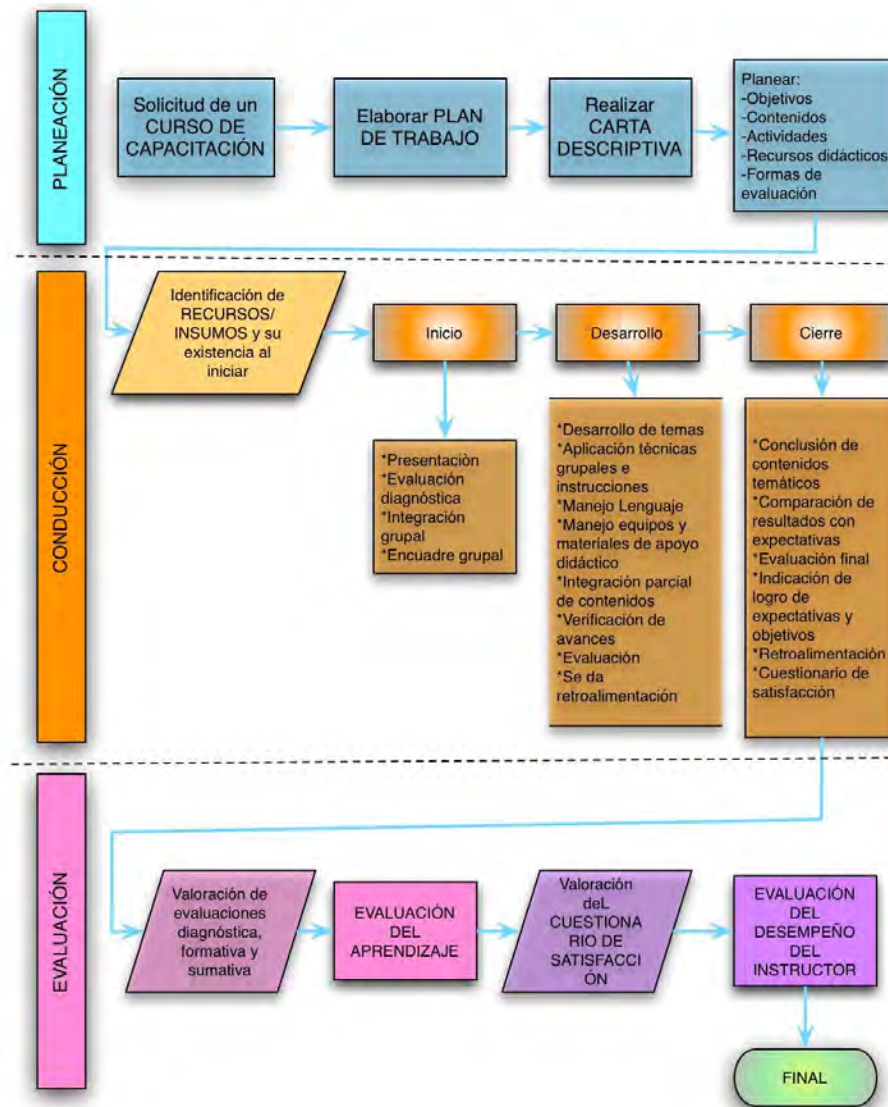
8. La etapa de desarrollo de la sesión de capacitación exige una comunicación eficiente, la implementación de diversas técnicas y el uso de recursos, así como, un eficiente manejo grupal.

9. El cierre del curso conlleva diversas actividades, desde la integración del grupo y el cierre de los temas, una evaluación final y la valoración del participante del trabajo del capacitador.



Síntesis gráfica del proceso de manufactura del curso

10. Proceso de manufactura de un curso de formación de instructores.



Producto del proceso de manufactura

Finalmente, el producto esperado de los cursos de capacitación de instructores es la adquisición de conocimientos, procedimientos y valores para el cumplimiento eficiente de su labor como facilitadores, es decir, su aprendizaje. Otro producto, no menos importante y relacionado con el anterior, es el aprendizaje que obtiene el instructor de su desempeño a partir de la interpretación de la encuesta de satisfacción.

11. El aprendizaje del participante es el producto esencial de todo proceso instruccional.



Control de calidad del servicio de enseñanza

Los profesores que imparten los cursos presenciales reciben una formación didáctica para alinearse a los estándares de competencia, y para garantizar que los cursos de capacitación sean de calidad es preferente que acrediten el estándar de competencia denominado “Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal”, con código EC0217, inscrito en el Registro Nacional de Estándares de Competencia desde mayo de 2012 y publicado en el Diario Oficial de la Federación en julio de 2012 (Consejo Nacional..., 2012). Este estándar contempla las variadas funciones sustantivas de preparar, conducir y evaluar cursos de capacitación antes, durante y al final de un curso bajo criterios rectores de legalidad, competitividad, libre acceso, respeto, trabajo digno y responsabilidad social.

La certificación tiene validez nacional y es reconocida por la Secretaría de Educación Pública (SEP), las organizaciones y empresas mexicanas. Para ello, los profesores reciben la formación como instructores cuyo proceso de manufactura se ha expuesto, son evaluados para demostrar que saben enseñar en un proceso que implica dar un curso frente a un evaluador y si son dictaminados como “competentes” -por mostrar las evidencias suficientes para cubrir lo requerido por el estándar de competencia- reciben un certificado como instructores.

12. Los centros de evaluación que certifican a los instructores deben cumplir diversos requisitos, el ICIC es un centro de evaluación.



CONCLUSIONES

El proceso de manufactura convencional de un curso de capacitación de instructores es complejo, conlleva la consideración de innumerables aspectos que conducen al aprendizaje de conocimientos, procedimientos y valores. Y aún quedarán contingencias por resolver en la realidad del aula, en donde cada grupo es singular y único, como las vidas de las personas que lo integran; que no necesariamente por estructurarse e impartirse de forma eficiente garantiza un aprendizaje, pues existen diversas condicionantes para que el participante asimile lo necesario para mejorar su práctica docente y decida certificarse.

La certificación es importante porque evalúa al instructor en una actividad demostrativa, pero no se mantiene como un monitoreo que garantiza que el nivel de calidad se mantenga. Por otra parte, está focalizado al alcance de objetivos, cuando ahora el paradigma educativo se orienta al desarrollo de competencias. Sin embargo, enseñar al instructor a planear su actividad docente resulta una formación esencial para fortalecer una cultura de disciplina que supere la improvisación que refiere el currículum oculto.

El proceso educativo si puede considerarse como análogo de un proceso de manufactura convencional, resuelve un problema de necesidad de capacitación, implica una serie de etapas y pasos, utiliza insumos que usa racionalmente, y evalúa el aprendizaje del instructor a partir de pruebas diversas que conducen a la valoración de su aprendizaje y desempeño. Sin duda, la formación didáctica como “instructor” es necesaria, ya que, no basta con saber una materia para ser buen profesor sino que se requiere una formación pedagógica. En una época en la que se debe formar con eficiencia por existir un mercado competitivo debiera solicitarse como requisito poseer una formación en didáctica de la disciplina para ser instructor o facilitador, y no considerar que un buen profesional por el simple hecho de serlo, en consecuencia, es un buen profesor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Mexicana de Capacitación de Personal y Empresarial A.C. (2012) “Formato de Estándar de Competencia N-FO-02”. México: Comité de gestión por competencia CONOCER.
- Consejo Nacional de Normalización y Certificación de competencias laborales (2012). “ACUERDO SO/II-12/10.01,S”. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- ICIC (2016) “Catálogo de cursos”. México: Coordinación de normatividad de la Capacitación/ICIC.
- Mitchell, Garry (1995) “Manual del capacitador”. México: Grupo Editorial Iberoamericana.
- Reza T. Jesús C. (2000) “El ABC del instructor”. México: Panorama. 2ª. Edición.
- Silva V. Wilson J. (2012) “ingeniería y procesos de manufactura I”. Lima, Perú: Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Ingeniería.
- STPS (1996) “Guía de capacitación, elaboración de programas de capacitación”. México: STPS. 1ª. Reimpr, 1996.
- Tafoya Alvarado, Patricia (2012) “Formación de instructores”, México: ICIC. 1ª. Edición.
- Vega, Miguel A. (2016) “Innovación tecnológica para la competitividad, Manufactura: de lo tradicional a lo avanzado”. Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/manufactura_de_lo_tradicional_a_lo_avanzado_miguel_angel_vega.pdf y consultado el 20/01/2019.

ILUSTRACIONES

Recuperada de <https://www.google.com/maps/search/calle+pico+de+orizaba+20+colonia+sahop+xalapa/@19.5262369,-96.8959071,18z> y consultada el 8/07/2019

Del archivo de la autora

Elaborado por la autora

Proporcionada por la Mtra. Patricia Tafoya Alvarado.

5 a 10. Elaborada por la autora.

11. Recuperada de http://2.bp.blogspot.com/-zB5Fnd10wel/VkkGIOLptgI/AAAAAAAAAWBc/tzP6XR_pKZY/s1600/Emprendedor-exitoso.jpg y consultada el 13/07/2019.

12. Recuperada de

http://www.cplcentroevaluador.com/certificacion_competencias.php y consultada el 13/07/2019.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE CACAHUATE EN EL TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

EMANUEL PÉREZ LÓPEZ¹, ROBERTO PANUNCIO MORA SOLÍS², MERCEDES MURAIRA SOTO³, JOSÉ GUADALUPE CISNEROS DE LOS ÁNGELES⁴, MARISOL LUCAS SANTIAGO⁵

RESUMEN

En la región del Papaloapan no hay registro de producción de cultivares de cacahuete, por lo que este proyecto de investigación permitirá obtener algunos datos agronómicos y de producción.

El Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP) ubicado en la población de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, promueve el cultivo de cacahuete, principalmente porque es una planta de fácil adaptación en suelos relativamente pobres, lo cual representa una alternativa para el aprovechamiento de estos, haciéndolos productivos.

La presente investigación del cultivo de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) se realizó en el área agrícola del ITCP con la finalidad de evaluar altura, diámetro del tallo y el peso del fruto en cuatro tratamientos: acolchado con sustrato, acolchado sin sustrato, sin acolchado con sustrato y sin acolchado sin sustrato. Las semillas fueron colectadas en la comunidad de San Antonio Abad, Oaxaca y San Andrés Tuxtla, Veracruz.

Sé utilizó un diseño experimental completamente al azar y, como método de análisis la prueba DMS, con un nivel de significancia del 0.05%, calculado en el software InfoStat® versión 2016.

Palabras clave: acolchado, cacahuete, producción, sustrato.

1 Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

2 Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. genial24@msn.com

3 Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. mercedes_muraira@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan. lupillo_789@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

ABSTRACT

In the Papaloapan region there is no record of production of peanut cultivars, so this research project will allow obtaining agronomic and production data.

The Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP) located in San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, promotes peanut cultivation, mainly because it is an easily adaptable plant in relatively poor soils, which represents an alternative for use of these, making them productive.

*This investigation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) was made in the ITCP agricultural area, to evaluate height, stem diameter and fruit weight in four treatments: soil mulching with substrate, soil mulching without substrate, without soil mulching with substrate and without soil mulching without substrate. The seeds were collected in the community of San Antonio Abad, Oaxaca and San Andrés Tuxtla, Veracruz.*

Used a completely randomized experimental design and, as a method of analysis, the DMS test with a 0.05% level of significance, calculated in InfoStat® 2016 version.

Keyword: *peanut, production, soil mulching, substrate.*

INTRODUCCIÓN

El cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) es la leguminosa de grano más cultivada en el mundo para consumo humano y por su utilidad en la elaboración de gran variedad de productos (Robles, 1985, citado por Reyes Matamoros *et al.*, 2015). La importancia del cacahuete como materia prima y como subproducto ha crecido de manera integral. El cacahuete es utilizado para la elaboración de dulces, preparación de ricos postres como el pastel, galletas entre otros, también se emplea en la industria cosmética, farmacéutica y culinaria. Las semillas se demandan para consumo humano directo, ya sea tostado, como fruto seco, frito o garapiñado. Sin importar la forma en que se consuma, el cacahuete aporta diferentes minerales, vitaminas, proteínas y grasas. Por lo que tiene gran importancia económica y nutricional (Reyes Matamoros *et al.*, 2015).

El cacahuete es cultivado y consumido en todo el planeta. Proporciona beneficios al agricultor ya que es una planta resistente a la sequía, se produce en suelos de baja

fertilidad, fija nitrógeno del aire al suelo, opción para la rotación de cultivos y genera más ingresos que otros cultivos.

En México, la superficie total nacional abarca 75,152.93 hectáreas destacando el estado de Puebla con la mayor superficie, seguido de los estados de Sinaloa y Guerrero. La mayor parte de cacahuete es producido en condiciones de temporal (aproximadamente 85%) y en menor medida de riego (15%). En el estado de Puebla se cuenta con una superficie sembrada de 19,342 hectáreas, de las cuales 709 son de riego y 18,633 de temporal, con una producción total obtenida de 960 toneladas (Martínez *et al.*, 2013).

La problemática específica del cultivo se debe principalmente a que la producción de cacahuete se enfrenta a un sinnúmero de problemas de diferentes índoles. Entre ellos escasa mano de obra, poca organización para la comercialización, mal manejo de plagas y enfermedades. Todo esto hace que cada día, este cultivo sea menos atractivo para los productores (Reyes Matamoros *et al.*, 2015).

En el estado de Oaxaca existieron 5,772 ha sembradas de cacahuete (SIAP, 2016), por lo que la Región del Papaloapan promovió este cultivo, principalmente para aprovechar aquellos suelos que no son lo suficientemente productivos.

Considerando la importancia de este cultivo a nivel mundial, nacional, e incluso estatal, el objetivo del presente estudio fue evaluar el sustrato ideal para su germinación, crecimiento y desarrollo de la planta. Así mismo buscar alternativas para aumentar la producción y productividad reduciendo costos de cultivo.

Materiales Y Métodos

El presente proyecto denominado “evaluación de la producción de dos variedades de cacahuete en el Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan” se realizó durante el periodo comprendido del mes de julio a diciembre de 2018 en la localidad de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, localizada entre los paralelos 17°48' y 18°19' de latitud norte; los meridianos 95°51' y 96°19' de longitud oeste (Figura 1), en las áreas productivas y experimentales pertenecientes al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en Avenida Tecnológico, N° 21, ejido San Bartolo, municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, estado de Oaxaca.

Materiales

Cinta métrica.

Vernier.

Charolas copperblock.

Fibra de coco.

Sustrato esterilizado.

Sustrato del IALM.

Semillas de cacahuate.

Cubierta plástica de polietileno para acolchado.

Fertilizante Triple 17.

METODOLOGÍA

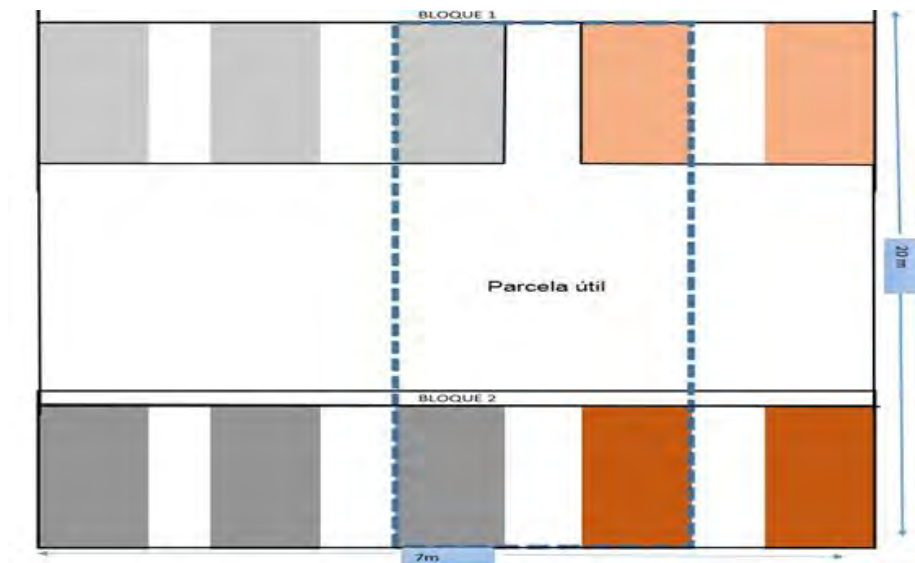
La semilla de cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) utilizada para la siembra se consiguió de dos lugares diferentes siendo una de la comunidad de San Antonio Abad, Oaxaca (a) y la otra de la comunidad de San Andrés Tuxtla, Veracruz (t). Un mes previo a la siembra se descascaró manualmente. Posteriormente se hizo una selección de semilla destinada para la siembra, cumpliendo con las siguientes características: semilla grande, con cutícula completa, entera y de buena calidad (Figura 1).

Figura 1. Selección de semilla.



Para la siembra en campo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar siendo dos bloques con cinco repeticiones. Dicho experimento se llevó a cabo en una parcela de 20 metros de largo por 7 metros de ancho, se establecieron 10 camas de 0.8 metros de ancho por 6 metros de largo (Figura 2).

Figura 2. Diseño en campo.



Sé realizó la limpieza manualmente con ayuda de un machete y gancho en el área donde se trabajó, siendo ésta una superficie de 16 x 9 metros equivalente a un total de 144 m² (Figura 4).

Figura 4. Limpieza del terreno.



Posteriormente se midió y marcó donde sería cada cama quedando de 80 cm de ancho por 6 m de largo, mientras que la distancia entre cama y cama fue de 50 cm (Figura 5). Teniendo, esto se aflojó el suelo con ayuda de un pico, pala recta y azadón; esto con el fin de facilitar el trasplante y desarrollo radicular.

Figura 5. Medición de las camas.



El acolchado fue aplicado a tres camas en cada bloque, siendo dos bloques utilizados: el primero fue el testigo (suelo del área agrícola) y, el segundo aplicando el sustrato que presentó mayor tasa de germinación (Figura 6).

A los 21 dds, las plantas se llevaron a campo para poder proseguir con el trasplante donde se realizó una siembra a tres bolillos con 30 cm de distancia, teniendo un total de 10 plántulas por cama.

Figura 6. Acolchado de las camas.



Los datos considerados en el área de campo fueron altura de la planta y grosor del tallo. Las medidas se efectuaron a las dos semanas de haber realizado el trasplante; se midieron la totalidad de las plantas.

Se colocaron las trampas amarillas a los 24 días de haber realizado el trasplante, éstas fueron donadas por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Oaxaca.

Cuando los clavos o ginóforos empiezan a surgir, las camas con acolchado necesitan abrirse para que éstos puedan enterrarse en el suelo.

La cosecha se realizó de forma manual, en consideración con las recomendaciones de Villavicencio y Vázquez (2008), quienes indican que la planta debe arrancarse manualmente y ser volteada, es decir, el follaje puesto sobre el suelo, dejándola expuesta al sol durante 3 a 5 días, esto se realizó a los 130 dds (Figura 7).

Figura 7. Cosecha.



RESULTADOS

Se utilizó como método de análisis la prueba Diferencia Media Significativa (DMS), con un nivel de significancia del 0.05%, calculado en InfoStat versión 2016. Con base en el análisis experimental con cuatro tratamientos, donde se tomaron en cuenta la medición de altura de la planta y el diámetro del tallo se obtuvieron los resultados presentados a continuación. La altura (Cuadro 1) donde el Tratamiento 3 es diferente, respecto a los otros tratamientos; mientras que en el diámetro del tallo no hay diferencia entre los mismos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Media de altura de la plántula de cacahuete.

Tratamiento	Media	Clasificación
T4	16.93	a
T2	17.34	a
T1	17.63	a
T3	21.99	b

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p > 0.05$).

Cuadro 2. Media del diámetro del tallo.

Tratamiento	Media	Clasificación
T4	0.39	a
T2	0.41	a
T3	0.45	a
T1	0.48	a

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p>0.05$).
 Prosiguiendo con el análisis experimental con cuatro tratamientos, también se tomó en cuenta el peso de fruto (g) del cual se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Media de peso del fruto.

Tratamiento	Media (Kg)	Clasificación
T1	2.150	a
T2	2.597	a
T3	2.719	a
T4	2.837	a

Nota: Medias con letras iguales en cada columna, son estadísticamente iguales ($p>0.05$).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el experimento en campo se concluye que el Tratamiento 3 (sustrato con acolchado) fue más favorable.

Mientras que en los resultados obtenidos en peso del fruto con base en la prueba DMS ($p>0.05$), se concluye que no hay una diferencia significativa, pues estadísticamente son iguales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez, A., N., Sánchez, D., S. y Ramírez, G., R. (2013). Evaluación de líneas de cacahuete, en las regiones potenciales de estado de Puebla. Saberes compartidos, 7(11), 22-31.
- Reyes-Matamoros, J., Martínez-Moreno, D., Rueda-Luna, R., Paredes-Camacho, R.M. (2015). Prevención de plagas y prácticas culturales en cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) bajo temporal en la comunidad de Huaquechula, Puebla, México. Revista Iberoamericana de Ciencias, 2(2), 1-10.
- SIAP. 2016. Cierre de la Producción Agrícola por Estado. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do
- Villavicencio, A. y Vásquez, W. (2008). Guía Técnica de Cultivos Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias In.: Manual N°. 73, maní ficha 1. Quito – Ecua

MEDICIÓN Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CORTE DE UNA PAPELERA

LUCILA GUADALUPE TOBÓN GALICIA¹ LILIANA FUENTES ROSAS² GABRIEL SÁNCHEZ MARTÍNEZ³ RODIMIRO RUIZ TORIBIO⁴

RESUMEN

Este trabajo presenta la implementación de una metodología para el mejoramiento de la productividad en la sala de secado de una empresa papelerera, donde una de las máquinas de corte ha presentado menor producción y mayores pérdidas en algunos de los insumos (mano de obra, materia prima, tiempo de producción) en comparación con otras máquinas de características similares; tal y como lo indica la metodología utilizada, se realizó la medición de las condiciones actuales de operación de la máquina, posteriormente se evaluó el resultado y se aplicaron herramientas como diagramas causa-efecto y de Pareto, a fin de obtener mayor información del problema, posteriormente en la etapa de planeación, se formuló un plan de trabajo encaminado a mejorar la operación de la maquinaria, finalmente, en la etapa de mejoramiento, se dio el seguimiento de las actividades planeadas y nuevamente se realizó la medición a fin de evaluar la efectividad. Los resultados muestran una mejora en la productividad 65.72% en el tiempo de producción, del 10.07% en los materiales y del 10.85% en la mano de obra.

Palabras clave: Productividad, Productividad parcial, Mejoramiento, Medición.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Lucila.tobon@itsb.edu.mx

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

ABSTRACT.

(150 words at most, arial 12)

This paper presents the implementation of a methodology for improving productivity in the drying room of a paper company, where one of the cutting machines has shown lower production and greater losses in some of the inputs (labor, raw material , production time) compared to other machines with similar characteristics; as indicated by the methodology used, the current operating conditions of the machine were measured, the result was subsequently evaluated and tools such as cause-effect and Pareto diagrams were applied, in order to obtain more information about the problem, later in the planning stage, a work plan was formulated aimed at improving the operation of the machinery, finally, at the improvement stage, the planned activities were monitored and the measurement was carried out again in order to evaluate the effectiveness . The results show an improvement in productivity 65.72% in production time, 10.07% in materials and 10.85% in labor.

Key words: *Productivity, Partial productivity, Improvement, Measurement.*

INTRODUCCIÓN

En México, las empresas pertenecientes a los diferentes sectores de producción, están enfrentando en la actualidad el reto de implementar estrategias que les ayuden a mejorar su competitividad, y de ésta manera poder competir no sólo en mercados nacionales, sino también en internacionales, comparándose rentablemente con empresas nacionales y extranjeras.

Para Jiménez Rojas, Delgado Bobadilla, & Gaona Villate (2001), la medición de la productividad, ha sido una herramienta estratégica para lograr la mejora de la competitividad, sin embargo, aún existen empresas, principalmente las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), que desconocen la forma de implementar herramientas de mejora y como consecuencia de ello, así como también de la falta de financiamiento, el 65% de las micros y pequeñas empresas mexicanas, mueren antes de cumplir 5 años y en promedio su esperanza de vida es tan sólo de casi 8 años (Mora, 2018).

Este trabajo consiste en implementar una metodología para el mejoramiento de productividad desarrollada por Sumanth (1996), que se compone de las etapas de medición, evaluación, planificación y mejoramiento; será utilizado para el mejoramiento de la productividad de una máquina de corte en una empresa papelera que al compararla con máquinas similares, muestra una menor producción y un exceso de merma durante su proceso.

METODOLOGÍA

Antes de abordar la implementación, se considera importante realizar una descripción breve y precisa del sitio de la empresa papelera donde desarrollará la metodología para el mejoramiento de la productividad, así mismo, se considera relevante hacer mención teórica de la metodología, por lo tanto, éste estudio se integra de cinco fases que se pueden observar en la Figura 1.

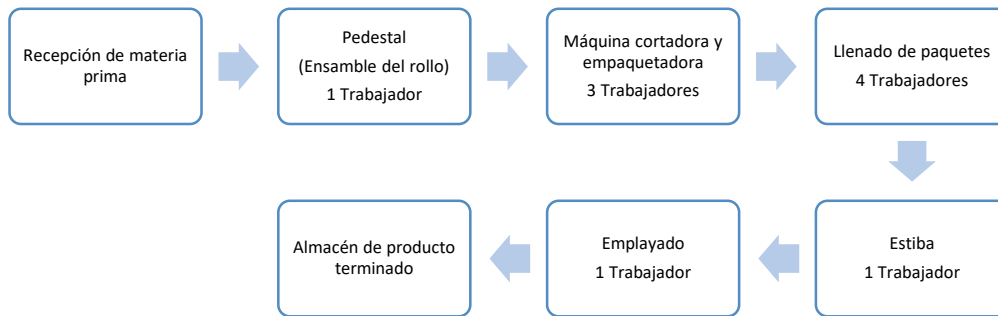
Figura 3. Fases de la investigación



Fase I: Aspectos generales del lugar de trabajo.

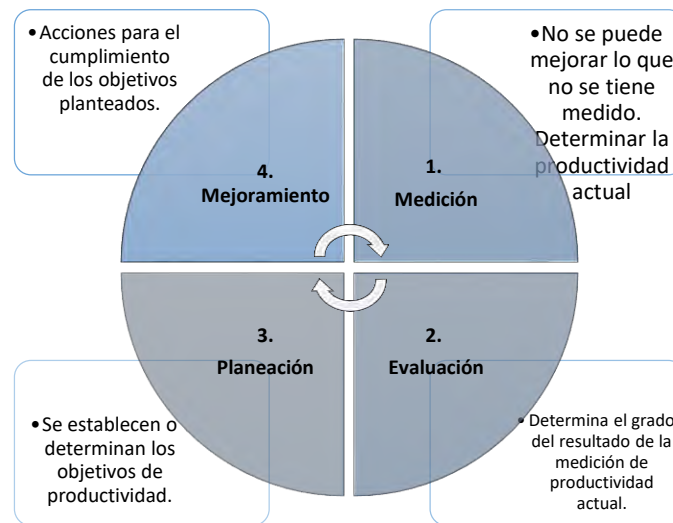
La implementación de la metodología se realiza en la sala de acabado de la empresa papelera, el área tiene una línea de transformación que produce 500 hojas para su posterior empaquetado, se producen seis diferentes presentaciones y a lo largo del proceso laboran diez trabajadores, la Figura dos es un esquema de las operaciones del área de acabado.

Figura 4. Operaciones de la sala de acabado.



Fase II: Información teórica de la metodología para el mejoramiento de la productividad. Según la teoría de Sumanth D. J. (1999) referenciada por Aguilar Lemus (2014), menciona que “la administración de la productividad total se basa en el ciclo de productividad”, que es una filosofía administrativa con una forma diferente de diseñar y mantener un funcionamiento sistematico en la administración de las organizaciones. La Figura tres muestra las etapas para el mejoramiento de la productividad.

Figura 5. Metodología para el mejoramiento de la productividad



Medición

La primera etapa, que es la medición, parte del punto que no es posible mejorar lo que no se tiene medido, la fórmula para el cálculo de la productividad se observa en la ecuación 1.

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos} \dots \dots \dots Ec. 1$$

Analizando la fórmula se puede decir que la relación entre producción e insumos debe ser mayor o igual a la unidad (Miranda & Toirac, 2010), de tal forma que para incrementar la productividad se tendría que optar por:

Aumentar la producción manteniendo la misma cantidad de insumos utilizados.

Mantener la misma producción pero disminuyendo los insumos utilizados.

Aumentar la producción y disminuir los insumos utilizados.

La productividad, se puede medir con relación a un solo factor de producción, lo que se conoce como productividad parcial, según Miranda & Toirac (2010) los insumos más importantes son la productividad del trabajo, del capital y del uso de materiales. La fórmula para el indicador de productividad parcial sería entonces la que indica la ecuación 2.

$$Productividad Parcial = \frac{Producción}{Factor de Producción} \dots \dots \dots Ec. 2$$

Evaluación

Esta segunda etapa se trata de realizar una comparación de la productividad obtenida en la medición actual contra algún estándar de productividad o algún nivel real o proyectado, la fórmula matemática para éste cálculo se observa en la ecuación 3; en ésta etapa también se identifican e investigan las razones del incumplimiento de las expectativas de productividad y se determina el enfoque que tendrá el proceso de planeación de actividades de mejora e incluso con la evaluación inicial, pueden establecerse niveles futuros realistas de productividad.

$$\% \text{ de variación de productividad en el periodo} = \left[\left(\frac{Productividad \text{ total en el periodo}}{Productividad \text{ total en el periodo proyectado o estándar}} \right) - 1 \right] * 100 \dots Ec. \dots 3$$

Planeación

Ésta etapa consiste principalmente en establecer los objetivos de productividad deseada, es aconsejable que la planeación de la productividad se realice en periodos de máximo un año, esto es por las condiciones económicas variantes que existen en el país.

Mejoramiento

En la etapa del mejoramiento, es importante tener en cuenta aspectos como: herramientas por utilizar, que dependen de las necesidades de la empresa, pueden ser basadas en la tecnología, en los materiales, en los empleados, en los productos o servicios y en los procesos; identificación de los factores que afectan el desempeño interno de la organización; establecimiento de cambios para los factores previamente identificados y capacitación a los trabajadores sobre los cambios requeridos para la mejora.

Fase III. Desarrollo de la metodología para el mejoramiento de la productividad

Enseguida se muestra la implementación de cada una de las etapas para el mejoramiento de la productividad en la sala de acabado de la industria papelera

Medición: Para llevar a cabo la medición de la productividad fue necesario realizar un formato para recolección de datos (Ver Figura 4), se registraron las mediciones durante 60 cargas a la máquina cortadora, en cada carga se ensamblan seis rollos que se someten a corte, es decir, que se recolectaron datos de 360 rollos de papel que fueron transformados en paquetes de 500 hojas; los factores de productividad a considerar fueron, la mano de obra, el tiempo de producción y la materia prima (papel), las unidades de medida de cada factor son el número de trabajadores, horas y toneladas de papel, respectivamente, en la Tabla 1 se muestran los datos totales obtenidos.

Figura 6. Formato para recolección de datos.

EMPRESA ~~XXXXX~~									
DEPARTAMENTO TÉCNICO		FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS DE LA MÁQUINA CORTADORA Y EMPACADORA						FECHA:	
								AREA:	
								SUPERVISOR:	
HORA:	INICIO:		FIN		MÁQUINA EMPACADORA:		PEDESTALERO:		ESTIBADORES:
OPERADORES:		MÁQUINA CORTADORA :							
DESCRIPCIÓN DE LA BOBINA						MERMA		PEDESTAL	
No. Y grupo de rollo	Peso kg.	Diámetro	Metraje	peso base (g/m2)	Fecha de fabricación.	Resma kg.	Fin de carga (Kg)	cambio de bobina (rollo)	
								inicio	fin
1									
2									
3									
4									
5									
6									
No. De paquetes producido:									
Paquetes mal sellado:									

Tabla 5. Datos actuales del proceso.

Cargas	No. de rollos ensamblados	No. de trabajadores	Horas utilizadas	Paquetes producidos	Toneladas de papel ensambladas
60	360	600	165.95	283,663	749.912

Tomando como base los datos de la Tabla 1 se realiza el cálculo de la productividad de manera parcial (ecuación 2), obteniendo los resultados que se expresan matemáticamente en las ecuaciones 4, 5 y 6.

$$Productividad = \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Tonelada de papel}} = \frac{283,663}{749.912} = 378.26 \frac{\text{paquetes}}{\text{tonelada de papel}} \dots Ec. 4$$

$$Productividad = \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Horas}} = \frac{283,663}{165.95} = 1709.32 \frac{\text{paquetes}}{\text{horas}} \dots \dots \dots Ec. 5$$

$$Productividad = \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Mano de Obra}} = \frac{283,663}{600} = 472.77 \frac{\text{paquetes}}{\text{persona}} \dots \dots \dots Ec. 6$$

Por lo tanto, la productividad actual de la máquina de corte analizada es de: 378 paquetes de 500 hojas por tonelada de papel, 1709 paquetes de 500 hojas por hora y 473 paquetes de 500 hojas por trabajador, a partir de los resultados iniciales se desarrollarán las etapas siguientes del ciclo para el mejoramiento de la productividad.

Evaluación: En ésta etapa se debe evaluar la productividad obtenida contra un estándar de productividad o un objetivo de productividad deseado, sin embargo, ésta es la primera ocasión que se mide la productividad parcial de la maquinaria, por lo tanto, en ésta etapa únicamente se analizarán las posibles áreas de oportunidad de mejora para cada uno de los insumos medidos, para ello se utilizarán algunas de las herramientas básicas para el control de procesos, como el diagrama causa-efecto y el diagrama de Pareto.

La Figura 5 es el diagrama causa-efecto, fue realizado con ayuda del personal del área con el objetivo de ubicar áreas de oportunidad para la mejora de la productividad, como se observa, las ramas mayormente ocupadas son: materiales o materia prima, personal o mano de obra, método de trabajo y maquinaria, por lo tanto, el siguiente paso es

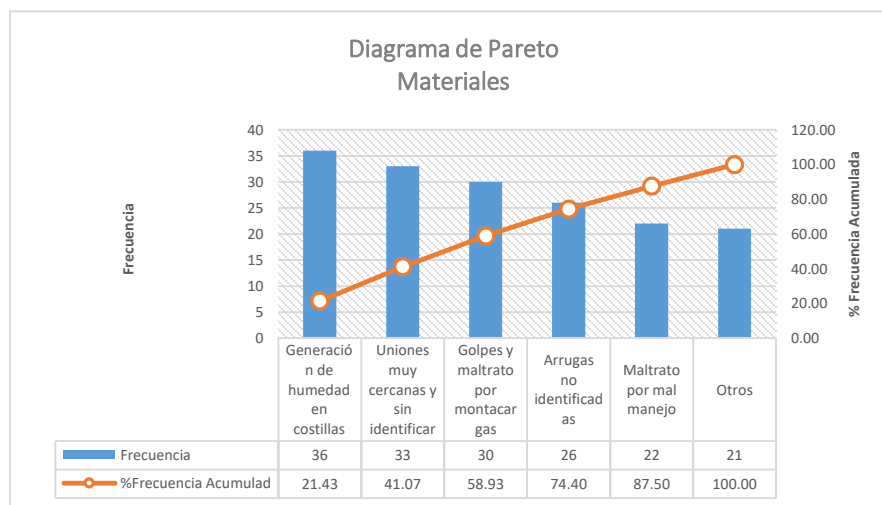
identificar los principales problemas que ocasionan cada una de las causas registradas para posteriormente establecer acciones que coadyuven al mejoramiento de las operaciones.

Figura 7. Diagrama de causa-efecto para la detección de áreas de oportunidad.



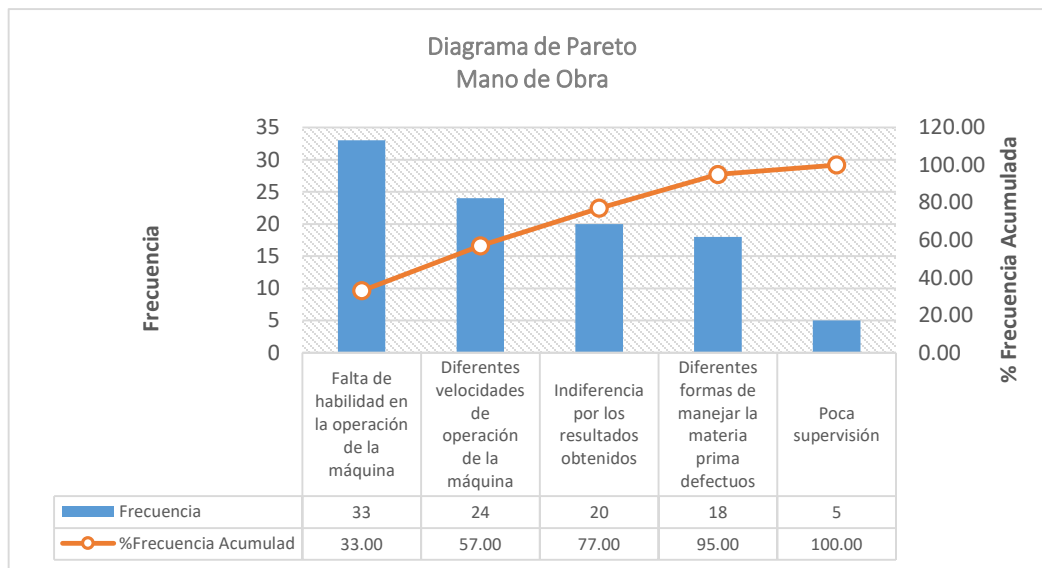
En el caso de los materiales, la causa principal son los defectos en los rollos de papel, para tener un panorama de la situación, se realizó un diagrama de Pareto (Figura 6), donde se evidencia que los principales problemas por atacar, según la regla 80-20 (Buscar el 20% de los rubros que más influyen o quienes provocan el 80% de los problemas Bonet Borjas (2005)) son: Generación de humedad en costillas, uniones muy cercanas y sin identificar, golpes y maltrato por montacargas, y arrugas no identificadas. Éstos resultados se tendrán en consideración al momento de generar el plan de acción de mejora, en la etapa posterior (planeación).

Figura 8. Diagrama de Pareto de los materiales



Con respecto a la mano de obra, se observaron diferentes aspectos, que van desde la falta de motivación, el cinismo laboral y la carencia de habilidades de operación de parte del personal obrero, hasta la falta de supervisión de los jefes de turno; el diagrama de Pareto de la Figura 7 muestra los principales puntos que requieren atención.

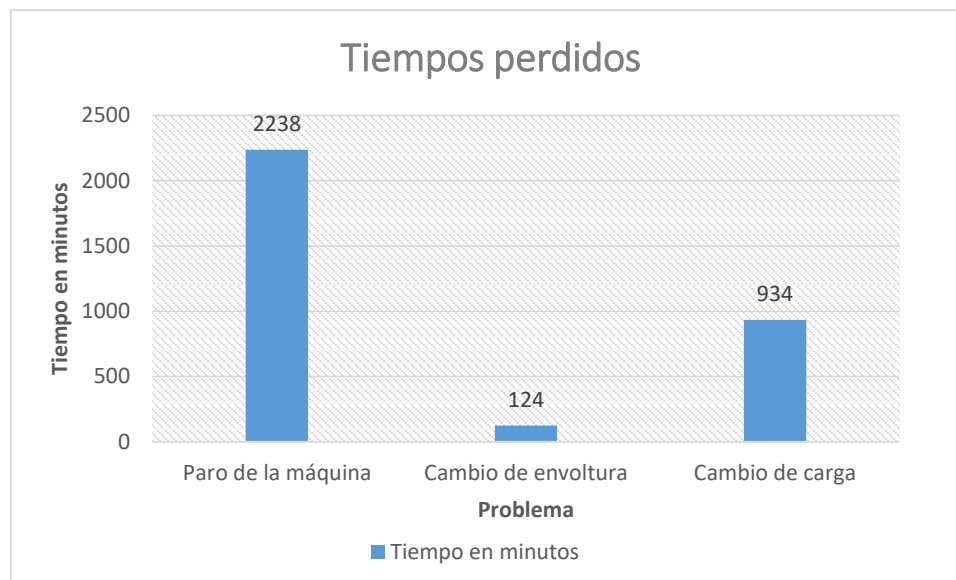
Figura 7. Diagrama de Pareto de la mano de obra.



Como se observa en el diagrama de la Figura 7, los problemas que generan el 80% de los problemas en la mano de obra son: la falta de habilidad de los trabajadores al operar la maquinaria, las diferentes velocidades a la que la operan y la indiferencia de los resultados obtenidos.

Finalmente, con respecto a los tiempos de producción, se detectó que se ven incrementados como consecuencia de malos métodos de operación, por ejemplo, la falta de un mantenimiento preventivo a la maquinaria y a los equipos, así mismo, se detectan tiempos de preparación de la máquina muy extensos, principalmente en los cambios de cargas y envolturas,

la gráfica de la Figura 8 muestra los tiempos perdidos durante el periodo de estudio.



Planeación: En ésta etapa se realizó un plan de acción de mejora enfocado directamente a combatir cada uno de los problemas que surgieron en la evaluación de los resultados y que se consideran área de oportunidad para el incremento de la productividad. La Tabla 2 muestra las acciones formuladas.

Tabla 6. Plan de acción de mejora.

Plan de acción de mejora									
¿Qué?	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Para qué?	% Avance			
						25	50	75	100
Emplear las bobinas en cuanto salgan de la embobinadora.	De acuerdo a procedimiento de empleado completo.	A partir de que se dé a conocer a los operarios el plan de acción.	En el almacén de bobinas terminadas.	Los trabajadores de la sala de acabado.	Para evitar defectos por costillas de humedad en los rollos de papel y evitar la merma al inicio del corte.				
Identificar las uniones en las bobinas de papel.	Marcando con una línea dónde existe la unión.	A partir de que se dé a conocer a los operarios el plan de acción.	En el almacén de bobinas terminadas.	Los operadores de la embobinadora.	Para evitar que las guías revienten al momento de su corte.				

Realizar un procedimiento para el manejo de materiales en montacargas y difundirlo con el personal.	Evitando el golpeteo de los rollos, estableciendo una cantidad adecuada por traslado y con la estructura para la elaboración de procedimientos. Mediante un curso-taller de capacitación.	Durante la primera quincena de noviembre de 2018.	En la sala de capacitación y área de trabajo.	Supervisor de área.	Para evitar golpes en los rollos y disminuir las mermas generadas por ese maltrato.				
Identificar las arrugas internas de las bobinas.	Marcando las bobinas con líneas en donde se observan las arrugas.	A partir de que se dé a conocer a los operarios el plan de acción.	En el almacén de bobinas terminadas.	Los operadores de la embobinadora.	Para evitar el atasco de las hojas y el traslape y las consecuencias que son paro de producción y mermas de materiales.				
Elaborar e implementar un plan de mantenimiento preventivo en las bandas selladoras de la máquina empaquetadora.	De acuerdo a las necesidades del equipo.	Noviembre de 2018- Primera quincena	En la máquina empaquetadora	Superintendente y supervisores de áreas.	Para evitar paros por las bandas selladoras de la empaquetadora				
Generar un rol de limpieza a los rodillos giratorios y a la banda selladora.	Cada dos horas y de acuerdo al procedimiento de limpieza actual.	Cuando se fabrica un tipo de papel específico. (Por confidencialidad no se	En los rodillos de la banda selladora y empaquetadora.	El operador de la máquina empaquetadora.	Para garantizar el sellado correcto de los paquetes y evitar pérdidas.				

		indica marca)							
Verificar y ajustar las pinzas y cucharas cuando estén desalineados.	Realizar un formato de Check List de implementación diaria, para detectar desajustes y proceder a la alineación de piezas u otra necesidad de la maquinaria.	A partir de que se dé a conocer a los operarios el plan de acción.	En las pinzas y cucharas de la máquina cortadora.	El operador de la máquina cortadora.	Para evitar atascos de papel y como consecuencia paros constantes en la máquina cortadora.				
Limpiar la banda transportadora de envoltura.	Dos veces por turno y utilizando los solventes correspondientes.	A partir de que se dé a conocer a los operarios el plan de acción.	En la banda transportadora de envoltura.	El operador de la máquina empaquetadora.	Para evitar el atasco de las envolturas en la empaquetadora y evitar paros y pérdidas.				
Generar programa de mantenimiento para la iluminación del área.	De acuerdo a las necesidades del área y a las características de las lámparas.	Noviembre de 2018-Primera quincena.	En el área de producción.	El superintendente y el supervisor del área.	Para garantizar la iluminación adecuada del área de trabajo.				
Realizar un programa de capacitación destinado a los ayudantes de la máquina cortadora.	Considerando el perfil de puesto del operador, así como su formación académica y experiencia.	Noviembre 2018-Primera quincena.	En la sala de capacitación del área de trabajo.	Supervisores y operadoras de la máquina cortadora.	Para asegurar el desarrollo de capacidades y habilidades del personal.				

Mejoramiento: En ésta etapa se dio seguimiento a las actividades planeadas en la etapa anterior, cabe hacer mención que se utilizaron herramientas para el mejoramiento de los materiales y de los procesos, tales como: control de calidad y materiales reusables y reciclados, ingeniería de métodos/simplificación del trabajo y diseño de seguridad en el trabajo; se realizó una fuerte campaña de concienciación al personal, y establecieron

sistemas de incentivos motivacionales. Como consecuencia de las acciones implementadas, se presentó el mejoramiento de la productividad parcial de los insumos analizados, que fue medida a partir de la nueva toma de datos (Ver Tabla 3). Los resultados son los que se muestran en las ecuaciones 7, 8 y 9.

Tabla 7. Datos del proceso después de la implementación de acciones de mejora.

Cargas	No. de rollos ensamblados	No. de trabajadores	Horas utilizadas	Paquetes producidos	Toneladas de papel ensambladas
60	360	600	111	314,435	755.245

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad} &= \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Tonelada de papel}} = \frac{314,435}{755.245} \\
 &= 416.34 \frac{\text{paquetes}}{\text{tonelada de papel}} \dots \text{Ec} \dots 7
 \end{aligned}$$

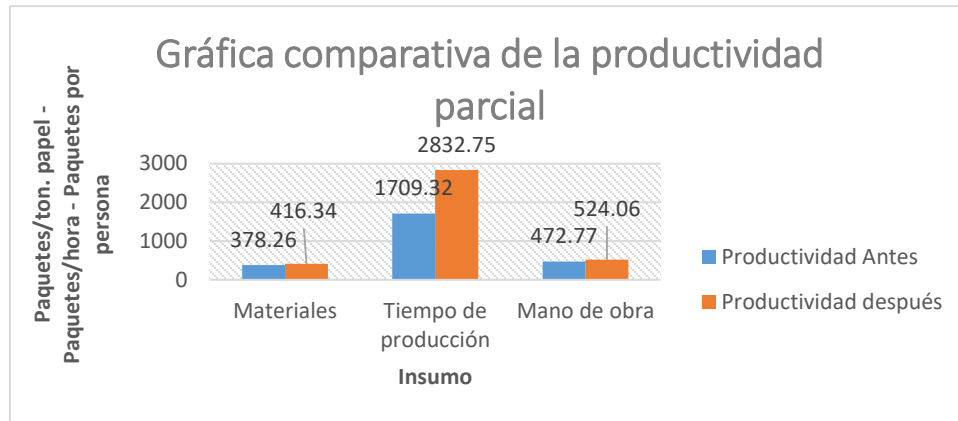
$$\begin{aligned}
 \text{Productividad} &= \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Horas}} = \frac{314,435}{111} \\
 &= 2,832.75 \frac{\text{paquetes}}{\text{horas}} \dots \dots \dots \text{Ec} \dots 8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad} &= \frac{\text{Paquetes producidos}}{\text{Mano de Obra}} = \frac{314,435}{600} \\
 &= 524.06 \frac{\text{paquetes}}{\text{persona}} \dots \dots \dots \text{Ec} \dots 9
 \end{aligned}$$

RESULTADOS

Una vez implementado el ciclo de mejoramiento de la productividad, apoyado de herramientas de control estadístico como fueron el diagrama de Causa-Efecto, Diagrama de Pareto, 5W + 1H; así como también otras técnicas y herramientas de ingeniería, que son, administración del mantenimiento, estudio de tiempos y programas de capacitación e incentivos, se logró incrementar la productividad parcial en la operación de una máquina de corte, en la Figura 9 se muestra gráficamente la mejora.

Figura 9. Gráfica comparativa.



Es importante mencionar que únicamente se realizó la medición de la productividad de la máquina de corte que representaba mayor área de oportunidad, sin embargo, las acciones efectuadas también impactaron positivamente en la eficiencia de las otras máquinas de corte. A partir de ésta medición, ya se tiene un estándar de productividad y como consecuencia se puede realizar el cálculo del índice de productividad, utilizando la productividad anterior y la actual, tal como se muestra en las ecuaciones 10, 11 y 12.

$$\begin{aligned} \% \text{ de variación de productividad (Materiales)} &= \left[\left(\frac{416.34}{378.26} \right) - 1 \right] * 100 \\ &= 10.07\% \dots \dots \dots Ec \dots 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ de variación de productividad (Tiempo de producción)} &= \left[\left(\frac{2832.75}{1709.32} \right) - 1 \right] * 100 \\ &= 65.72\% \dots \dots \dots Ec \dots 11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ de variación de productividad (Mano de obra)} &= \left[\left(\frac{524.06}{472.77} \right) - 1 \right] * 100 \\ &= 10.85\% \dots \dots \dots Ec \dots 12 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la productividad parcial de los materiales incrementó en un 10.07%, la productividad parcial del tiempo de producción mejoró en un 65.72% y la productividad parcial de la mano de obra aumentó en un 10.85%.

Trabajo a futuro

Se propone a los administradores de la empresa, implementar las etapas para el mejoramiento de la productividad, en las máquinas de corte restantes, e incluso no sólo de la sala de acabado, sino también en las demás áreas del proceso.

Conclusiones

Se implementó la metodología para el mejoramiento de la productividad que consta de cuatro etapas: medición, evaluación, planeación y mejoramiento, en el desarrollo de cada una de ellas se hizo uso de otras herramientas de ingeniería industrial, como por ejemplo el diagrama de causa-efecto, el diagrama de Pareto y las 5W + 1H; adicionalmente en la implementación del plan de acción fue necesario utilizar técnicas como el control estadístico, manejo de materiales reusables y reciclados, ingeniería de métodos/simplificación del trabajo y diseño y seguridad en el trabajo. En todo el proceso se presentaron situaciones que hicieron complicadas las mejoras, principalmente cuando se trataba de inversión monetaria, por ello el plan de acción sólo contiene actividades que no requieren de recurso económico, finalmente se obtuvieron resultados muy favorables para la organización, emanados de la sala de corte, principalmente los relacionados con el insumo tiempo de producción donde la mejora fue del 65.72%, no por ello se minimizan los logros en los otros dos insumos de mano de obra y materiales, ya que también se dio un incremento de 10.85% y 10.07% respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Lemus, O. F. (Septiembre de 2014). Diseño de investigación en la administración de la productividad total como herramienta de evaluación para el cumplimiento del plan operativo de una empresa farmacéutica. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Bonet Borjas, C. M. (2005). Ley de Pareto aplicada a la fiabilidad. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: Revista de Ingeniería Mecánica, 1-9.
- Jiménez Rojas, A. H., Delgado Bobadilla, E. E., & Gaona Villate, G. (2001). Modelo de productividad de David Sumanth aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. Ingeniería, 81-87.
- Miranda, J., & Toirac, L. (2010). Indicadores de productividad para la industria dominicana. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal: Ciencia y Sociedad, 234-290.
- Mora, M. (10 de Mayo de 2018). Rankia. Obtenido de <https://www.rankia.mx/blog/mejores-opiniones-mexico/3899088-cuanto-duran-viven-empresas-negocios-mexico>
- Sumanth, D. (1996). Administración de la Productividad. Mc Graw Hill.
- Sumanth, D. J. (1999). Administración de la productividad total. Mexico: Continental, S.A.

REINGENIERÍA AL PROCESO DE CAMBIO DE MOLDES DE UNA EMPRESA CAFETALERA DE LA REGIÓN DE CÓRDOBA.

ARLENY. LOBOS PÉREZ¹ JUAN CARLOS RAYMUNDO VILLARREAL² ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ³

RESUMEN

En este artículo se muestran los resultados de la aplicación de la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Dies), la cual se realizó a partir de un análisis de la baja productividad en el proceso de cambio de moldes para la elaboración de tapas de los diferentes envases de los productos propios y de exportación que ofrece la empresa manufacturera de café, el beneficio más notable obtenido a través de esta implementación, es la estandarización del proceso, mediante la reducción de tiempos en las fases internas y externas.

Palabras clave: SMED, estandarización, productividad, proceso.

ABSTRACT.

This article shows the results of the application of the SMED tool which was carried out from an analysis of the low productivity in the process of change of molds for the elaboration of caps of the different containers of the own products and of Export service offered by the coffee manufacturing company the most significant remarkable obtained through this implementation is the standardization of the process by reducing the time in the internal and external phases.

Key words: SMED, standardization, productivity, process.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. arlenyl@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la importancia de mantener y mejorar los procesos de producción en las empresas aumenta día con día debido a la gran competitividad que exige el mercado actual, es por ello que las empresas se ven obligadas a lograr mejorar tales procesos, para ello es necesario llevar a cabo la correcta realización de análisis y estudios que permitan recolectar e interpretar datos del estado actual de los procesos, encontrando así, aquellas áreas con oportunidad de mejorar. En la empresa cafetalera de la región de Córdoba, Veracruz, aun contando con una excelente capacidad de producción y calidad de tapas de plásticos para frascos, tiene la necesidad de optimizar el proceso de cambios de presentación ya que este proceso de cambio afecta directamente en el indicador de productividad de la planta de envases, por esa cuestión se deriva el proyecto de investigación que detalla en el presente trabajo, el cual busca realizar un análisis con distintas técnicas de ingeniería industrial, que permitan detectar aquellas áreas de oportunidad en el proceso para lograr obtener mejoras notables que repercutan directamente en los indicadores de la planta. Las herramientas implementadas son SMED, 5's y un estudio de tiempos y movimientos, las cuales han mejorado la productividad del proceso de cambio de moldes.

METODOLOGÍA

Se definió como aplicación de metodología la técnica SMED ya que esta permite analizar, mejorar, clasificar y eliminar las operaciones innecesarias, que se ejecutan durante un proceso, aunado a esta herramienta, se deberá incluir la filosofía de mejora continua 5's, para mejorar las condiciones de trabajo, a través de la clasificación, orden, limpieza, limpieza estandarizada y lo más importante la disciplina. Para la implementación del SMED, se tuvo que realizar un estudio de tiempos y movimientos, para detectar las actividades necesarias y las de mayor tiempo de realización y con bajo aporte de valor, para de esta forma estandarizar los tiempos de cambio de moldes. (Cruelles, 2012)

El objetivo principal de esta investigación es crear un método estándar de cambios rápidos de moldes para la elaboración de tapas, dado a que los índices de productividad se han visto afectados, impidiendo cubrir con la demanda de los diversos clientes. Este

método estándar debe garantizar que se cumpla con los siguientes requisitos de calidad en el producto: color uniforme, color estándar, no deben presentar manchas, no deben presentar rebabas ni sobrantes de material, no deberán presentar contaminación por grasa debido a la inyección de aire contaminado ni deformaciones o exceso de características.

El sistema SMED (Single Minute Exchange of Die) o teoría y técnicas diseñadas para realizar las operaciones de cambio de utillaje en menos de diez minutos, nace a partir del sistema de producción JIT (Just in time) justo a tiempo, piedra angular del sistema de fabricación más importante en la historia de la industria manufacturera, el sistema Toyota, con el único fin de reducir los tiempos de preparación a un dígito de minuto, tiempo necesario para cambiar herramientas y preparación de máquinas, buscando la realización de lotes de menor proporción, asegurando cubrir con la demanda del cliente, a través de productos de mejor calidad, reduciendo desperdicios, mejorando los tiempos de entrega y lo más importante evitando los inventarios de stock que generan pérdidas por materia prima detenida. Todo esto permite obtener una nueva óptica de los procedimientos existentes, partiendo fundamentalmente de la capacidad de no amoldarse a procesos tradicionales, y buscar que el mejoramiento de los sistemas de producción sea un proceso constante.

Cuando se trate de cambio de herramientas o reducción de tiempos de preparación, no solo debe impactar en los tiempos muertos, costes de producción, exceso de inventarios, tiempos de entrega, tamaño de lotes de producción, tiempo de los ciclos, sino también el servicio que se presta, aumento de operaciones, en una sola palabra mejora en la productividad.

Aunado a la observación de las actividades que conforman el proceso para el cambio de moldes, donde la finalidad es reestructurar dicho proceso, eliminando las actividades que no generan valor, se encuentra el estudio de tiempos y movimientos el cual permite analizar el tiempo que dura cada actividad, generando un registro histórico, para poder estandarizar los tiempos y movimientos de realización. La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en

llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. (Meyers, 2000)

Las etapas del proceso de implementación del SMED son las siguientes: 1. Etapa preliminar: Lo que no se conoce, no se puede mejorar. En esta etapa, se observó cada una de las actividades del proceso detectando, errores, movimientos innecesarios, distracciones, paseos etc., en esta actividad se pudo detectar que para encontrar una llave Allen, toma hasta 40 minutos, el objetivo principal de esta etapa es registrar los tiempos de cambio, para conocer la media y la variabilidad, además de registrar las causas de variabilidad y estudiarlas. Otra situación importante dentro de esta etapa es estudiar las condiciones actuales del cambio, a través de un análisis cronometrado, entrevistas con operarios, grabar un video y tomar fotografías, para posteriormente mostrar a los trabajadores.

2. Primera etapa. Separar las tareas internas y externas: En esta etapa se realizó un listado de las actividades secuenciales realizadas durante el set up (preparación), donde se identificaron cuáles son internas es decir las realizadas durante un paro de máquina y las externas las cuales se realizan durante la operación normal de la máquina. En esta actividad se detectan problemas básicos que forman la base de la rutina de trabajo.

3. Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas: La idea de esta actividad es analizar el tiempo en el que el sistema no está produciendo, es decir que no agrega valor, para la búsqueda de su eliminación. En esta etapa se realizó una revisión minuciosa de las actividades internas, para la búsqueda de la conversión y lograr aumentar el tiempo productivo, es decir, hacer todo lo necesario en preparar troqueles, matrices, punzones entre otros elementos, fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare, se haga el cambio necesario, de modo de que se pueda comenzar a trabajar lo más rápido y eficientemente.

4. Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas: El objetivo de esta etapa es perfeccionar los aspectos de operación de preparación, incluyendo todas y cada una de las operaciones elementales (tareas externas e internas). Esta actividad se realizó con alto nivel de detalle, dado a que requiere mucha imaginación, para el diseño de dispositivos y elementos de sujeción.

Dentro del estudio principal de la planta de moldes, se observó que existe contaminación en los materiales (MP), Producto no conforme (PNC) y en ocasiones en el producto terminado (PT), algunos de los factores que intervienen en estas situaciones son: metal (fierro comercial o bronce), grasa o basura en general, tapas o material de color distinto y sellos.

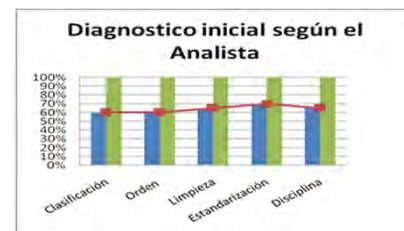
Para sustentar los puntos críticos del ambiente de trabajo, se realizó la implementación de una evaluación diagnostica, en la cual, los trabajadores pudieron calificar su nivel de apreciación con base a su puesto de trabajo en relación con la limpieza y orden.

El resultado de la evaluación diagnostica se presentan concentrados en la Tabla 1, mismos que son mostrados en la gráfica 1, donde se presentan los porcentajes de los criterios de acuerdo con la observación del analista del proceso de revisión del ambiente de trabajo, referente a la filosofía 5's.

Tabla 1. Resultados de cuestionario según el analista

Según el Analista			
Criterio	Máximo	Real	Porcentual
Clasificación	20	12	0.60
Orden	20	12	0.60
Limpieza	20	13	0.65
Estandarización	20	14	0.70
Disciplina	20	13	0.65

Gráfico 1. Porcentajes según el analista



Observando los resultados, se aprecia que los criterios más bajos obtenidos de acuerdo a el analista, es clasificación y orden es de 12, siendo un porcentaje del 60 %, debido a que no se tiene indicadores de lugares ni áreas marcadas; la limpieza obtuvo un valor de 13 %, siendo este un porcentaje del 65 %, dado a que en el área se realizan actividades de limpieza superficial, y escasas veces profunda; para el cuarto criterio que se refiere a estandarización, se detectó que la empresa, si posee procedimiento y documentación de los procesos del área de producción lo que evidencia el alto nivel de la filosofía 5's; finalmente el criterio de autodisciplina obtuvo un porcentaje de 13, que representa el 65 %.

Los resultados obtenidos de la aplicación del diagnóstico al personal se muestran en la Tabla 2, y Gráfico 2, aquí se observa la perspectiva de la opinión de los trabajadores con respecto a la filosofía 5's.

Tabla 2. Resultados del cuestionario según los trabajadores

Según los trabajadores			
Criterio	Máximo	Real	Porcentual
Clasificación	360	239	0.66
Orden	360	285	0.79
Limpieza	360	274	0.76
Estandarización	360	238	0.66
Disciplina	360	288	0.80

Gráfico 2. Porcentajes según los trabajadores



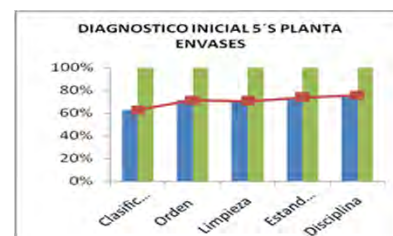
Los resultados que muestran la Tabla 2 y el Gráfico 2, el criterio de clasificación y estandarización obtuvo un puntaje de 239, lo que corresponde a un 66 %, lo que indica que son los parámetros más bajos; el criterio de limpieza presenta un puntaje de 274, lo que corresponde a un 76 %, mientras que para el criterio de orden, se obtuvo una puntuación de 285, lo que representa un 79 % y finalmente se puede notar que la disciplina o autodisciplina, obtuvo un puntaje de 288 que representa el 80 %, debido a que los trabajadores aseguran darle importancia a su seguridad.

Se realizó el promedio de los análisis anteriores, mismos que son presentados en la Tabla 3, y el Gráfico 3.

Tabla 3. Resultados diagnostico planta envases

DIAGNOSTICO INICIAL		
Criterio	Máximo	Real
Clasificación	100.00%	62.69%
Orden	100.00%	71.39%
Limpieza	100.00%	70.37%
Estandarización	100.00%	73.70%
Disciplina	100.00%	75.56%
	GLOBAL	70.74%

Gráfico 3. Porcentajes planta envases



Es importante comentar que también se realizó el diagnóstico a los supervisores, siendo de esta manera tres estudios los que se concentran en este último análisis. Entonces podemos ver en este último concentrado que existe una variación significativa en cada uno de los criterios debido a tres puntos de vistas. La clasificación es el pilar que se encuentra más bajo, ya que se tienen artículos, productos, herramientas, entre otros materiales, en áreas donde no es necesario tenerlas, además de carecer de clasificación, la limpieza tuvo una puntuación del 70.37 %, ya que en el área y a la maquinaria si se realiza limpieza, pero existe bajo compromiso del personal, ya que no se realiza de acuerdo con los procedimientos establecidos. El orden tiene una puntuación del 71.39 %, lo que permite conocer en qué medida se respetan las áreas asignadas para cada artículo o material. El criterio de estandarización obtuvo un porcentaje del 73.70 % lo cual pone en evidencia la existencia de procedimientos y manuales dentro de la planta, sin embargo, se aprecia claramente la falta de estandarización y/o seguimiento a los documentos que se mencionan. Finalmente, la disciplina presenta un porcentaje del 75.56 % ya que en su mayoría los trabajadores afirman realizar correctamente las actividades encomendadas.

El procedimiento de cambio de moldes para la aplicación del SMED, se analizó resultando las siguientes actividades: desmontaje del molde, montaje del molde y regulación de máquina.

Se analizaron las causas de la demora del cambio de moldes a través de un diagrama causa-efecto, y los resultados con respecto a la causa de maquinaria y equipo, las subcausas son: El mal estado de los barrenos, el cual puede ser solucionado reparando los barrenos de las máquinas inyectoras. El segundo problema no es controlable y se refiere a parámetros de ajuste cuantitativos; el tercer problema se refiere a que la maquinaria es de tecnología anterior y por esa razón no son totalmente automáticas, lo cual hace difícil el control; el cuarto problema se encuentra en el equipo utilizado para el montaje de moldes que es el mal diseño del diferencial y finalmente la grúa ubicada en el almacén de los moldes, utilizada para subir y bajar moldes a los racks, ya se vuelve de alto riesgo por el diseño con el que cuenta. De la causa métodos los problemas principales son: tiempo excesivo de cambio, inadecuado, no estandarizado, y no

documentado, es importante señalar que estas causas son mejorables, debido a que no requieren inversión alguna. Con respecto a la causa materiales los problemas que resultaron son: dos tipos de tornillos, moldes en desorden y sin identificación, no existen refacciones, materiales en malas condiciones y no existe un lugar para colocar tornillos. De la causa mano de obra los problemas principales son: No capacitado, personal insuficiente, personal sin compromiso, personal negativo. Finalmente, de la causa herramientas, los problemas resultantes son: herramienta en desorden, en malas condiciones, sucia, insuficiente y con uso inadecuado.

En el proceso de cambio de moldes para la elaboración de tapas de envases intervienen 6 máquinas inyectoras, las cuales tienen los nombres de: 721IY1, 721IY2, 721IY3 Y 721IY4, estas cuatro máquinas son las más pequeñas del proceso de producción mientras que las maquinas 721IY5, 721IY6, son las más grandes, en la Tabla 4, se observa los tiempos de desmontaje y montaje con el total de ciclos de producción analizados.

Tabla 4. Tiempo observado de montaje y desmontaje de las máquinas chicas para el cambio de moldes.

TIEMPOS	TIEMPO OBSERVADO (CICLOS) MONTAJE										ΣT	T(S)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	721IY1	721IY2	721IY4	721IY2	721IY2	-	-	-	-	-		
T.D.	00:42:45	00:50:41	00:24:21	00:36:02	00:33:33	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	03:07:22	00:40:53
T.M.	02:05:00	02:11:54	00:00:00	01:35:36	02:37:09	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	08:29:39	02:25:16
T.T.C.	02:47:45	03:02:35	00:24:21	02:11:38	03:10:42	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	11:37:01	03:06:01

La Tabla 4, muestra los tiempos totales de cambio (TTC), que es obtenido de la toma de tiempos del proceso de montaje (TM) y desmontaje (TD), donde se muestra que el tiempo mínimo de ejecución del proceso de cambio de moldes es de 2 horas 11 minutos 38 segundos, mientras que el tiempo promedio total es de 3 horas 6 minutos 1 segundo.

Tabla 5. Tiempo observado de montaje y desmontaje de las máquinas grandes para el cambio de moldes

	TIEMPO OBSERVADO (CICLOS) DESMONTAJE										IT(S)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	7211Y6	7211Y5	7211Y6	7211Y5	7211Y5	7211Y5	-	-	-	-	
T.D.	04:48:55	04:28:38	03:25:58	04:11:46	03:22:22	03:13:12	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	04:28:32
	Tiempo promedio considerando la actividad 51 de Montaje										06:56:47
T.M.	01:08:14	01:28:56	01:21:38	00:35:00	00:00:00	00:49:51	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	01:14:48
T.T.C.	05:57:09	05:57:34	04:47:36	04:46:46	03:22:22	04:03:03	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	05:43:20
	Tiempo promedio Total considerando la actividad 51 de Montaje										08:11:35

La

Tabla 5, muestra los tiempos totales de cambio (TTC) que han sido obtenidos de la toma de tiempos de desmontaje (TD) y montaje (TM), considerando y no la actividad 51 de medición que consiste en lavar y preparar placas. El tiempo promedio del proceso es de 5 horas 43 minutos 20 segundos, sin considerar la actividad 51, si se considera, tenemos un tiempo promedio de cambio de 8 horas 11 minutos 35 segundos. Para lograr la reducción del tiempo de cambio de molde, es de vital importancia dar solución a todos los factores del diagrama causa-efecto.

Para mejorar el tiempo de cambio de moldes, es necesario identificar, clasificar y convertir las actividades de internas a externas. Y así lograr eliminar los tiempos muertos en la ejecución, esto es a lo que llamamos SMED. Este proceso es visto en las Tablas 6 y 7. En estas tablas se observa que las tareas en el proceso de montaje y desmontaje fueron ajustadas mediante la identificación de las tareas internas y externas, siendo esta la etapa 2. Separación de las tareas internas y externas. Las tareas internas son las realizadas durante el paro de máquina, mientras que las externas son las realizadas durante la operación normal de la máquina. Estas tablas muestran las actividades ajustadas y perfeccionadas, de tal manera que las actividades que no generaban valor se convirtieron en tareas externas para ganar más tiempo productivo en las máquinas involucradas en la elaboración de los moldes. Se puede decir que las actividades fueron perfeccionadas para que se redujera el tiempo de preparación.

Tabla 6. Operaciones moldes de 16 cavidades

[illegible]

Tabla 7. Operaciones moldes 2,3,4 y 6 cavidades.

MÉTODO PROPUESTO 721W14, 721W15, 721W17 Y 721W11			MOLDES 2.3,4,5 Y 6 CAVIDADES	
ETAPA	ANTES	DESMONTAJE	MONTEJE	DESPUES
NÚM.	ACTIVIDADES EXTERNAS	ACTIVIDADES INTERNAS	ACTIVIDADES INTERNAS	ACTIVIDADES EXTERNAS
1	Identificar molde a montar. (1)	Para mampara (1)	Posicionar diferencia para engarzar mampara a media. (1)	Revisar molde a alinear e identificar. (1)
2	Buscar tarrina (canta, mesa etc) para colocar molde a montar. (1)	Quitar conexiones (2)	Engarzar mampara a propósito para poder bajar molde a montar. (2)	Recoger molde y llevarlo a área asignada. (1)
3	Quitar polipasto de refuerzo. (1)	Colocar mampara a placa de corozones (1)	Llevar molde a apoyo de polipasto. (1)	Realizar mantenimiento requirido a moldes demontados. (1)
4	Negar polipasto a almeidads molde a bajar molde a montar. (1)	Trasar diferencial (1)	Posicionar diferencia en media para colocar mampara a media. (1)	Colocar molde en área asignada de acuerdo a su identificación. (1)
5	Colocar polipasto en placa de amoldar de molde. (1)	Posicionar diferencia. (1)	Bajar y posicionar molde en media. (2)	
6	Recor mampara para colocar a molde. (1)	Engarzar mampara a propósito (para corozones). (2)	Retirar sustituto del molde. (1)	
7	Colocar mampara a media. (1)	Tenar polipasto para anajar placa (1)	Bajar molde y hacer coincidir con corozos de mampara. (2)	
8	Colocar sustituto de placas. (1)	Quitar grapas a placa de corozos. (2)	Antor presión para asegurar placas. (1)	
9	Engarzar mampara a propósito para bajar molde. (2)	Quitar grapas a placa de cavidades. (2)	Colocar grapas a placa de corozos. (2)	
10	Colocar molde con apoyo del polipasto a tenar. (2)	Bajar molde hasta fondo, sumo con apoyo de polipasto. (1)	Colocar grapas a placa de cavidades. (2)	
11	Llevar molde a media. (1)	Colocar sustituto del polipasto. (1)	Colocar y ajustar todas las mamparas a se colocar a área de colocar mampara a placa de corozos. (2)	
12	Quitar polipasto de placa de almeidads (1)	Retirar diferencial de la media y posicionar en tenar. (1)	Desengarzar polipasto de mampara en placa de corozos. (2)	
13	Colocar polipasto a diferencial nuevamente. (1)	Bajar molde con apoyo de polipasto a tenar. (2)	Retirar mampara de placa de corozos. (1)	
14	Quitar herramienta (canta, conexiones, mampara, placa, sustituto, etc) para bajar y colocar enfriamiento. (1)	Desengarzar mampara del polipasto. (2)	Retirar diferencial de (placas). (2)	
15	Quitar distribución para paso de diferencial. (1)		Llevar diferencia a área (1)	
16	Reparar mamparas flotantes, arrancadas, lavas, etc. para quitar corozos grasas. (1)		Verificar funcionamiento de molde y Bujidos (para y contra 3 a 5 veces). (1)	
17	Reparar bafador adecuado a utilizar. (1)		Revisar la funcionalidad de mampara y conexiones en su defecto cambiar de enfriamiento. (1)	
18			Colocar refino a todas las conexiones. (1)	
19			Colocar enfriamiento mudo. (2)	
20			Verificar que no quedan fugas. (2)	
21			Reparar fugas. (2)	
22				

El método SMED, es resumido en las Tablas 6 y 7 para mayor flexibilidad del mismo, en donde se observan las etapas detalladas anteriormente, las operaciones de cada etapa, así como también el orden y el número de operadores necesarias para la ejecución de cada operación.

Tabla 8. Comparativo de porcentaje de reproceso planta envases.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE REPROCESO													
AÑO		INDICADORES DE REPROCESO MENSUAL				% REDUCCIÓN		AÑO		INDICADORES DE REPROCESO ANUAL		% REDUCCIÓN	
		2018		2017						2019			
MATERIAL		M0018	M0061	M0018	M0061	M0018	M0061	MATERIAL		M0018	M0061	M0018	M0061
ENERO		16.88%	8.13%	24.74%	8.30%	7.86%	0.17%	2018	17.17%	9.93%		4.42%	4.33%
FEBRERO		14.57%	2.74%	19.75%	9.92%	5.18%	7.17%						
MARZO		14.78%	7.06%	16.84%	16.52%	2.06%	9.46%						
ABRIL		20.24%	0.00%	24.82%	15.73%	4.57%	15.73%						
MAYO		15.76%	7.14%	23.89%	8.39%	8.12%	1.25%						
JUNIO		18.60%	7.61%	23.03%	22.32%	4.43%	14.71%						
JULIO		21.51%	16.13%	26.61%	23.54%	5.10%	7.41%	2017	21.59%	14.27%			
AGOSTO		13.64%	12.91%	17.65%	15.60%	4.00%	2.70%						
SEPTIEMBRE		35.92%	0.00%	22.15%	15.34%	-13.77%	15.34%						
OCTUBRE		14.10%	0.00%	25.08%	11.39%	10.98%	11.39%						
NOVIEMBRE		14.10%	17.08%	18.40%	8.32%	4.30%	-8.77%						
DICIEMBRE		12.00%	12.00%	16.00%	7.16%	2.03%	4.00%						

Como se observa en la Tabla 8, la aplicación de las diversas mejoras permitió la disminución de la contaminación del material en la planta por lo que su efecto es la disminución del reproceso del material.

Resultados y discusión

En este trabajo investigativo se estudió los elementos que intervienen el proceso de cambio de moldes para la elaboración de tapas de envases de una empresa cafetalera de la región de Córdoba, Veracruz, con la finalidad de incrementar la productividad y reducir reproceso. El resultado principal derivado del análisis de esta investigación es el análisis realizado al reproceso de material en los últimos años, donde se observa que en los últimos meses del año 2014 el reproceso ha disminuido de forma considerable debido a las acciones tomadas, a partir de las subcausas y análisis de las actividades internas y externas. En la Tabla 8, se aprecia que en el mes de septiembre del 2015 el porcentaje de reproceso se eleva, pero es ocasionado por un re trabajo de años anteriores, por el cual no representa relevancia en el análisis, también se observa que el reproceso de los materiales por contaminación ha disminuido en un 4.42 % para el M0018 (polietileno de alta densidad) y un 4.33 % para el M0061 (polietileno de baja densidad).

Trabajo a futuro

Se debe considerar el establecimiento de un programa integral de trabajo, donde se establezcan las actividades referentes a las operaciones de las máquinas, y que, a través de él, se permita referenciar a los programas de estímulo por productividad laboral.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación demuestran que las herramientas seleccionadas para el mejoramiento de la productividad han sido eficaces y efectivas, en la reducción de reprocesos, sin embargo, el proceso de mejoramiento de la productividad, debe ser una actividad constante en la empresa cafetalera de la región de Córdoba Veracruz. Se debe considerar y refirmar el involucramiento y compromiso, de las tres líneas de trabajo, que son: operadores, supervisores, jefe de producción y mantenimiento, es necesario la realización de un programa integral y homologado de trabajo, que incluya actividades de todas estas partes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

El sistema de Produccion Toyota. (1989). Madrid: Productivity Press.

Cruelles, J. A. (2012). Mejora de métodos y tiempos de fabricación. Barcelona, España.: Alfaomega.

Meyers, F. E. (2000). Estudio de tiempos y movimientos. México: Pearson Educación.

Gregorio Arrieta Posada, J. G. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo, volumen (10), pp. 139-148.

Restrepo Correa, J. H., Medina V., P. D., Cruz T., E. A. (2009) Como reducir el tiempo de preparación, volumen (41), pp. 177-180.

IMPORTANCIA EN LA APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA MASLACH BURNOUT EN UNA EMPRESA DEL SECTOR PÚBLICO.

ROSALIA JAQUELINE OCAMPO HERNÁNDEZ¹ MAYTE PULIDO CRUZ²

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es identificar las características de la encuesta Maslach Burnout Inventory aplicable a una empresa del sector público a trabajadores en las áreas de Coordinación Administrativa, Jefatura de Distrito y a los 5 Centros de Apoyo al Desarrollo Rural (CADER) que servirá de base para mejorar la calidad de los Recursos Humanos, así como también conocer las percepciones de los trabajadores de este sector.

Palabras clave: Diagnóstico, Maslach Burnout, sector público.

ABSTRACT

The objective of this research is to identify the characteristics of the Maslach Burnout Inventory survey applicable to a public sector company to workers in the areas of Administrative Coordination, District Headquarters and the 5 Rural Development Support Centers (CADER) that will serve as basis for improving the quality of Human Resources, as well as knowing the perceptions of workers in this sector.

Keywords: *Diagnosis, Maslach burnout, public sector.*

INTRODUCCIÓN

En este presente artículo nos referiremos a un tema muy importante basado en las características y los beneficios que ofrece el cuestionario de Maslach Burnout Inventory que pretende ayudarnos a detectar el nivel de estrés aplicándolo en una entidad o empresa pública, lugar en donde se concentra más el síndrome Burnout. Algunos

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec. mayte_pulido@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec. ohdz888@gmail.com

trabajadores de esta dependencia gubernamental se ven forzados a realizar actividades, exceder horas de trabajo que ya no les corresponden entonces esto les ocasiona preocupación por la responsabilidad que les conlleva a terminarlo pronto, aunque este no sea el único problema que cause el Síndrome Burnout.

El mundo laboral ha experimentado una transformación importante en las últimas décadas en nuestro contexto sociocultural, así las nuevas exigencias del trabajo y desajuste entre los requisitos del puesto de trabajo en las organizaciones y las posibilidades de rendimiento de cada sujeto han originado la aparición de varios de nuevos riesgos denominados psicosociales, entre ellos, el Síndrome de Burnout (agotamiento emocional, despersonalización o deshumanización y la falta de realización del personal en el trabajo), cuya prevalencia se ha ido incrementando y que ha venido a constituirse en un problema social y de salud pública que conlleva, por tanto, un coste económico social por lo que cualquier esfuerzo para su estudio debe ser bienvenido. (Gil-Monte, 2005, p. 151)

La necesidad de estudiar el síndrome de quemarse por el trabajo viene unida a la necesidad de estudiar los procesos de estrés laboral, así como al hincapié que las organizaciones han hecho sobre la necesidad de preocuparse más de la calidad de vida laboral que ofrecen a sus empleados. (Gil-Monte, 2003, p. 184)

Según Aranda (2006) la palabra “burnout” es un término anglosajón que significa estar quemado, desgastado, exhausto y perder la ilusión por el trabajo. Este término data de 1974 por el psiquiatra Herbert Freudenberg quien trabajaba en una clínica para tratar toxicómanos en Nueva York (Morian & Herruzo, 2004; Gil-Monte, 2002a; Ordenes, 2004).

Según lo plantean Diéguez, Sarmiento y Calderón (2006), “Freudenberg observó que en la mayoría de los voluntarios de la clínica había una progresiva pérdida de energía, hasta llegar al agotamiento, síntomas de ansiedad y de depresión, así como desmotivación en el trabajo y agresividad con los pacientes al cabo de un año de trabajo.

En 1976 Cristina Maslach dio a conocer la palabra Burnout de forma pública dentro del Congreso Anual de la Asociación de Psicología APA, refiriéndose a una situación cada vez más frecuente entre los trabajadores de servicios humanos, y era el hecho de que

después de meses o años de dedicación, estos trabajadores terminaban “quemándose”. Pero el concepto de Burnout de las investigadoras estadounidenses Cristina Maslach y Susan Jackson apareció en 1981 (citado en Cordes y Dougherty, 1993), luego de varios años de estudios empíricos, quienes lo describieron como un síndrome de estrés crónico que se manifiesta en aquellas profesiones de servicios caracterizadas por una atención intensa y prolongada a personas que están en una situación de necesidad o de dependencia”. Más adelante, en 1982 se crea el Inventario de Burnout de Maslach (Gil-Monte, 2005).

Ahora bien, según Moriana y Herruzo (2004), el término burnout ha sido delimitado y aceptado por la comunidad científica casi en su totalidad desde la conceptualización establecida por Maslach en 1982, donde se define como una respuesta de estrés crónico a partir de tres factores: cansancio emocional, despersonalización y baja realización personal en el trabajo. Estos tres factores se miden a través del “Maslach Burnout Inventory” (MBI) que mide el burnout en educadores y personal de los servicios humanos (enfermeras, médicos, psicólogos, asistentes sociales, etc.). Desde una perspectiva psicosocial se presenta cuando los síntomas son bajos en los niveles de realización personal en el trabajo y hay altos niveles de agotamiento emocional y de despersonalización (Gil – Monte, 2003).

El “Maslach Burnout Inventory” (MBI) ha sido utilizado en un sinnúmero de estudios con muestras de todo tipo a nivel laboral, además se cuenta con tres versiones de este instrumento como se observa en la tabla no. 1, ha sido validado además en diferentes países (Gil-Monte, 2002b) y en idioma español se cuenta por ejemplo validado en España (Gil-Monte & Peiró, 1999) y en Chile (Buzzetti, 2005).

Sería conveniente ampliar las investigaciones a trabajadores que no sean solo médicos, enfermeras y maestros para conocer la magnitud e impacto de esta problemática en México haciendo énfasis para el personal de empresas productoras (fabrican productos), comercializadoras (compras para vender productos) o de servicios (con o sin ánimo de lucro) tanto en el sector público como privado. De otro lado, se sugiere considerar otros modelos teóricos que evolucionaron del concepto original de Maslach y que aportan una visión más amplia y detallada del proceso de desarrollo del síndrome de Burnout, como

a continuación se detallan en cada modelo que nos ayudan a definir y conocer las herramientas necesarias para identificar los síntomas del síndrome Burnout y qué es lo que exactamente los lleva a generarse. (Quiceno, Vinaccia, 2007, p. 123)

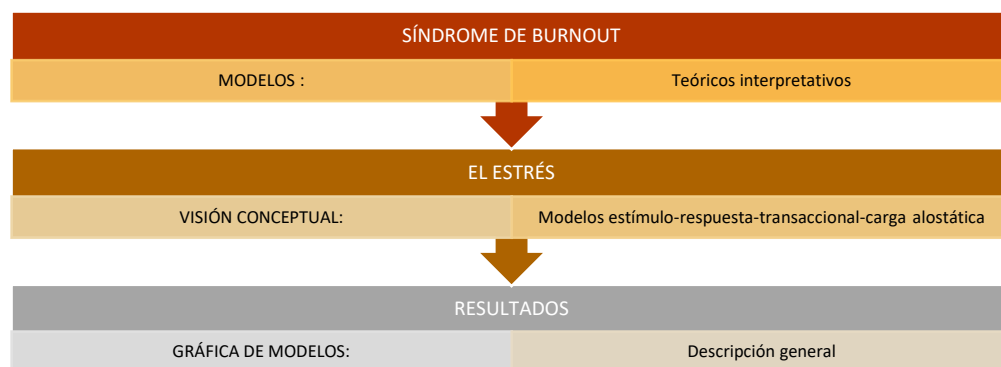
Generalizando el punto de esta presente investigación, que se enfoca exactamente a una institución gubernamental del sector público dirigido a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en el Distrito de Desarrollo Rural 07 Tuxtepec, lugar en la cual se pretende desarrollar esta investigación demostrando que existen posibilidades que se encuentren síntomas del síndrome burnout, recolectando información requerida y conocer el niveles de estrés que probablemente se ha desarrollado en cada personal.

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo mediante la recopilación de datos de fuentes documentales, mediante el análisis de la información para generar fichas de contenido. Es una investigación cualitativa con alcance de los diferentes modelos que integran el estudio del síndrome de Burnout y que permite la interpretación del estrés desde una visión conceptual fisiológica y psicológica.

El procedimiento que se llevó a cabo se muestra en la siguiente gráfica (ver gráfica no. 1)

Gráfica 1: elaboración propia del autor.



Los modelos teóricos interpretativos del burnout, son numerosos que intentan teorizar sobre la base conceptual del burnout, intentando definir las variables que influyen en la aparición de este síndrome y en su mantenimiento. Se analizan los modelos teóricos del estrés laboral, los modelos basados en enfoques salutogénicos, los modelos en la teoría

socio – cognitiva, los modelos teóricos del intercambio social, los modelos derivados de la teoría organizacional y la evolución de las dimensiones del constructo burnout, según diferentes modelos. (Maicon, 2014, p. 1905)

De otro lado, a la par del desarrollo de los modelos como proceso se encuentran los modelos comprensivos que hacen referencia a un conjunto de variables, consideradas como antecedentes y consecuentes del síndrome, todos los modelos que han tratado de explicar la etiología del síndrome de burnout han tenido como origen los mismos componentes básicos propuestos por Freunderberger y Maslach (Gil-Monte & Marucco, 2006). En la gráfica No. 1 se puede apreciar un resumen de los modelos que han formado parte de la evolución del síndrome de burnout. (Maicon, 2014, p. 1905)

Modelos teóricos del estrés laboral

Los modelos teóricos del estrés laboral consideran que muchas experiencias en el trabajo diario son vividas como estresores, y están acompañadas por las consiguientes reacciones crónicas de distrés que aumentan de manera efectiva el riesgo de enfermedad. Incluimos en este apartado el modelo demanda – control (Karasek y Theorell, 1990), el modelo de crisis gratificación en el trabajo (Siegrist, 1996) y el modelo de la escuela Michigan (French y Khan, 1962). (Maicon, 2014, p. 1906)

Modelos basados en enfoques salutogénicos

Los modelos basados en este enfoque proponen considerar la salud como una variable dinámica entre los polos de una enfermedad y el bienestar de la persona (Ballester, 1998). La ubicación de la persona a lo largo del continuo sería dinámica, en continua modificación, dependiendo su ubicación tanto de las variables orgánicas como de las variables contextuales y personales. En general los modelos salutogénicos han enfatizado la relevancia de las variables personales del sujeto, especialmente las variables activas y positivas que identifican un estilo de conducta ante los factores de estrés. Dentro de este grupo, los modelos más conocidos son el modelo de personalidad resistente (Hardy Personality o Hadiness) de Kobasa (1979, 1982) y el modelo de sentido de la coherencia de Antonovsky (1979). (Maicon, 2014, p. 1907)

Modelos basados en la teoría socio-cognitiva

Estos modelos consideran que:

Las cogniciones de los individuos influyen en lo que éstos perciben y hacen y, a su vez, estas cogniciones se ven modificadas por los efectos de sus acciones y por la acumulación de las consecuencias observadas en los demás, y

La creencia o grado de la seguridad por parte de un sujeto en sus propias capacidades, que determinará el empeño que el sujeto pondrá para conseguir sus objetivos y la facilidad o dificultad en conseguirlos, y también determinará ciertas reacciones emocionales, como depresión o estrés, que acompañan a la acción.

En este grupo se encuentran el modelo de competencia social de Harrison (1983), y el modelo Cherniss (1993) en los que la auto-eficacia percibida es la variable relevante para el desarrollo del Síndrome; a este grupo también pertenece el modelo de Thompson, Page y Cooper (1993). (Maicon, 2014, p. 1908)

Modelos basados en la teoría del intercambio social

Los modelos basados en esta teoría, consideran principalmente, los principios de la teoría de la equidad (modelo de comparación social de Buunk y Schaufeli, 1993) o de la teoría de la conservación de recursos (modelo de Hobfoll y Freddy, 1993). Proponen que el síndrome de burnout tiene su etiología, principalmente, en las percepciones de falta de equidad o falta de ganancia, que desarrollan los sujetos como resultado del proceso de comparación social, cuando se establecen relaciones interpersonales. (Maicon, 2014, p. 1909)

Modelos basados en la teoría organizacional

Los modelos basados en esta teoría organizacional incluyen como antecedentes del síndrome las disfunciones del rol, la falta de salud organizacional, la estructura, la cultura y el clima organizacional.

Pertenecerían a este grupo el modelo de Golembiewski, Munsenrider y Carter (1983) que destaca de manera especial la importancia de la sobrecarga y de la pobreza del rol para el desarrollo del síndrome; el modelo de Winnubst (1993) enfatiza la importancia de la estructura, la cultura y el clima organizacional. (Maicon, 2014, p. 1910)

RESULTADOS

Nombres y apellidos: _____ Sexo: _____ Edad: _____
Nivel profesional: _____ Trabajador de oficina: Sí _____ No _____

Marque con una X según corresponda.

Tabla 1: Fuente: Encuesta de Maslach Burnout Inventory; Diagnóstico del Síndrome de Burnout en trabajadores del Centro de Inmunología y Biopreparados; Yury Rosales Ricardo y Dailín Cobos Valdés.

Determinación de Síndrome burnout	Nunca	Pocas veces	Una vez al mes	Unas pocas veces al mes	Una vez a la semana	Pocas veces a la semana	Todos los días
Me siento emocionalmente defraudado de mi trabajo.							
Cuando termino mi jornada de trabajo me siento agotado.							
Cuando me levanto y me enfrento a otra jornada de trabajo me siento fatigado.							
Siento que puedo comunicarme fácilmente con las personas que tengo que relacionarme con el trabajo.							
Siento que estoy tratando a algunos de mis subordinados como si fueran objetos impersonales.							
Siento que tratar cada día con personas me cansa.							
Siento que trato, con mucha efectividad, los problemas de las personas a las que tengo que atender.							
Siento que mi trabajo me está desgastando.							
Siento que estoy influyendo en la vida de otras personas a través de mi trabajo.							
Siento que mi trato con la gente es más duro.							
Me preocupa que este trabajo me está endureciendo emocionalmente.							
Me siento muy enérgico en mi trabajo.							
Me siento frustrado por mi trabajo.							
Siento que estoy demasiado tiempo en mi trabajo.							
Siento indiferencia ante el resultado del trabajo de las otras personas.							
Siento que trabajar con la gente me cansa.							
Siento que puedo crear con facilidad un clima agradable en el trabajo.							
Me siento estimulado después de haber trabajado estrechamente.							
Creo que consigo muchas cosas valiosas en este trabajo.							
Me siento como si estuviera en el límite de mis posibilidades.							
Siento que en mi trabajo los problemas emocionales son tratados de forma adecuada.							
Me parece que mis subordinados me culpan de algunos de sus problemas.							

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación nos permiten una muestra de aporte hacia un nivel de Burnout con niveles moderados o medios en la muestra de cada personal analizados, que laboran en esta dependencia, con claros indicadores que muestran que en un futuro las sensaciones estresantes y el Síndrome Burnout puedan progresar si esta situación no se atiende manera inmediata con las herramientas correctas y efectivas para solucionar el problema detectado.

Como aspectos destacables del cuestionario Maslach Bunout Inventory, encontramos que, si bien es cierto que en las subdimensiones de *despersonalización* y de *baja realización personal*, no se manifiesta una elevada incidencia, si que detectamos indicios que apuntan una incipiente presencia de las mismas en la realidad de los trabajadores de esta dependencia gubernamental objeto de estudio. Más contundentes son los

resultados obtenidos en la subdimensión de *cansancio emocional*, puesto que se evidencia una alta significación de la misma, comportando la evidente sensación de cansancio físico y emocional por su parte. Estamos ante la percepción del esfuerzo reiterado que apunta la posibilidad de seguir evolucionando, puesto que la media de la edad de estos trabajadores, indica que deberán seguir aún muchos años en activo. (Arís Redó, 2009, pág. 842)

Para destacar menciono los distintos modelos que nos ayudan a analizar las posibles formas del origen, aparición, desarrollo y las consecuencias que se generan a través de este síndrome, para ello con la finalidad de poder eliminar o arreglar ciertas causas que pudieran disminuir la tensión laboral del personal. Es por eso que se hace énfasis el tema de los modelos principales a utilizar. Con respecto a la herramienta Maslach Burnout Inventory este test nos ha ayudado a sostener qué factor definen el síndrome en la salud laboral de esta dependencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda, C. (2006). Diferencias por sexo, Síndrome de burnout y manifestaciones clínicas, en los médicos familiares de dos instituciones de salud, Guadalajara, México. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 15, 1-7.
- Arís Redó, Nuria (2009). El Síndrome de Burnout en los docentes. <i xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 7</i>(2), undefined-undefined. [fecha de Consulta 6 de octubre de 2019]. ISSN: Disponible en: <a xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" target="_blank" href="
- Bustamante, Bustamante, Bustamante y González, (2016), El burnout en la profesión docente: un estudio en la escuela de bioanálisis de la Universidad de Carabobo Sede Aragua, Venezuela.
- Buzzetti, M. (2005). Validación del Maslach Burnout Inventory (MBI), en dirigentes del Colegio de Profesores A.G. de Chile.
- Carlin, Maicon. (2014). El Síndrome de Burnout: Comprensión del pasado, análisis del presente y perspectiva de futuro. Wanceulen editorial deportiva, S. L. España. 1905-1910.
- Diéguez, X., Sarmiento, D. & Calderón, P. (2006). Presencia del síndrome de Burnout en los profesores de la escuela internacional de educación física y deporte de Cuba. Recuperado el 09 de agosto de 2019, del sitio Web Ilustrados. <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEVpZu-VkkkjDKrQmZJ.php>.
- Gil-Monte, P. R. & Peiró, J. M. (1999). Validez factorial del Maslach Burnout Inventory en una muestra multiocupacional. *Psicothema*, 11 (3), 679-689.
- Gil-Monte, P. R. (2002b). Validez factorial de la adaptación al español del Maslach Burnout Inventory-General Survey. *Salud Pública de México*, 44, 33-40.
- Gil-Monte, P. R. (2003). El síndrome de quemarse por el trabajo (Síndrome de Burnout) en profesionales de enfermería. *Revista Eletrônica InterAção Psy*, 1, 19-33.
- Gil-Monte, P. R. (2005). El síndrome de quemarse por el trabajo (Burnout): una enfermedad laboral en la sociedad del bienestar. Madrid, España: Pirámide.
- Moriana, J. A. & Herruzo, J. (2004). Estrés y burnout en profesores. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 4, 597-621.
- Rosales Ricardo Yury, Cobos Valdés Dailín (2011). Diagnóstico del Síndrome de Burnout en trabajadores del Centro de Inmunología y Biopreparados. Madrid, España.

MODELO DE REINGENIERIA DE PROCESOS PARA TRÁMITES Y SERVICIOS EN UN CENTRO ADMINISTRATIVO GUBERNAMENTAL REGIONAL.

FRANCISCA ANDREA SALUD CHICATTI¹ MAYTE PULIDO CRUZ²

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad analizar la eficiencia en la aplicación de un modelo de reingeniería de procesos en la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Estado de Oaxaca para ofrecer mejores servicios públicos a la ciudadanía mediante la optimización de espacios y la gestión del tiempo en cada trámite. Es una investigación cualitativa, se lleva a cabo mediante la selección y compilación de información gubernamental sobre el análisis de un programa piloto llevado a cabo en la Ciudad de Oaxaca inicialmente considerando solo trámites vehiculares y cuyos resultados permitieron mejorar la forma de organización del trabajo en la Administración Pública Estatal, creando un espacio de comunicación transparente con la ciudadanía, evitando actos de corrupción y la eficiencia en el uso de los recursos humanos.

Palabras clave: Gestión de calidad, reingeniería de procesos, mejora continua.

ABSTRACT.

The purpose of this research is to analyze the efficiency in the application of a process reengineering model in the Secretary of Finance of the Government of the State of Oaxaca to offer better public services to citizens through the optimization of spaces and time management in each Procedure. It is a qualitative investigation, it is carried out through the selection and compilation of government information on the analysis of a pilot program carried out in the City of Oaxaca initially considering only vehicular procedures and whose results allowed to improve the way of organizing work in the State Public Administration,

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. chicatti_75@live.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. mayte_pulido@hotmail.com

creating a space for transparent communication with citizens, avoiding acts of corruption and efficiency in the use of human resources.

Keywords: *Quality management, process reengineering, continuous improvement.*

INTRODUCCIÓN

Como parte de los ejes rectores que se establecen en el Plan de Desarrollo del estado de Oaxaca 2016-2022, se encuentra: *OAXACA MODERNO Y TRANSPARENTE; que busca tener un estado fuerte, honesto, de principios y valores, cohesionado y competitivo.* (SEFIN, Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, 2016)

La secretaría de Finanzas inicia un proceso de modernización administrativa en el 2018 con el MODULO DE EMPLACAMIENTO, que consiste en un centro de atención en el cual se unen tres oficinas gubernamentales y dos bancos comerciales con los que tiene convenio la Secretaría de Finanzas.

Oficinas:

Centro de atención al Contribuyente Módulo Oaxaca de la Secretaría de Finanzas.

Oficina de Trámites Vehiculares de la Secretaría de Movilidad y Transporte

Tránsito del Estado.

Módulos bancarios:

Banamex

Banorte

Esta medida redujo en un 80% el tiempo de respuesta del trámite de emplacamiento que en condiciones regulares se llevaba aproximadamente 2:30 horas.

Por esta razón y en respuesta a la invitación de la Secretaría de Finanzas, las dependencias aceptaron crear un Centro Administrativo de Servicios Regionales en la Cuenca del Papaloapan. Esto con el objeto de lograr el mismo resultado que se obtuvo en la capital del Estado.

METODOLOGÍA

En el marco del eje rector Oaxaca Moderno y Transparente se incluye la modernización administrativa en los trámites referentes al cobro de IMPUESTOS Y DERECHOS de

acuerdo a lo establecido en la Política Fiscal del Estado los primeros y a la Ley Estatal de Derechos los segundos.

En materia de impuestos:

De conformidad con lo previsto en la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca a la Secretaría de Finanzas, le corresponde el despacho de los asuntos contenidos en el artículo 45 de la misma, que se contienen en las siguientes Políticas de Gobierno:

Política Fiscal: Conjunto de instrumentos y medidas que toma el Estado con el objeto de recaudar los ingresos necesarios para realizar las funciones que le ayuden a cumplir los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo.

Las áreas administrativas competentes para la atención de la política fiscal, son:

Dirección de Ingresos;

Dirección de Auditoría e Inspección Fiscal;

Procuraduría Fiscal, y

El órgano desconcentrado Instituto Catastral del Estado de Oaxaca.

(MarcadorDePosición2)

En materia de Derechos se tomarán en cuenta los siguientes:

Sección Primera

Registro Civil

Artículo 24. Por los servicios que, en materia de registro civil, se presten a los contribuyentes.

Sección Segunda

Registro Público de la Propiedad y del Comercio

Artículo 25. Los contribuyentes que soliciten los servicios

Sección Tercera

Del Ejercicio Notarial

Artículo 27. Por los servicios que preste la Dirección General de Notarías, se causarán derechos que se pagarán

Sección Cuarta

Publicaciones

Artículo 28. Por los servicios de publicación que se presten en el Periódico Oficial del Estado, se pagará el derecho de publicaciones

Capítulo Tercero

Por los servicios que presta la Secretaría de Seguridad Pública

Artículo 33. Se causarán y pagarán derechos

Sección Primera

De la Dirección General de Tránsito

Artículo 35. Por la expedición de constancias, se causarán y pagarán derechos

Sección Segunda

Del Control vehicular

(Adición según Decreto No. 1386 PPOE Quinta Sección de fecha 15/12/2012)

Artículo 39. Los derechos por servicios de control vehicular se causarán y pagarán

Artículo 53. Las personas físicas y morales a las que se les otorgue concesión para proporcionar el servicio de verificación de vehículos, causarán y pagarán derechos

Capítulo Octavo Bis

Por los Servicios que presta la Secretaría de Finanzas

(Adición según Decreto No. 880 PPOE Quinta Sección de fecha 27-12-2014)

Sección Primera De las Constancias

(Reforma según Decreto No. 880 PPOE Quinta Sección de fecha 27-12-2014)

Artículo 67. Las personas físicas, morales o unidades económicas que soliciten servicios a cargo de la Secretaría de Finanzas, causarán y pagarán derechos

(SEFIN, Ley Estatal de Derechos, 2011)

Cada uno de estos trámites se realiza en las siguientes Oficinas:

Centro Integral de Atención al Contribuyente en San Juan Bautista Tuxtepec.

Delegación de la Secretaría de Movilidad y Transporte en Tuxtepec.

1ª Oficialía del Registro Civil en Tuxtepec.

2ª Oficialía del Registro Civil en Tuxtepec.

Delegación del Instituto Catastral del Estado de Oaxaca en Tuxtepec.

Delegación del Instituto de la Función Registral del Estado de Oaxaca en Tuxtepec.

Delegación de Tránsito del Estado en Tuxtepec.

Estas oficinas se encuentran ubicadas en diferentes domicilios, por lo que el tiempo de realización de cada trámite es tardío y ocasiona molestia a los Contribuyentes.

Uno de los ingresos que generan mayor número de trámites en una oficina recaudadora son los impuestos y derechos vehiculares. Es por ello que la investigación para este proyecto se centra en este Servicio.

El estado de Oaxaca tiene un padrón vehicular de 613 mil 921 vehículos, que incluye: automóviles, camiones, camionetas, motocicletas y ómnibus-autobús. (Noticias, 2019)

Este proyecto inició con una investigación de campo en la cual se entrevistaron a personal que labora en estas dependencias determinando el tiempo que los usuarios del servicio les lleva el realizar algún trámite. Por ejemplo, para el trámite de emplacamiento de un vehículo particular es el siguiente:

ACTIVIDAD	OFICINA	TIEMPO DE RESPUESTA
Solicita turno para revisión de documentos	Delegación de SEMOVI en Tuxtepec	40 mins
Presenta documentos solicitados completos	Delegación de SEMOVI en Tuxtepec	20 mins
Entrega de línea de captura para ir a pagar al banco	Delegación de SEMOVI en Tuxtepec	5 mins
Pago de línea de captura	Banco comercial (el más cerca de la Oficina es Santander)	40 mins
Solicita turno para recoger placas y tarjetas	Delegación de SEMOVI en Tuxtepec	30 mins
Entrega de placas y tarjetas	Delegación de SEMOVI en Tuxtepec	10 mins
TIEMPO TOTAL DEL TRAMITE EN UN DIA NORMAL SIN CONTINGENCIAS		145 MINUTOS

Con el Modelo De Reingeniería de Procesos para Trámites y Servicios en un Centro Administrativo Gubernamental Regional, se pretende ubicar en un solo domicilio a las oficinas involucradas en estos procesos.

RESULTADOS

En una visita al Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca, se midieron los tiempos de respuesta a este trámite, quedando de la siguiente manera:

ACTIVIDAD	OFICINA	TIEMPO DE RESPUESTA
Solicita turno para revisión de documentos	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
Presenta documentos solicitados completos	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
Entrega de línea de captura para ir a pagar al banco	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
Pago de línea de captura	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
Solicita turno para recoger placas y tarjetas	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
Entrega de placas y tarjetas	Módulo de emplacamiento de la ciudad de Oaxaca	5 mins
TIEMPO TOTAL DEL TRAMITE		30 MINUTOS

Esta información nos muestra que al ubicar todas las oficinas en un centro administrativo obtenemos los siguientes beneficios:

Disminución del tiempo de espera en cada gestión

Disminución en gastos por traslados entre oficinas

Brindar un servicio ágil, moderno y eficiente.

Mejoramiento de imagen Institucional

Los trámites a realizar son:

Licencias, Emplacamiento, Reemplacamiento, Concesiones, trámites en Oficialías del Registro Civil: Registro de Nacimientos, Aclaración de acta, Anotación marginal, Matrimonios y demás derechos; Trámites de Registro Público de la Propiedad, Catastrales, de Tránsito del Estado, además de los cobros de impuestos que se realizan en el centro Integral de Atención al Contribuyente.

CONCLUSIONES

Oaxaca necesita modernizar la Administración Pública Estatal, innovando sus estructuras y funciones con un enfoque estratégico orientado al logro de resultados; utilizando las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (tic's) para eficientar sus procesos y servicios; actualizando el marco legal para que coadyuve a la obtención de los objetivos estratégicos de su Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022; con una efectiva coordinación entre las distintas Dependencias e Instancias de Gobierno que genere

sinergias y favorezca la toma de decisiones inteligentes y la acción de gobierno ordenada. (SEFIN, Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, 2016)

Este proceso crea un Gobierno moderno al servicio de la ciudadanía que busca reunir a 7 dependencias en un solo espacio; las cuales ofrecerán a los ciudadanos a realizar gestiones administrativas, atender obligaciones fiscales y tramitar derechos en un solo espacio físico.

Esta estrategia beneficiará a 12 municipios del Distrito Fiscal de San Juan Bautista Tuxtepec.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Noticias, N. (2019). Crece Padrón Vehicular de Oaxaca. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de Crece 15 mil unidades padrón vehicular de Oaxaca: <https://www.nvinoticias.com/nota/115842/crece-15-mil-unidades-padron-vehicular-de-oaxaca>
- SEFIN. (2011). Ley Estatal de Derechos. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/asistencia/leyes_fiscales/VIGENTES/pdf/LEY_ESTATAL_DE_DERECHOS.pdf
- SEFIN. (2016). Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de https://www.finanzasoaxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Desarrollo_2016-2022.pdf

DIAGRAMAS DE FLUJO: FACTURACION, REEMBOLSO DE GASTOS Y APERTURA DE TIENDA.

CELSO DUBLAN VASQUEZ¹ MAYTE PULIDO CRUZ²

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad realizar el análisis de trámites para facturación, reembolso de gastos y apertura de tiendas en la empresa Diconsa S.A. de C.V. mediante diagramas de flujo explicando cada secuencia enfocado a la mejora continua. En esta empresa paraestatal se realizan funciones auditadas por el órgano interno de control de Diconsa S.A. de C.V. así como de la secretaria de la función pública, motivo por el cual cada actividad debe estar apegada estrictamente a la normatividad vigente. En caso de no realizar la actividad apegada al manual se fincan responsabilidades con la sanción correspondiente constituyendo un delito federal, por lo anterior resulta imprescindible conocer perfectamente la secuencia de pasos en las funciones clave de la misma incrementando la productividad y operatividad. Apegarse a los protocolos evitará que los trabajadores incurran en actos de negligencia.

Palabras clave: Diagrama de flujo, manual de supervisor, mejora continua.

ABSTRACT.

The purpose of this research is to carry out the analysis of procedures for billing, reimbursement of expenses and opening of stores in the company Diconsa S.A. from C.V. through flowcharts explaining each sequence focused on continuous improvement. In this parastatal company, audits are performed by the internal control body of Diconsa S.A. from C.V. as well as the secretary of the public service, which is why each activity must be strictly attached to current regulations. In case of not carrying out the activity attached to the supervisor's manual, responsibilities are fined with the corresponding sanction

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. zublmedc@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec. mayte_pulido@hotmail.com

constituting a federal crime, therefore it is essential to know perfectly the sequence of steps in the key functions of the same, increasing productivity and operability. Sticking to the protocols will prevent workers from incurring acts of negligence.

Keywords: *Diagnosis, Maslach burnout, public sector*

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se desea mostrar los pasos a seguir para la generación de apertura de tienda comunitaria Diconsa a través de un diagrama de flujo. Esto con el fin de simplificar la información y hacer más eficiente los procesos, así como su adecuada comprensión.

Diconsa es un instrumento de la política del Gobierno de la República para la lucha contra la pobreza a través del abasto social. Es una empresa pública, obligada a trasladar el mayor beneficio a los consumidores, aplicando sus recursos con la máxima eficiencia, esto es, con el mínimo costo posible.

Los Objetivos de Diconsa son:

Garantizar el abasto de productos básicos y complementarios no perecederos con oportunidad, suficiencia, calidad y a precios competitivos, para satisfacer la demanda de la población rural marginada con su participación organizada y corresponsable.

Ampliar la cobertura de tiendas en la medida en que persistan problemas de competencia en los mercados rurales de las localidades objetivo y particularmente en aquellos lugares en donde no exista presencia alguna de oferta de productos.

Participar en la regulación del mercado de productos básicos.

Apoyar a otros sectores de la población a través de programas especiales y ventas directas.

Apoyar las actividades de comercialización de granos básicos.

El Almacén Rural de Diconsa es la unidad operativa, administrativa y financiera que destina sus recursos al abastecimiento de productos a las comunidades que se ubican en su poligonal de servicio, para cumplir con los objetivos de Diconsa y contribuir al desarrollo regional.

El Almacén Rural opera el Programa de Abasto Rural y aquéllos que se determinen en el área geográfica delimitada por su poligonal de servicio, de acuerdo con las siguientes políticas:

Identificar la demanda de productos que refleje los hábitos de consumo y las preferencias de marcas y variedades de las comunidades que atiende a través de las tiendas.

Determinar el volumen y la variedad de artículos que se requieren para satisfacer las necesidades de abasto de la población beneficiada.

Integrar y administrar el inventario de productos.

Organizar y realizar la distribución de productos a tiendas con la mayor oportunidad.

Efectuar el monitoreo de precios de los productos más demandados por las comunidades atendidas en la zona de influencia del almacén

El Almacén Rural establece y mantiene con las comunidades atendidas, una relación de corresponsabilidad para operar el Programa de Abasto Rural. A través del personal del Almacén Rural, se difunden y aplican hacia las comunidades las políticas, que, en materia de abasto, emite el Gobierno Federal. (Manual Único de Almacén rural, 2000,p. 3)

Diconsa cuenta con más de 27,000 tiendas en todo el país donde se venden productos de la canasta básica además de artículos de higiene, a precio preferencial. Las tiendas de Diconsa abastecen a comunidades de difícil acceso en todo el país. El Programa de Abasto Rural de Diconsa contribuye a la alimentación de las localidades de alta o muy alta marginación facilitando el acceso físico y económico a productos alimenticios de calidad a través de sus 27,000 tiendas fijas y 300 móviles. (DICONSA, 2018)

Los requisitos para establecer una tienda en una comunidad rural de alta marginación son:

Interés en la comunidad en contar con una tienda Diconsa y que los solicitantes estén de acuerdo en aportar el local y el mobiliario.

Llenar el formato de Solicitud de Apertura de Tienda avalada por la firma de al menos 15 jefes de familia.

Entregar la solicitud al personal de Diconsa en la sucursal, unidad operativa o almacén que prefieran.

Diconsa dará respuesta a la solicitud en un plazo no mayor de 45 días naturales a partir de haber recibido la solicitud de apertura de Tienda.

Diagrama De Flujo Para Aperturar Una Tienda Diconsa

A continuación, se muestra el procedimiento a seguir para la apertura de una tienda Diconsa a través del diagrama de flujo. (DICONSA, 2019)

Cuando la tienda se abre a partir de la promoción del supervisor operativo, el procedimiento inicia en el paso 1.

Cuando la tienda se abre a partir de la solicitud de una comunidad, el procedimiento inicia en el paso número 6.

Las claves para identificar al personal que participa en el proceso se muestra en el siguiente cuadro:

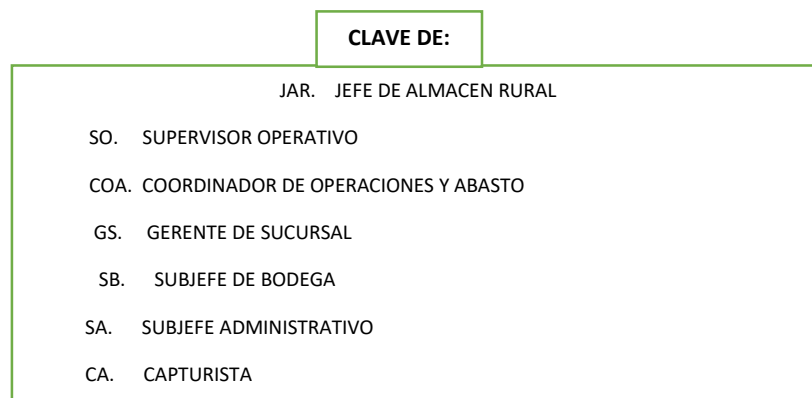


Figura 1Elaborado por el autor

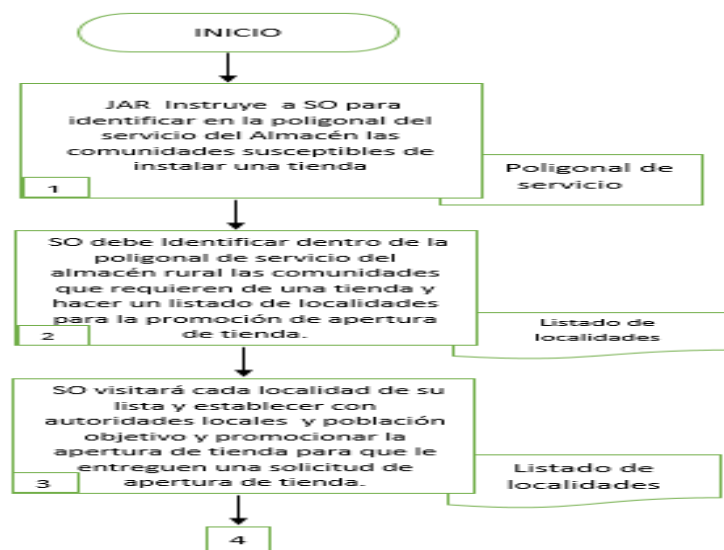


Figura 2 Elaborado por el autor

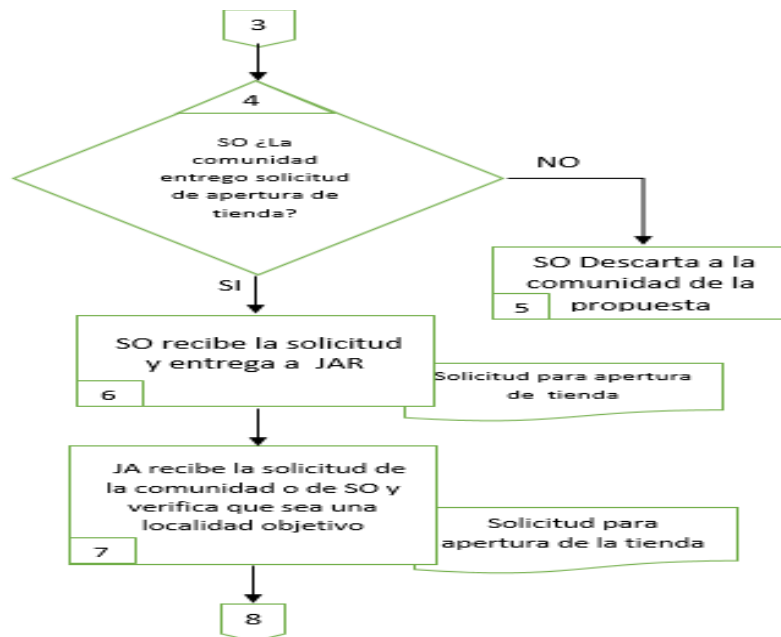


Figura 3 Elaborado por el autor

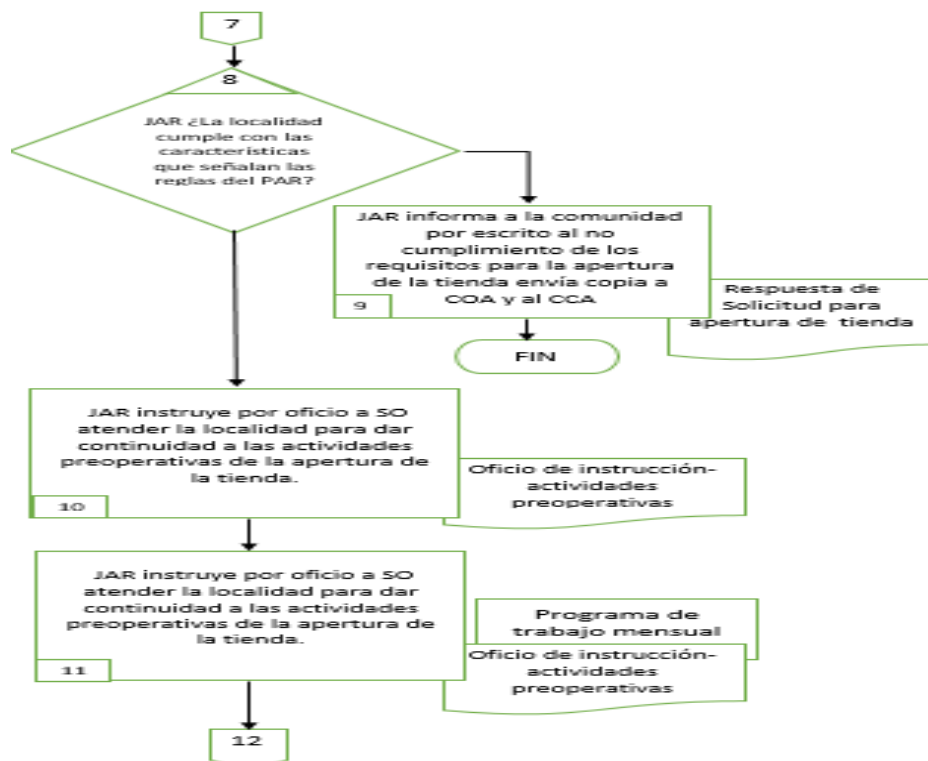


Figura 4 Elaborado por el autor

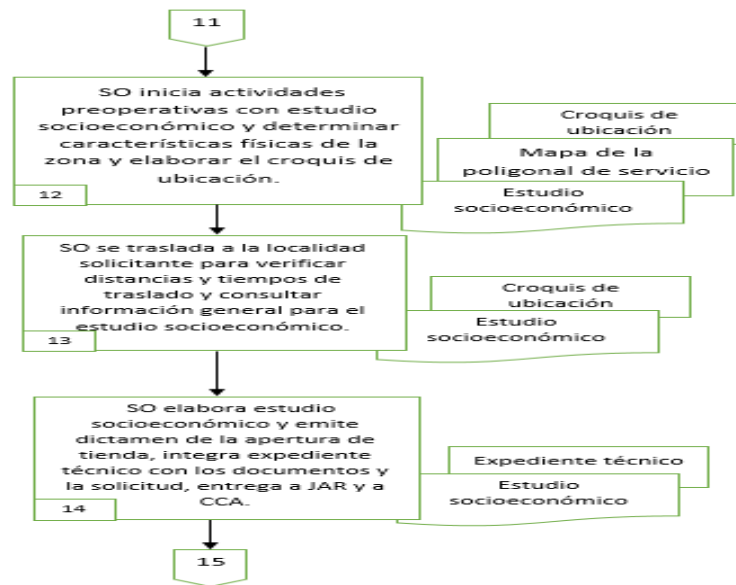


Figura 5 Elaborado por el autor

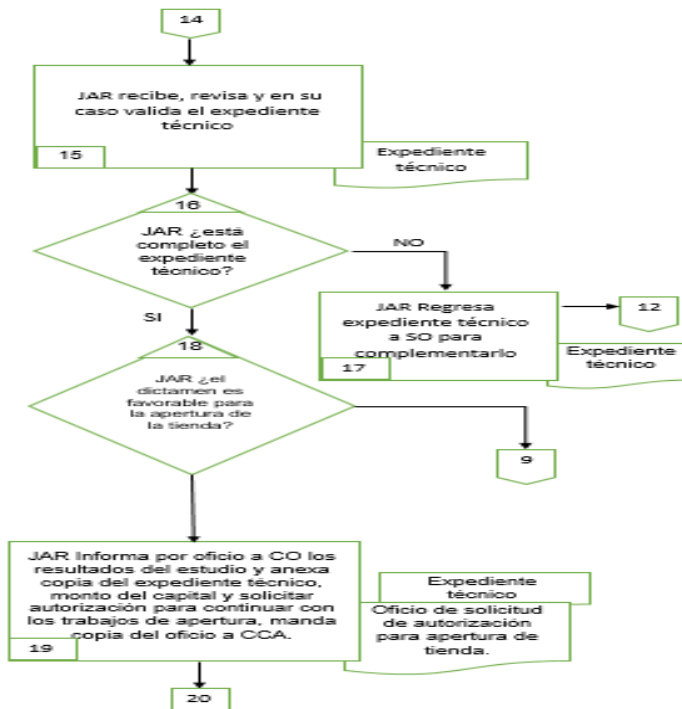


Figura 6 Elaborado por el autor

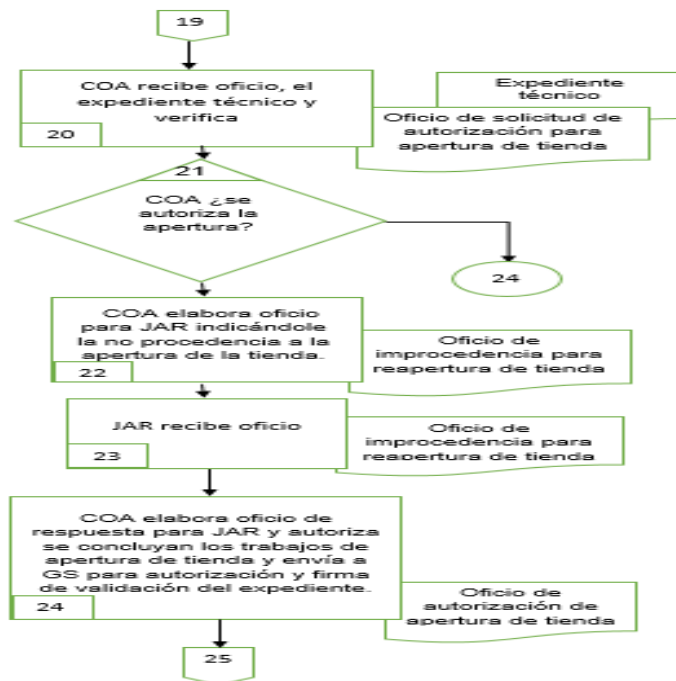


Figura 7 Elaborado por el autor

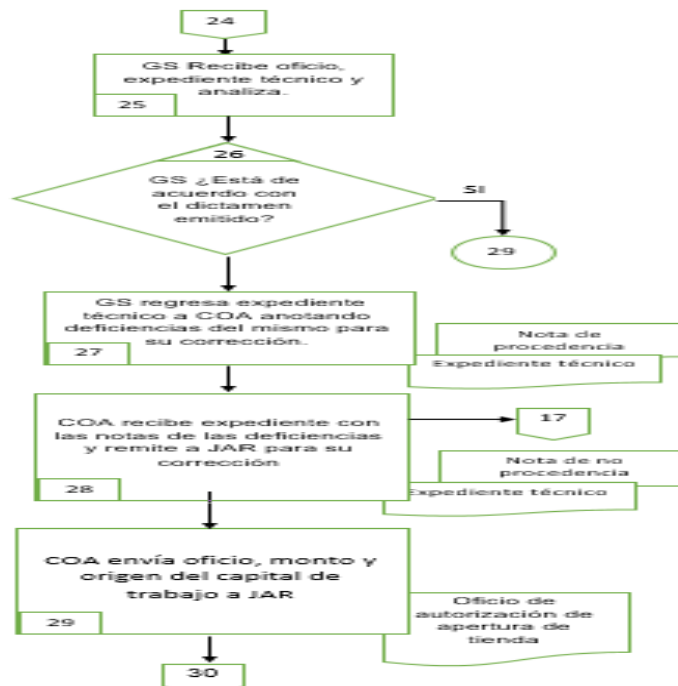


Figura 8 Elaborado por el autor

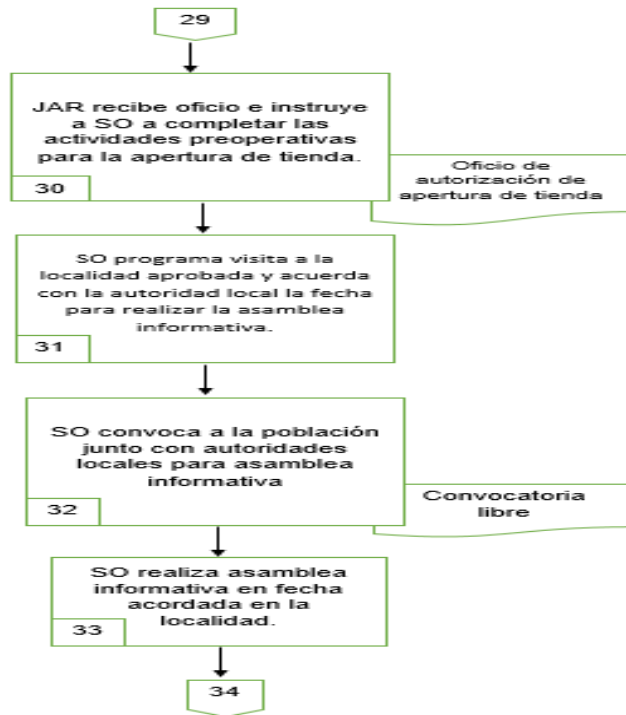


Figura 9 Elaborado por el autor

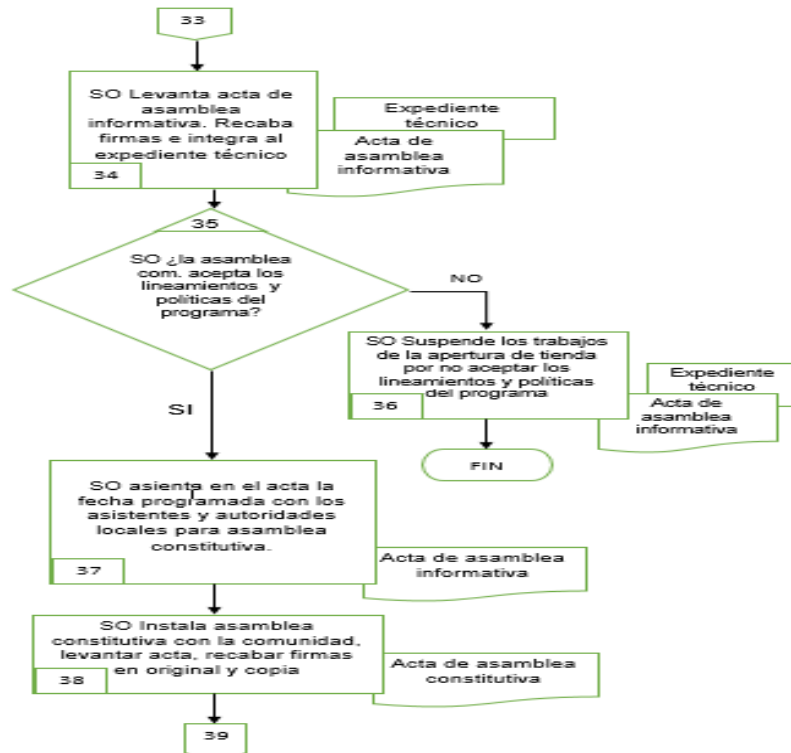


Figura 10 Elaborado por el autor

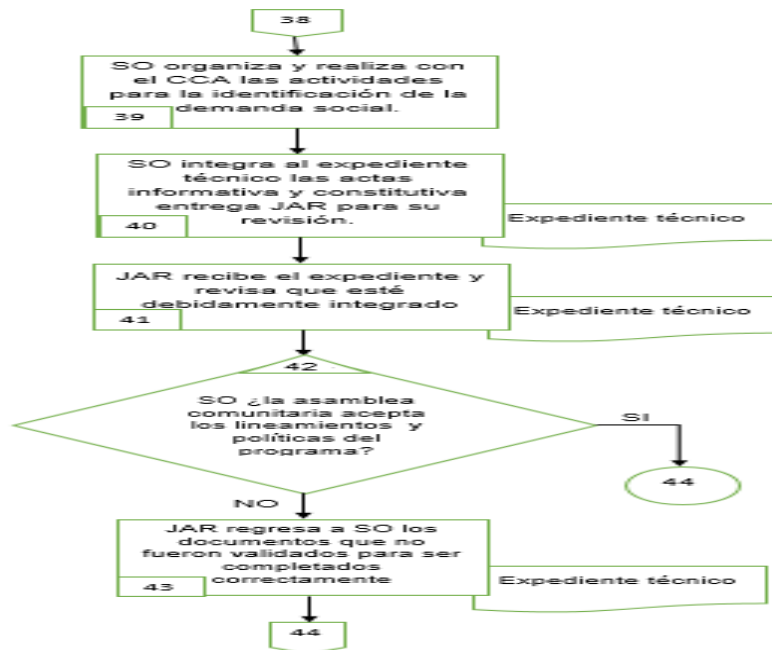


Figura 11 Elaborado por el autor

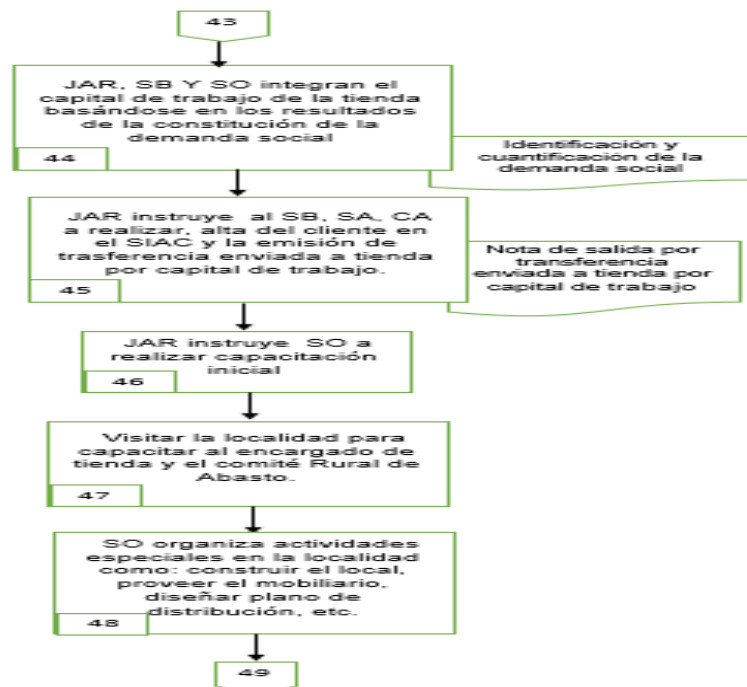


Figura 12 Elaborado por el autor

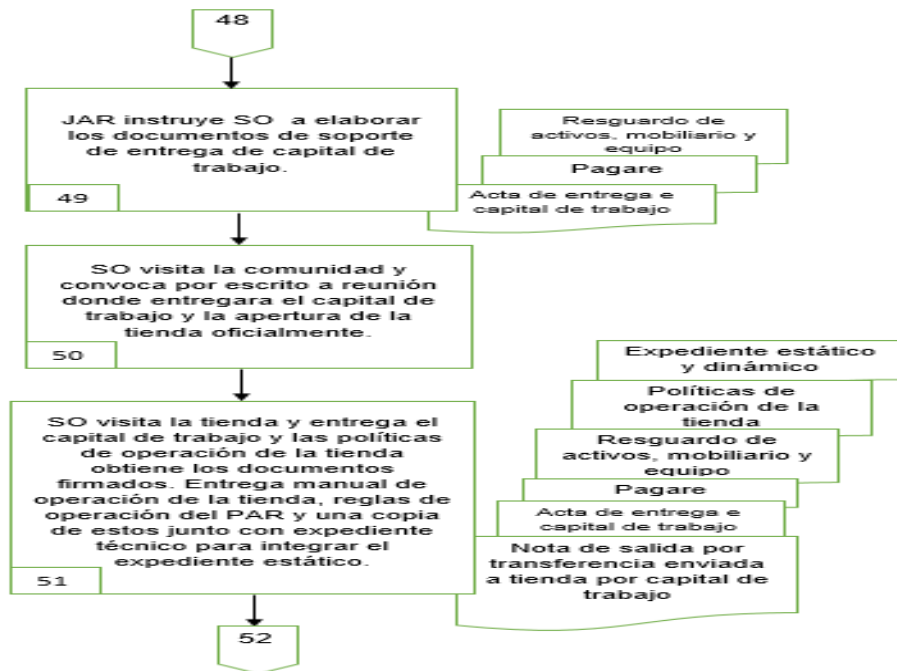
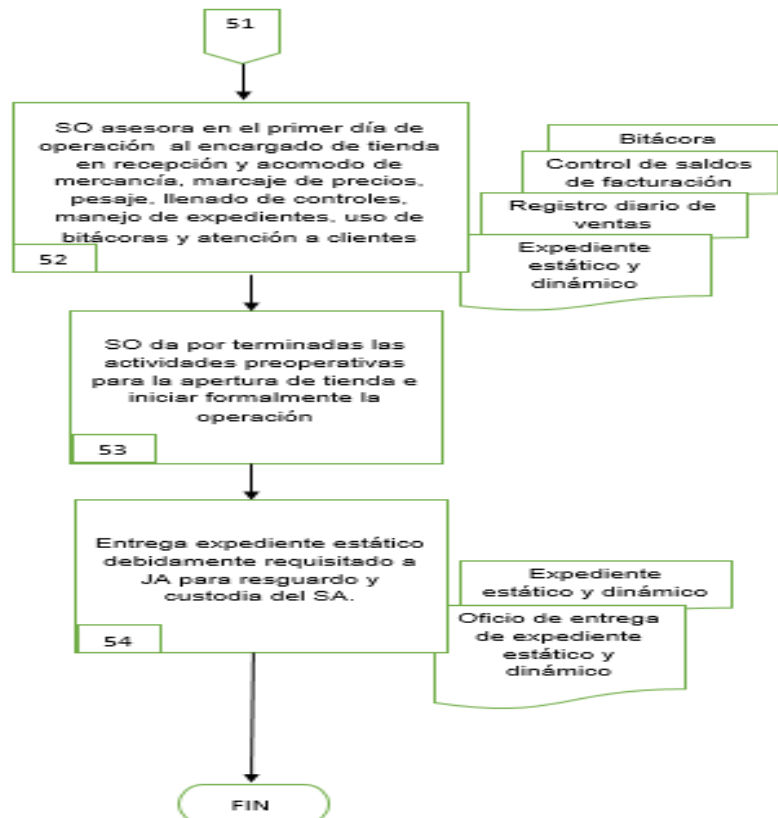


Figura 13 Elaborado por el autor



CONCLUSIONES

El proceso de apertura de una tienda Diconsa representado a través de un diagrama de flujo nos ayuda a identificar los procedimientos utilizados paso a paso, así como distinguir cada parte del proceso; el utilizar el diagrama de flujo nos permite tener un mejor control de las actividades que realiza el personal operativo de los almacenes rurales. esto nos ayudará a eficientar los procesos operativos y administrativos, así como de contar con elementos sólidos en los análisis para la apertura de las tiendas evitando caer en errores a la hora de seleccionar las comunidades objetivas para el manejo de tiendas de Diconsa. Utilizando el diagrama de flujo se logra una mejora en las áreas donde existen deficiencias, esto se verá reflejado en una óptima administración y distribución del tiempo en cada uno de los procedimientos utilizados.

El objetivo principal es lograr que el personal que participa en cada parte del proceso realice su trabajo de la mejor manera posible y así estar en sintonía con la normatividad vigente, evitando sanciones administrativas y observaciones por parte del órgano interno de control de Diconsa S.A. de C.V.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DICONSA. (2018). Acciones y programas. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de <https://www.gob.mx/diconsa>

DICONSA. (2019). Reglas de operación 2019. Recuperado el 5 de 10 de 2019, de https://www.gob.mx/diconsa/documentos/reglas-de-operacion_2019?idiom=es

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN EN SIMIO PARA PROPONER MEJORAS EN LOS PROCESOS DE ATENCIÓN EN EL ÁREA DE URGENCIAS DE UN HOSPITAL PÚBLICO.

LILIANA FUENTES ROSAS¹, ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA², CONSTANTINO GERARDO MORAS SÁNCHEZ³,
LUIS ANTONIO CALDERÓN PALOMARES⁴, MIGUEL ÁNGEL SOLÍS JIMÉNEZ⁵

RESUMEN

En esta investigación se ha evaluado la situación actual del área de urgencias en un hospital público del Estado de Veracruz, México. Se utilizó el software SIMIO para realizar simulaciones discretas, con el objetivo de obtener una base validada para probar escenarios que permitan reducir el tiempo total de permanencia del paciente en el área antes de que sea dado de alta o admitido en el hospital. Se construyó, con un 95% de confianza, un modelo de simulación donde se identificaron varios tipos de pacientes, dependiendo al área a donde se canalizaron después de la evaluación triage. En algunos casos se requirieron análisis de laboratorio. Para la construcción del modelo se siguió la metodología propuesta por Law y Kelton.

Palabras clave: Simulación, SIMIO, modelo.

ABSTRACT

In this investigation the current situation of the emergency department in a public hospital of the State of Veracruz, Mexico has been evaluated. The SIMIO software was used to perform discrete simulations, with the aim of obtaining a validated basis to test scenarios that allow reducing the total time spent by the patient in the area before being discharged or admitted to the hospital. A simulation model was constructed with 95% confidence, where several types of patients were identified, depending on the area where they were

1 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Liliana.fuentes@tstb.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. AnibalgLopezc@outlook.es

3 Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba. t_moras@yahoo.com

4 Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. luiscp@netscape.net

5 Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico Superior de Huatusco. MAsolisJ@hotmail.com

channeled after the triage evaluation. In some cases, laboratory tests were required. The methodology proposed by Law and Kelton was followed for the construction of the model.

Keywords: *Simulación, SIMIO, modelo.*

INTRODUCCIÓN

La simulación es una forma de estudiar los procesos aleatorios, los cuales se encuentran prácticamente en todas las operaciones de sistemas de producción y de servicio (García, García y Cárdenas, 2013); es una poderosa herramienta de ingeniería industrial que involucra el desarrollo del modelo del sistema y la experimentación para determinar cómo reacciona el sistema ante diversas condiciones. La simulación moderna maneja situaciones que describen el contexto y además es un experimento estadístico y en consecuencia sus resultados se deben interpretar de esta manera (Mejía y Galofre, 2008).

Los administradores suelen confiar más en modelos que simulen la realidad contruidos a partir de parámetros y formulas fácilmente identificables dentro del sistema real, que en modelos matemáticos que, con toda seguridad, pueden ofrecer la misma o mejor calidad en las conclusiones, pero que resultan más complicados de entender y necesitan de un conocimiento previo en la materia (Taha, Meza y González, 2004).

Para la construcción de modelos de simulación es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos: a) Comprender y documentar en forma detallada el comportamiento del proceso que se simula; b) Identificar las variables que interfieren en el proceso; c) Probar la factibilidad del sistema propuesto.

Aunque la realización de un modelo de simulación no es un proceso fácil, dentro de las ventajas que ofrece están: a) Predicción del comportamiento futuro en el sistema por los efectos producidos sin incurrir en ningún costo; b) Proporciona a los empleados y directivos orientación acerca de los nuevos sistemas propuestos.

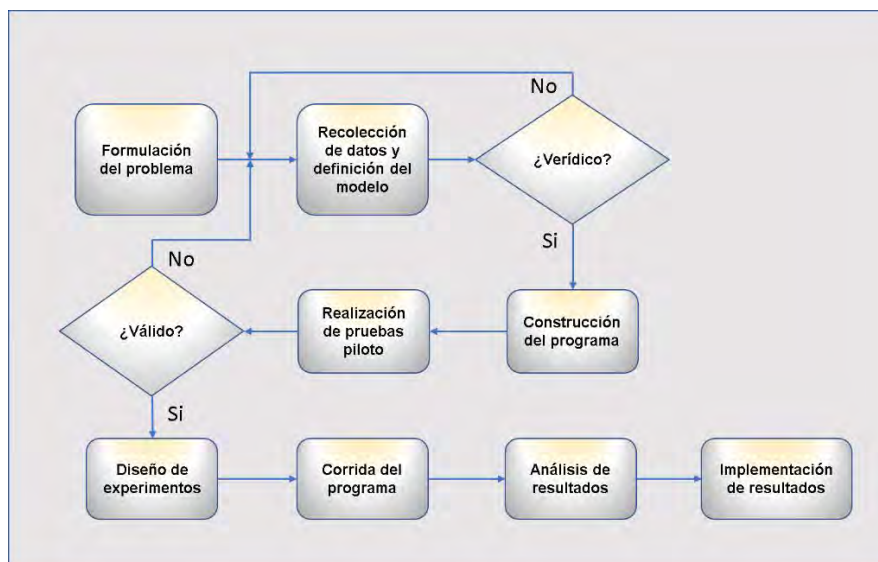
La atención en los servicios de un hospital es un desafío para los administradores, pues es inevitable, en algunos casos, las líneas de espera. Dentro de las estrategias de servicio están las de procurar que el cliente espere lo menos por su producto, y que el tiempo que espera trascurra de tal modo que no provoque malestar (Fuentes, López y

Tobón, 2018). Cuando la cola está formada por personas que esperan un servicio, el problema tiene aspectos psicológicos además de los económicos, que son bastante más difíciles de cuantificar (De La Fuente y Pino, 2001).

METODOLOGÍA

Para el análisis del sistema bajo estudio se siguió la metodología propuesta por Law y Kelton (2007), cuyos pasos se muestran en la figura 1.

Figura 1. Metodología de Law y Kelton (2007) para un estudio de simulación



Formulación del problema

El objetivo del presente trabajo fue documentar y formalizar las actividades de los servicios proporcionados por el área de urgencias para que se otorguen con la calidad requerida, además de que pueda servir para efectos de orientar, capacitar, informar a todo el personal que por sus funciones guarde relación con el servicio de urgencias.

Recolección de datos y definición del modelo

El proceso de atención en el área de urgencias obedece al procedimiento mostrado en la tabla 1.

Tabla 1. Procedimiento de actividades en el área de urgencias del hospital

Responsable	Descripción de actividades
Personal de Admisión de Urgencias	Recibe al paciente o familiar del paciente, anota datos personales del paciente y hora de ingreso. Verifica que el paciente cuente con expediente clínico Procede Si: revisa el carnet, solicita expediente clínico, lo entrega al médico adscrito a Urgencias e indica al familiar o responsable legal del paciente el trámite para el pago de la consulta de urgencia. No: indica al familiar o responsable legal del paciente el trámite para el pago de consulta de urgencia
Área de Urgencias (Médico adscrito residente)	Solicita el ingreso del paciente al consultorio o sala de observación, acompañado de un familiar, realiza valoración clínica (realiza somatometría específica de urgencias simultáneamente) y procede al llenado de la Hoja Triage para la selección de pacientes que deben ser atendidos en urgencias Hoja Triage ¿El paciente es diferente a Nivel I? No: realiza ingreso a sala de choque, sala de emergencias para cirugía o control de daños o procedimiento de ingreso a observación de urgencias. TERMINA PROCEDIMIENTO. Si: continúa la valoración inicial del paciente, Asigna otro nivel ¿Es nivel de atención II o III? No: asigna nivel IV Refiere al paciente a la consulta externa. Elabora plan terapéutico y se envía a primer nivel de atención o consulta externa para el procedimiento y TERMINA PROCEDIMIENTO. Si: envía al paciente al área de admisión de urgencias con la hoja de atención. Realiza procedimiento de ingreso a observación de urgencias. TERMINA PROCEDIMIENTO.
Área de choque (Médico adscrito residente)	Recibe al paciente grave o inestable junto con formato de consulta de urgencia. Hoja de referencia. Se da atención al paciente con la participación de equipo médico multidisciplinario. TERMINA PROCEDIMIENTO
Área de observación de Urgencias (Médico adscrito residente)	Recibe al paciente
Personal de Admisión de Urgencias	Recibe comprobante de pago y coloca la hoja de atención médica en la papelera de acuerdo al nivel de atención. Envía al paciente a la sala de espera de la consulta de urgencias. TERMINA PROCEDIMIENTO

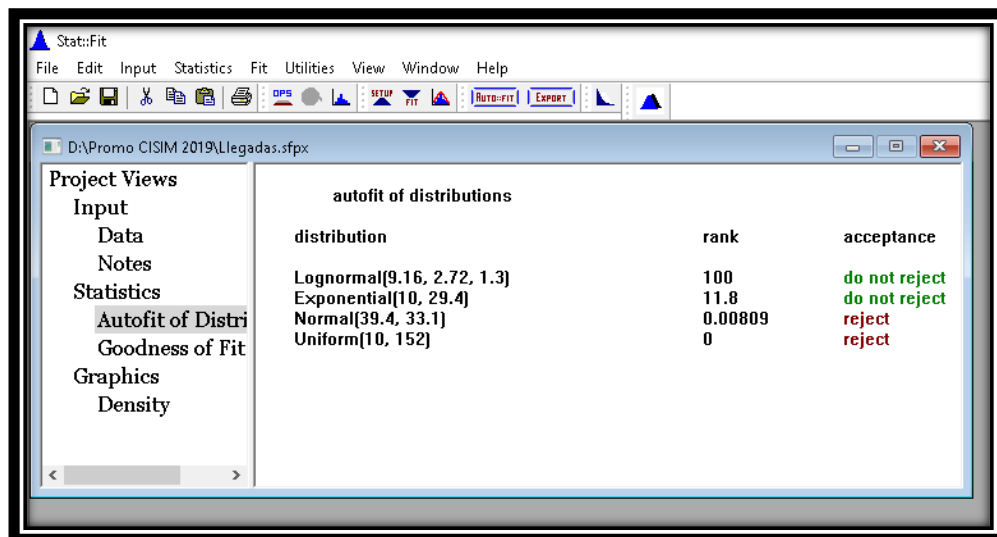
Las variables de entrada y salidas del sistema, se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Relación de variables del sistema

Variables de entrada	Variables de salida
Tiempo entre llegadas de pacientes al área de urgencias	Porcentaje promedio de pacientes graves o inestables (canalizados a área de choque)
Tiempo de registro del paciente	Porcentaje promedio de pacientes no graves pero urgentes
Tiempo de atención en valoración (área de urgencias)	Porcentaje promedio de pacientes canalizados a área de observación de urgencias
Tiempo en sala de espera	Porcentaje promedio de paciente canalizados a consulta externa
	Tiempo promedio de servicio

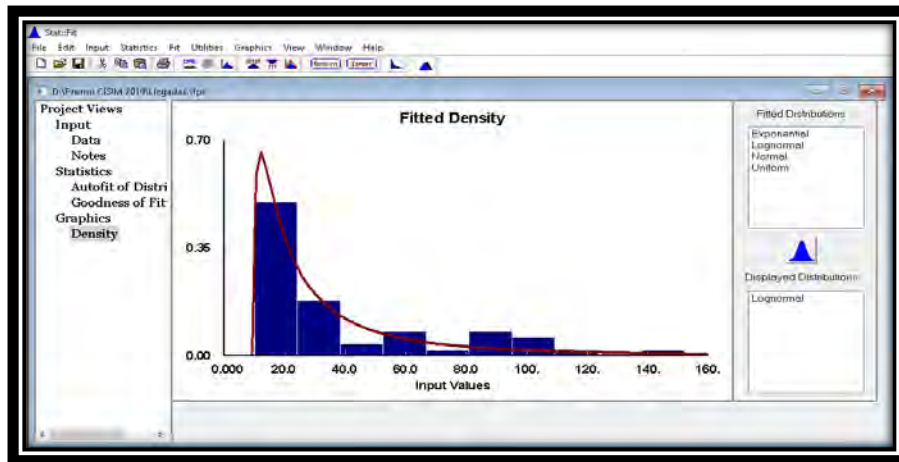
Una vez identificadas las variables de entrada, se procedió a la recolección de las mismas, para ello se diseñó un instrumento de recolección. Después de la recolección de datos de cada una de las variables, se procedió a la realización de las pruebas de bondad de ajuste. Para tal fin se utilizó el Software de Stat::Fit®. La figura 2, muestra los resultados obtenidos de la variable “tiempo entre llegadas” que corresponde a la frecuencia con que los pacientes llegan al área de urgencias.

Figura 2. Ajuste de la variable tiempo entre llegadas



Como se observa en la figura, el ajuste fue perfecto, esto se comprueba con un Rank correspondiente al 100. El histograma de la misma variable se muestra en la figura 3, en donde se observa que la curva de la distribución muestra un ajuste perfecto con los datos. Las pruebas realizadas para este ajuste fueron la Anderson Darling y la Kolmogorov Smirnov.

Figura 3. Histograma de la variable tiempo entre llegadas



Verificación del modelo y construcción del programa

El jefe de urgencias verificó el sistema al dar el visto bueno al procedimiento de atención. La tabla 3, ilustra los elementos de simio que se utilizaron para la construcción del modelo.

Tabla 3. Elementos de simio utilizados en la construcción del modelo

Elemento del sistema	Elemento en SIMIO®
Llegada del paciente	Source
Ventanilla de urgencias	Server
Sala de espera	Server
Área de triage	Server
Consultorio	Server
Salida del paciente	Sink
Pasillos	Paths

Con la información obtenida del tratamiento estadístico de los datos, se procedió a la construcción del modelo en el software SIMIO®. Dicho simulador tiene una capacidad para realizar modelos con una animación muy realista en 3D.

Las siguientes figuras 4, 5 y 6 ilustran vistas del modelo de simulación.

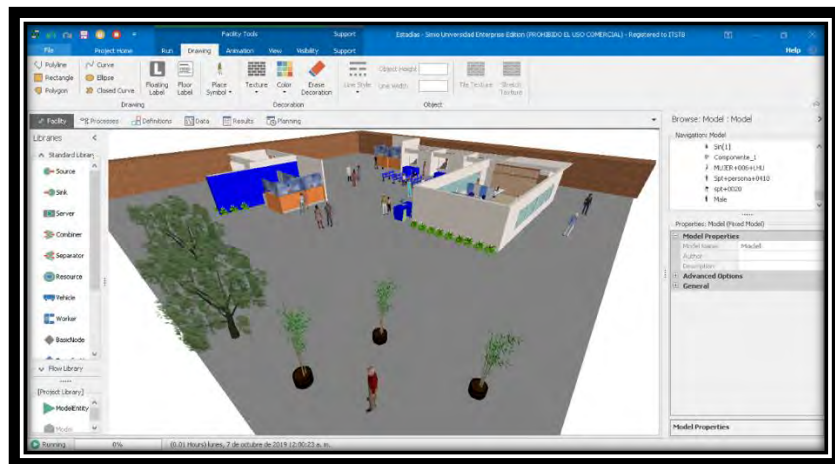
Figura 4. Vista del área de consultorio de urgencias y sala de espera



Figura 5. Vista del área de triage y sala de espera de urgencias



Figura 6. Vista general del modelo



Pruebas piloto

Se corrieron 10 pruebas piloto del modelo para asegurar que todo estuviera en orden y además para recabar información para el siguiente paso.

Validación del modelo

En simulación un modelo útil es aquel que sirve para la toma de decisiones sobre el sistema real. Para garantizar que un modelo es útil se recurre a una prueba de hipótesis denominada t-pareada en donde la hipótesis nula sustenta que no hay diferencia estadística significativa entre la media de los datos reales y los que arroja el modelo de simulación contra la hipótesis alternativa de que existe una diferencia entre ellos. Se prueban todas las variables involucradas (variables de entrada). La tabla 4 muestra el procedimiento de la variable tiempo promedio de registro del paciente en urgencias.

Sea:

X_j = tiempo promedio en segundos del registro del paciente en el sistema real

Y_j = tiempo promedio en segundos del registro del paciente en el modelo de simulación

Tabla 4. Datos apareados de la variable tiempo promedio, en segundos, del registro del paciente.

	DATOS			
	Reales	Simulados		
Corridas	X_j	Y_j	$Z_j = X_j - Y_j$	$(z_j - \bar{Z}_{10})^2$
1	470	233	237	33856
2	125	451	-326	106276
3	150	291	-141	19881
4	532	256	276	76176
5	312	257	55	3025
6	388	239	149	22201
7	696	547	149	22201
8	350	372	-22	484
9	427	364	63	3969
10	284	194	90	8100
TOTAL			530	296169
PROMEDIO			53	

Se construyó un intervalo de confianza al 95% para Z , en donde $Z_i = X_j - Y_j$ resultando ser:

$$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\hat{Var}(\bar{Z}_{(n)})}$$

(-76.76, 182.76). el resultado incluye al cero, por lo que con un 95% de confianza se concluye que no hay diferencia estadística significativa entre los datos reales y los datos que arroja el modelo de simulación, de esta manera se acepta que el modelo es válido y que en caso de existir diferencias serán insignificantes y se deberán a fluctuaciones aleatorias.

Diseño de experimentos y corrida del programa

Dado que no es recomendable tomar decisiones basados en una sola corrida o replicación, se determinó el número mínimo de ellas a través del procedimiento matemático siguiente:

$$n^*(\beta) = \min \left\{ i \geq n : t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2_{(n)}}{i}} \leq \beta \right\}$$

La tabla 5 muestra los datos de 10 corridas independientes del tiempo promedio de registro del paciente.

Tabla 5. Datos simulados de la variable tiempo promedio, en segundos, del registro del paciente.

Corridas	Tiempo promedio simulado
1	233
2	451
3	291
4	256
5	257
6	239
7	547
8	372
9	364
10	194
Media	320.4
Varianza	12471.15556

Se estableció un error absoluto β de 19.4 segundos

$$\bar{X} = 53$$

$$s^2 = 12471.16$$

$$\beta = 19.4$$

$$\alpha = 0.05$$

El resultado determinó que el número mínimo de replicaciones es 65 corridas del programa, por lo que el modelo se corrió ese número de veces.

RESULTADOS

Una vez ejecutadas las 65 corridas, se tuvo la evidencia de algunas medidas de desempeño del sistema bajo estudio. La tabla 6 muestra algunos resultados interesantes.

Tabla 6. Medidas de desempeño del sistema

Medida de desempeño	Valor (%)
Utilización de la recepcionista	52
Tiempo promedio de servicio en recepción	7.77 minutos
Tiempo promedio de servicio en triage	13.35 minutos

CONCLUSIONES

Se tiene, con un 95% de confianza, un modelo de simulación representativo del sistema real del área de urgencias. Con este modelo es posible probar un número ilimitado de alternativas de mejora, se podrán evaluar el impacto y respuesta a los cambios en las medidas de desempeño (análisis de sensibilidad).

La ventaja de usar simulación es que se pueden probar alternativas sin afectar al sistema real, es decir, sin realizar ningún tipo de cambio.

El simulador simio, ofreció una ventaja tanto en programación como en una animación realista en 3D, por lo que se recomienda ampliamente su uso en estudios de simulación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azarang, M. R. y García D. E., (1996). Simulación y análisis de eventos estocásticos, México, McGraw Hill.
- De la Fuente, D. y Pino, R. (2001). Teoría de líneas de espera. Modelos de colas, España: Ed. Servicios de Publicaciones, Universidad de Oviedo.
- Fuentes, L., López, A.G. y Tobón, L.G. (2018), Análisis de la política del servicio de cobro en una PyME usando simulación con Simio. En D. A. Olivera (Ed), Mercadotecnia en las PyMES, Casos y Aplicaciones, 226-236. Xalapa, México: Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.
- García, E., García, H. y Cárdenas, L. (2013). Simulación y análisis de sistemas con promodel, Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- Mejía H. y Galofre, M. (2008). Aplicación de software de simulación como herramienta en el rediseño de plantas de producción en empresas del sector de alimentos. *Prospectiva*, 6(2), 39-45. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250974007.pdf>
- Law, A. S. y Kelton, D. (2007). Simulation modeling and analysis. Boston, U.S.A.: McGraw-Hill.
- Taha, H., Meza, G., Cruz, R., González V. (2004). Investigación de Operaciones: Una investigación, Naucalpan de Juárez, México: Pearson.
- Walpole, R., Myers, R. y Myers, S. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, Naucalpan de Juárez, México: Pearson.

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN EN UN CRUCE PEATONAL DE TIERRA BLANCA VERACRUZ UTILIZANDO SIMIO®.

FERNANDO GONZÁLEZ SEVERIANO¹ MONSERRAT HUETO SALOMÓN² GUADALUPE ALARCÓN CAMPOS³ MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO⁴ LILIANA FUENTES ROSAS⁵.

RESUMEN

Se construyó un modelo de simulación en el tramo carretero que comprende de Tinaja – Cd. Alemán, a la altura de un conocido establecimiento de autoservicios en la ciudad de Tierra Blanca Veracruz, que ayuda a conocer las posibles alternativas de mejora utilizando el software SIMIO®, la metodología implementada en este proyecto fue la propuesta por los autores Law y Keltón (2001) que consta de diez pasos. Se analizó el sistema real por un lapso de 30 días para determinar las variables y realizar toma de datos; con pruebas de bondad de ajuste se determinó a que pruebas se ajustaba cada una de las variables y con ello se comprobó que los datos del modelo son estadísticamente iguales a los datos del sistema real aceptando que el modelo es válido, con esto se puede decir que el modelo es apto para estudiar las alternativas de mejora del sistema real.

Palabras clave: Simulación, variables, sistema, SIMIO®.

ABSTRACT.

A simulation model was built on the highway section that includes Tinaja - Cd. Alemán, at the height of a well-known self-service establishment in the city of Tierra Blanca Veracruz, which helps to know the possible improvement alternatives using SIMIO® software , the

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
158N0506@itstb.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
salomonmonserrat@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
algucam87@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
er_211312@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. lilyfros@hotmail.com

methodology implemented in this project was the one proposed by the authors Law and Keltón (2001), which consists of ten steps. The real system was analyzed for a period of 30 days to determine the variables and perform the data collection; With tests of goodness of fit it was determined to which tests each of the variables was adjusted and with this it was verified that the model data is statistically equal to the data of the real system accepting that the model is valid, with this it can be said that The model is suitable for studying the alternatives to improve the real system.

Keywords: *Simulation, variables, system, SIMIO®.*

INTRODUCCIÓN

Debido al alto crecimiento poblacional y vehicular en la ciudad de Tierra Blanca Veracruz, se encuentra en un cruce peatonal carretero una alta peligrosidad que ocasiona accidentes y pone en riesgo vidas humanas, ya que, con el alto flujo de personas que transitan por la zona es muy probable que ocurra algún percance.

Es por ello que se construirá un modelo que represente al sistema real utilizando el software *SIMIO®* que presentará al área mencionada para así evaluar alternativas para disminuir las probabilidades de que suceda algún suceso trágico en la zona.

Dicho modelo se realiza con la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consta de 10 pasos; donde se recolecta información para alimentar el modelo, se realizan pruebas de bondad de ajuste y se valida, con el objetivo de crear un modelo de simulación que represente al sistema real y permita conocer su comportamiento, además de la evaluación de propuestas de mejora.

METODOLOGÍA

El análisis que se efectuó comprende de la cantidad de personas que cruzaron por el sitio, así como la afluencia vehicular con la que cuenta la zona, todo esto aplicando la metodología de Law y Kelton (Law, 2000) que consiste en 10 pasos.

formulación del problema

Debido al alto crecimiento poblacional y vehicular que ha tenido la ciudad, es un riesgo tratar de cruzar de forma segura por la zona, pero por razones propias las personas

necesitan cruzar para llegar a su destino, esto lo realizan sorteando automóviles y poniendo en riesgo sus vidas. En este tramo la carretera incrementa sus carriles de dos a cuatro, además de que vehículos entran y salen de una tienda comercial, otros se dirigen a una conocida colonia y unos cuantos entran y salen de una gasolinera, lo que dificulta que transeúntes crucen de forma segura por este sitio, ya que el lugar no cuenta con algún paso peatonal, puente o semáforo; Solo se puede encontrar un tope que para la afluencia de vehículos es obsoleto para que las personas tengan tiempo de cruzar. Se tiene el registro que en lo que va de este año se han presentado aproximadamente 37 accidentes en ese pequeño tramo, que por fortuna no han cobrado víctimas mortales, pero se espera que no se requiera una tragedia en las cuales haya vidas que lamentar para que las autoridades tomen cartas en el asunto.

En las figuras 1 y 2 se puede observar la necesidad de una estrategia que permita que transeúntes crucen de forma segura.

Figura 1. Peatones sorteando vehiculos



Figura 2. Peaton cruzando con celular en mano



Recolección De Datos Y Definición Del Modelo.

Las actividades que se realizaron para este proyecto fueron: definición de las variables a estudiar, determinación de los horarios más convenientes para realizar el estudio, creación del instrumento para la toma de datos, alimentación de información recolectada en el sistema y análisis estadístico de los datos obtenidos.

Los datos recolectados se realizaron en un lapso de 30 días, y estos corresponden a las variables definidas las cuales son; la cantidad de vehículos que circulan de Cd. Alemán hacia La Tinaja, los vehículos que transitan de Tinaja con dirección a Cd. Alemán, vehículos que salen de la colonia o la tienda de autoservicios y que se incorporan a la carretera, así como también, personas que cruzan caminando de la cadena de autoservicios hacia la colonia y viceversa. Se consideró que todas las variables serán medidas en segundos.

Las variables estudiadas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Variables estudiadas del sistema.

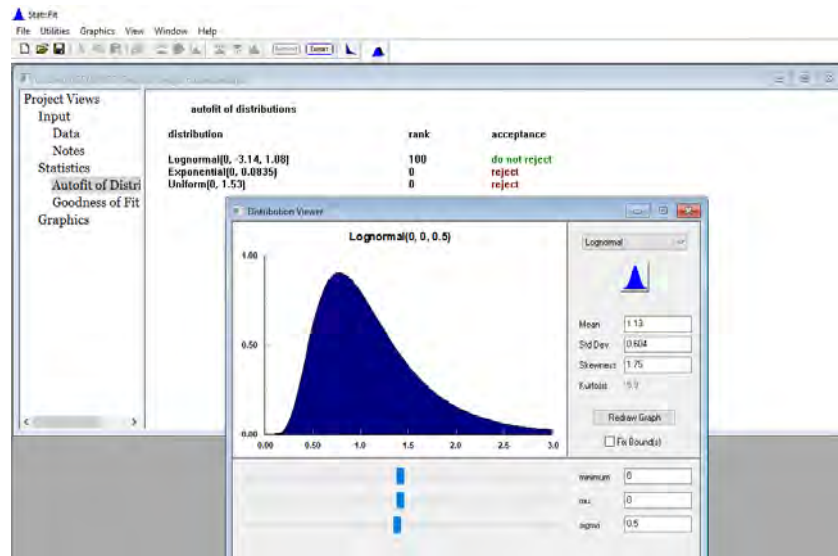
Transeúntes	de	de											
Colonia -	Tienda												
autoservicio													
Hora de paso													
Transeúntes	Tienda	de											
autoservicio -	Colonia												
Vehículos													
Tinaja - Cd Alemán													
Hora de paso													
Vehículos Cd. Alemán -													
Tinaja													
Hora de paso													
Vehículos	colonia	-											
carretera													
Hora de paso													
Vehículos	tienda												
comercial - carretera													
Hora de paso													

tratamiento estadístico.

Para determinar a qué prueba se ajustarían las variables se utilizó el paquete estadístico Stat:fit® Este paquete permite la realización de las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrada, Kolmogorv - Smirnov y Anderson Darling a los conjuntos de datos bajo estudio, para determinar a qué distribución de probabilidad teórica conocida se ajustan.

En la figura 3 se muestra el tratamiento estadístico para la variable de vehículos que circulan de Tinaja con dirección a Cd. Alemán.

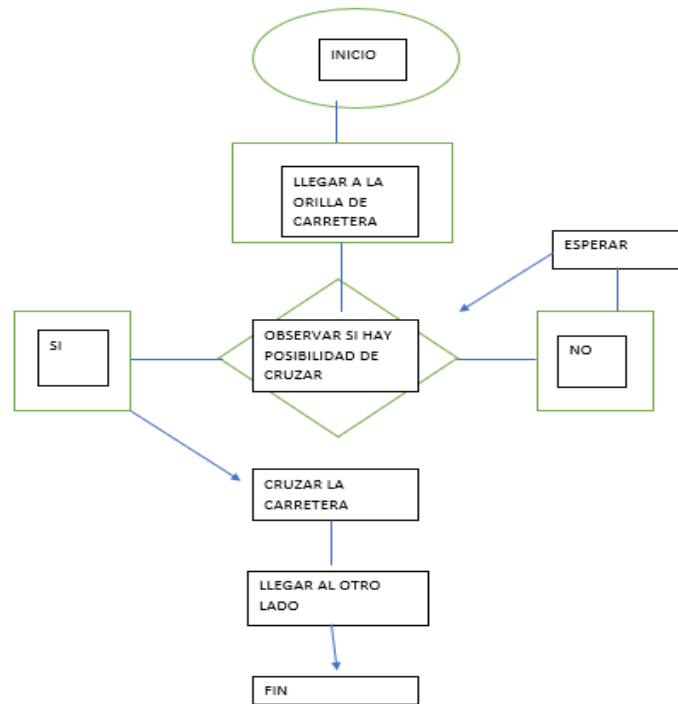
Figura 3. Resultado del análisis de la variable vehículos Tinaja – Cd. Alemán



El análisis estadístico al resto de las variables arrojó como resultados que todas ellas se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas.

La representación gráfica del proceso, mediante un modelo conceptual, se muestra en la figura 4.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso modelado



verificación del modelo

Una vez realizado el mapa conceptual fue presentado, verificado y aprobado por el responsable del proceso.

construcción del modelo

Se utilizó el simulador SIMIO®, (Simulation Modeling Framework Based On Intelligent Objects) para la construcción del modelo.

En la tabla 2 se muestra la relación de los objetos del simulador SIMIO® con los elementos del sistema real.

Tabla 2. Objetos de SIMIO® y su significado en el sistema real	
OBJETO DE SIMIO®	SIGNIFICADO EN EL SISTEMA REAL
SOURCE	GENERADOR DE LLEGADAS AL SISTEMA
PATHS	RUTAS QUE SIGUEN LAS ENTIDADES
SINK	SALIDA DE ENTIDADES
MODEL ENTITY	ENTIDADES

En las figuras 5 y 6 se muestra los avances que se han obtenido.

Figura 5. Vista tridimensional del modelo.



Figura 6. Vista tridimensional del modelo.



pruebas piloto

Se realizaron 10 corridas piloto (cambiando el generador de números pseudoaleatorios de cada uno de los objetos) que aseguraron la programación correcta y que recabaron información para el siguiente paso. (Lopez, 2018)

validación del modelo de simulación

La validación del modelo consiste en que los datos analizados sean estadísticamente iguales a los del sistema real. Para el análisis de esto, se utilizó la prueba t-apareada que compara lo real a lo simulado. Mediante esta comparación se determina si el modelo es una representación válida del sistema si al construir un intervalo de confianza el cero está incluido dentro de él.

Esta prueba fue realizada a todas las variables consideradas para el estudio del modelo. A continuación, se presenta la validación de solamente una de ellas.

X = tiempo promedio de la distancia entre vehículos del sistema real

Y = tiempo promedio de la distancia entre vehículos en el modelo

Los resultados de 10 datos apareados, correspondientes a la variable descrita se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Datos apareados de la variable tiempo promedio de distancia entre vehículos.

	DATOS			
	Reales	Simulados		
Corridas	X_j	Y_j	$Z_j = X_j - Y_j$	$(Z_j - Z_{10})^2$
1	0.01	0.02	-0.01	4385.8063
2	0.06	0.3442	-0.2842	4422.1995
3	0.07	0.0597	0.0103	4383.1179
4	0.02	0.0326	-0.0126	4386.1506
5	0.07	0.0333	0.0367	4379.6230
6	0.03	0.023	0.007	4383.5549
7	0.01	0.6747	-0.6647	4472.9505
8	0.04	0.1677	-0.1277	4401.4096
9	663.34	0.1544	663.1856	356373.3958
10	0.02	0.0062	0.0138	4382.6545
TOTAL			662.1542	395970.8624
PROMEDIO			66.21542	

Se construyó un intervalo de confianza del 95% para $Z_{\bar{X}} = \bar{X}_i - \bar{Y}_i$ resultando ser $(-83.8232, 216.2540)$. Como puede observarse, el intervalo de confianza resultante incluye al cero; por lo tanto, con un nivel de confianza del 95% se afirma que cualquier diferencia observada entre μ_x y μ_y no es estadísticamente significativa y puede explicarse por fluctuaciones aleatorias, aceptando que el modelo es válido.

Diseño de experimentos

Para realizar el análisis es necesario determinar cuántas veces el modelo debe correr, para ello se aplica la fórmula de Law y Kelton (2001) los resultados obtenidos se muestran a continuación en la imagen 4.

Figura 6. Diseño de experimentos

Corridas	Tiempo	i optima =		
1	0.02	$t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2(n)}{i}} \leq \beta$		
2	0.3442			
3	0.0597			
4	0.0326			
5	0.0333	i=	112	
6	0.023	t=	10	0.1998
7	0.6747	i=	4	
8	0.1677	t=	1.6612	0.1757
9	0.1544	i=	4	
10	0.0062	t=	1.645	0.1740
Media	0.15158	i=	4	
Varianza	0.04473273	t=	1.645	0.1740
		i=	18	
		t=	4	0.1994
$\bar{X}_n$	0.15158			
S_n^2	0.04473273			
β	0.2			
α	0.05			

Esto arroja que las corridas necesarias que debe realizar el simulador serian de 112 ocasiones.

CONCLUSIONES

Este artículo tiene como fin mostrar el avance que se tiene sobre el proyecto mostrado en el mismo. Y con él, poder generar las alternativas de mejora correspondientes. Ya teniendo los resultados de las réplicas, utilizando el Simulador SIMIO® y al comprobar que el modelo esta validado podemos continuar con el diseño de experimentos y por ende es una opción factible a aplicar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Law, A. K. (2000). simulation and analysis. McGraw-Hill.

Lopez, A. G. (2018). construccion de un modelo de simulacion utilizando SIMIO. Revista ciencia administrativa 2018 Vol. 2.

MODELO DE SIMULACIÓN EN SIMIO® DE UNA PURIFICADORA DE AGUA COMO BASE PARA PROBAR ESCENARIOS DE MEJORA.

HILÉN ESCOBAR CASTRO¹ LILIANA FUENTES ROSAS² MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO³ LETICIA VÁZQUEZ TZITZIHUA⁴

RESUMEN.

En la presente investigación se ha estudiado la situación actual del área de producción en una empresa purificadora de agua del Estado de Veracruz, México. Mediante el uso del simulador comercial SIMIO® y del software Statfit3®, se desarrolló el modelo (con un nivel de confianza de 95%), que ejecuta simulaciones de tipo discretas, con el objetivo de obtener propuestas de mejora que pudieran propiciar el incremento de producción en la empresa antes mencionada, principalmente en los procesos de lavado de garrafones, enjuague, llenado y etiquetado. Para el diseño y ejecución del modelo se siguió la metodología propuesta por Law y Kelton (2001).

Palabras clave: Simulación, SIMIO, purificadora de agua, mejora.

ABSTRACT

In the present investigation the current situation of the production area in a water purification company of the State of Veracruz, Mexico has been studied. Through the use of the SIMIO® commercial simulator and Statfit3® software, the model was developed (with a 95% confidence level), which executes discrete type simulations, with the objective of obtaining improvement proposals that could lead to increased production in the before mentioned company, mainly in the processes of washing bottles, rinsing, filling and

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca hilen_ec@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Liliana.fuentes@itstbedu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Maria.flores@itstb.edumx

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Leticia.vazquez@itstb.edu.mx

labeling. The methodology proposed by Law and Kelton (2001) was followed for the design and execution of the model.

Key words: *Simulation, SIMIO, purified water plant, improvement.*

INTRODUCCIÓN

En la planta purificadora de agua, objeto de estudio, se llevan a cabo alrededor de veinte operaciones, previas a la recepción de los garrafones de agua por el cliente. Sin embargo, se determinó que cinco de estas podían ser analizadas para establecer un modelo de simulación a través de SIMIO® y apoyados en Statfit3®, para estudiar el comportamiento de las mismas.

El modelo antes mencionado, se realizó con la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consta de 10 pasos; donde se recolectó información para alimentar el modelo, se efectuaron pruebas de bondad de ajuste y verificación del mismo, con el objetivo de crear un modelo de simulación que represente al sistema real y permita conocer su comportamiento, además de la evaluación futura de posibles alternativas de mejora.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para la búsqueda de la solución a la problemática que se presenta en la purificadora de agua, fue la propuesta por Law y Kelton (2001).

formulación del problema

El sistema a simular es la planta purificadora de agua, en específico los procesos que se realizan de forma diaria y que demandan más tiempo con relación al resto, así mismo se considera que al efficientar los tiempos en éstos, es posible incrementar la productividad de la empresa.

Estos procesos son: lavado mecánico de garrafones, cepillado interno, lavado manual de garrafones, cepillado externo, enjuague de garrafones, llenado de garrafones, inspección de nivel en llenado de los garrafones y etiquetado.

Recolección de datos y definición del modelo

Las actividades realizadas en esta etapa fueron: definición de variables, determinación de horarios con mayor flujo de producción, diseño del instrumento de recolección de datos, recolección de datos en el sistema y análisis estadístico de los datos.

De forma específica, los datos recolectados corresponden a las siguientes variables representativas del sistema: tiempo de lavado mecánico de garrafones (cepillado interno), tiempo de lavado manual de garrafones (cepillado externo), tiempo de enjuague de garrafones, tiempo de llenado de garrafones, tiempo de inspección de nivel en llenado de los garrafones y tiempo de etiquetado. El periodo de recolección de datos que se efectuó constó de 20 días y la unidad de tiempo utilizada para cada variable a medir fue el segundo. Las variables de entrada y salida se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Parámetros de entrada y salida del sistema. (Fuente: Elaboración propia)

Variables de entrada	Variables de salida
Lavado mecánico de garrafones, cepillado interno	Cantidad de producción
Lavado manual de garrafones, cepillado externo	Productividad
Enjuague de garrafones	
Llenado de garrafones	
Inspección de nivel de llenado de los garrafones	
Etiquetado	

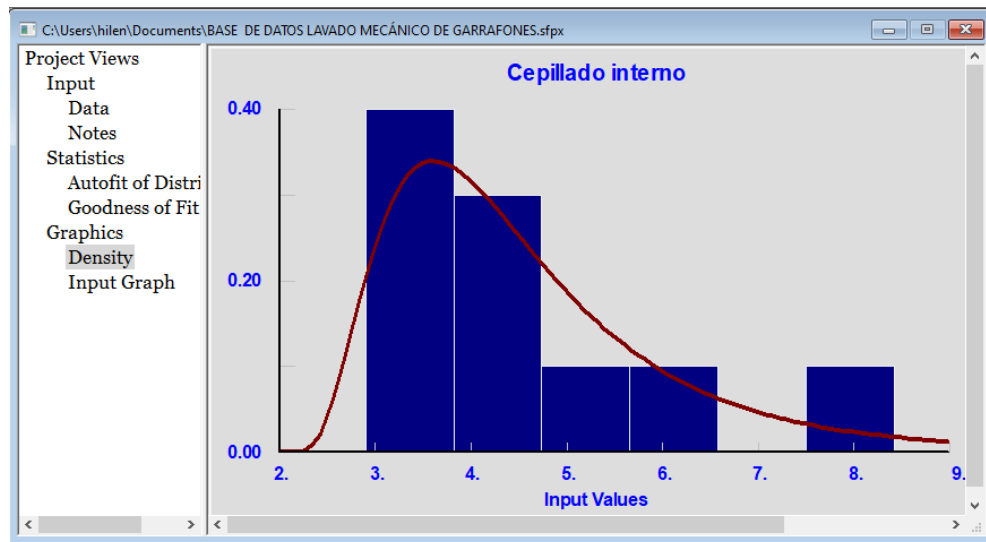
Tratamiento estadístico

Con la información recolectada se procedió al tratamiento estadístico, haciendo uso del paquete estadístico Statfit3®, mismo que permite la ejecución de pruebas de bondad de ajuste tales como: Chi-cuadrada, Kolmogorov - Smirnov y Anderson Darling, el resultado de dichas pruebas permitió determinar a qué distribución de probabilidad teórica conocida se ajustaron los datos trabajados.

Lavado mecánico de garrafones, cepillado interno

El tratamiento estadístico del conjunto de datos recolectados de esta variable muestra que el tiempo para realizar esta actividad, que comprende agregar solución jabonosa-desinfectante y lavar la superficie interior del garrafón con un cepillo mecánico, se ajusta a una distribución teórica conocida de Lognormal (ver Figura 17, con los siguientes parámetros: Mean, Std deviation y stream (2,0.802,0.57)).

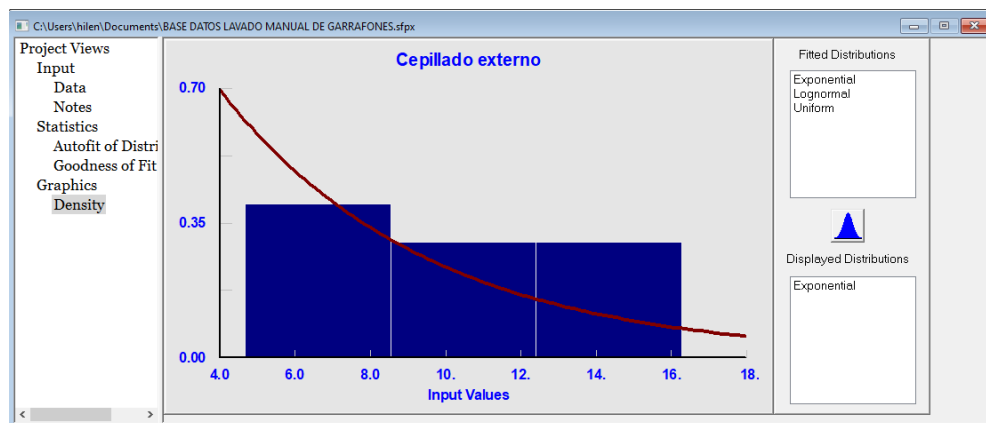
Figura 17. Histograma de la distribución de probabilidad Lognormal para el cepillado interno.



Lavado manual de garrafones, cepillado externo

Los datos recolectados de esta variable que se refiere a lavar mecánicamente la superficie exterior de los garrafones con una fibra y solución jabonosa-desinfectante, se ajustan a la distribución teórica conocida exponencial (ver Figura 18), con los parámetros: Beta y stream (4,5.56).

Figura 18. Histograma de la distribución de probabilidad exponencial para el cepillado interno de garrafones.

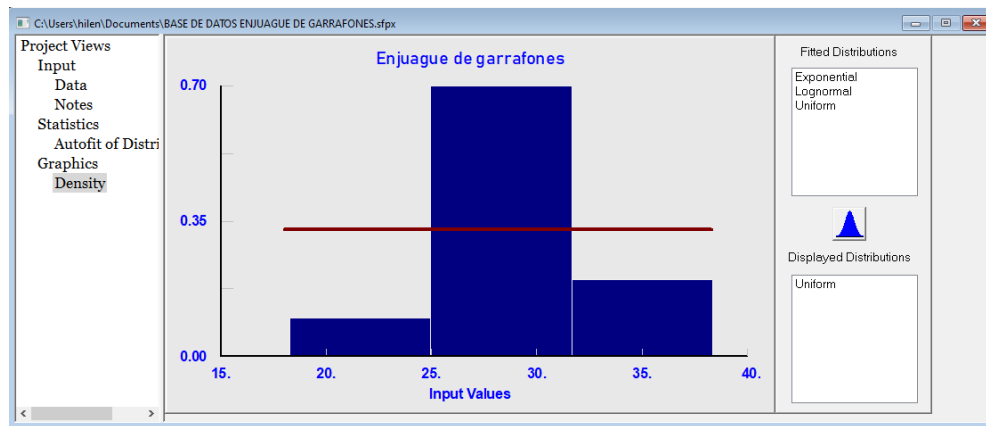


Enjuague garrafones

El tratamiento estadístico del conjunto de datos recolectados de esta variable muestra que el tiempo para realizar esta actividad, que comprende colocar los garrafones

invertidos (recién lavados) en una estación de tres boquillas para el enjuague interno y externo de los mismos, se ajusta a la distribución teórica conocida Uniforme (ver Figura 19) , con los siguientes parámetros: Mean y Std deviation (18, 38.3)

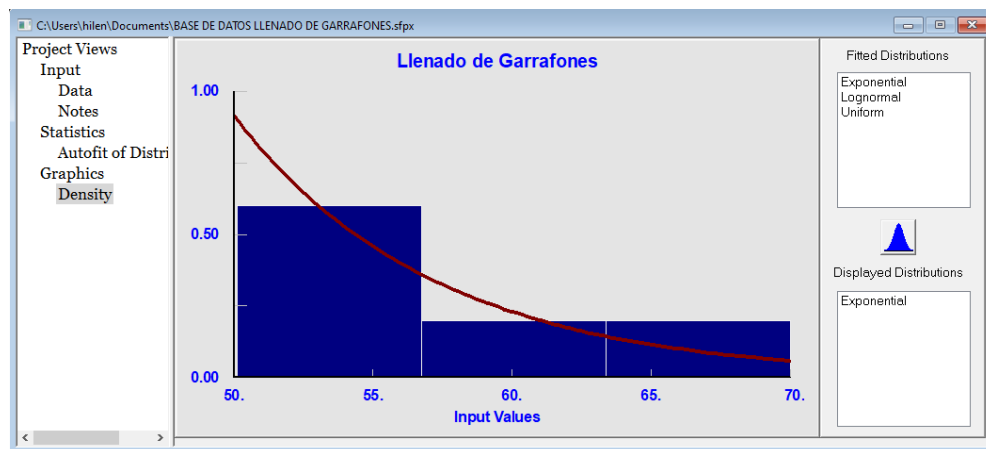
Figura 19.Histograma de la distribución de probabilidad uniforme para el enjuague de garrafrones.



Llenado de garrafrones

Los resultados del análisis estadístico determinan que el tiempo para realizar esta actividad se ajusta a la distribución exponencial (ver Figura 20), con los parámetros: Beta y stream (50,7.24).

Figura 20.Histograma de la distribución de probabilidad exponencial para el llenado de garrafrones.

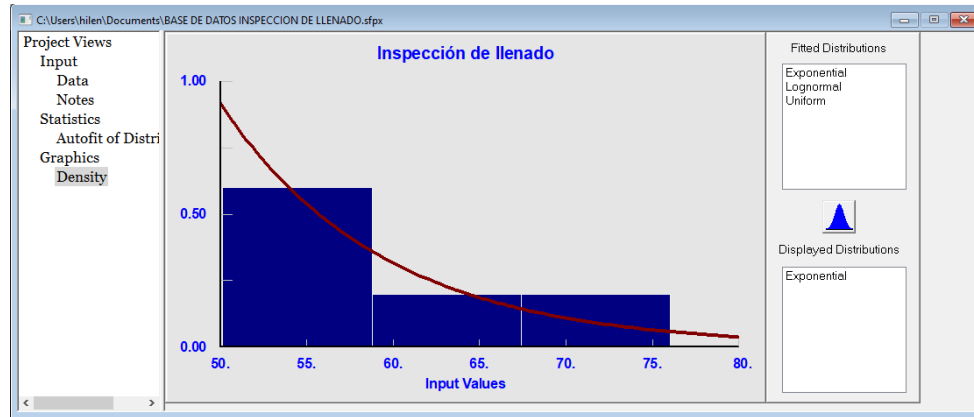


Inspección de nivel de llenado de los garrafrones

Los datos recolectados de esta variable se ajustan a la distribución teórica conocida

Exponencial (ver Figura 21) , con los parámetros: Beta y stream (50,9.42).

Figura 21.Histograma de la distribución de probabilidad exponencial para la inspección de llenado en garrafones.

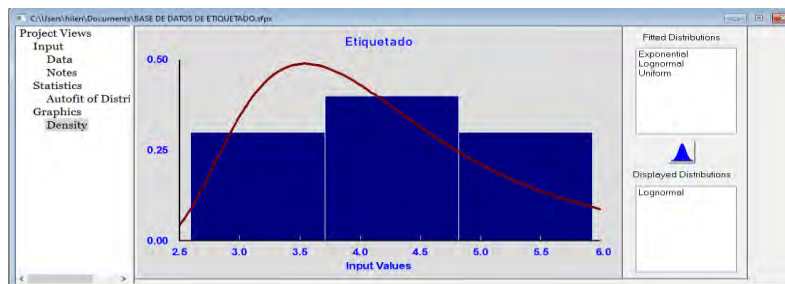


Etiquetado

Finalmente, el tratamiento estadístico del conjunto de datos recolectados de esta variable muestra que el tiempo para realizar esta actividad se ajusta muy bien a la distribución teórica conocida Lognormal (ver

Figura 22), con los siguientes parámetros: Mean, Std deviation y stream (2, 0.699,0.515).

Figura 22.Histograma de la distribución de probabilidad lognormal para el etiquetado de garrafones.



Verificación del modelo

Posterior a la construcción del modelo conceptual, éste fue verificado y aprobado por el responsable del proceso en la planta purificadora de agua.

Construcción del modelo

Se utilizó el simulador SIMIO (Simulation Modeling Framework Based On Intelligent Objects) para la construcción del modelo. En la Tabla 9, se muestra la relación de los objetos del simulador SIMIO con los elementos del sistema real.

Tabla 9.Elementos del sistema a simular

Elementos de Librería en Simio®.	Elementos del sistema a simular
<i>Entidades</i>	Clientes
	Garrafrones
<i>Source</i>	Llegadas de los clientes
	Llegadas de los garrafrones
<i>Server 1</i>	Lavado mecánico de los garrafrones
<i>Server 2</i>	Enjuague de garrafrones
<i>Server 3</i>	Llenado de garrones
<i>Server 4</i>	Etiquetado de garrafrones
<i>Server 5</i>	Almacén
<i>Worker1</i>	Operario 1
<i>Worker2</i>	Operario 2
<i>Paths</i>	Recorrido de las entidades en el proceso
<i>Sink1</i>	Salida de los clientes
<i>Sink2</i>	Salida de los garrafrones

(Fuente: Elaboración propia).

En la Figura 23,

Figura 24 y Figura 25 se muestran las diferentes vistas del modelo de simulación de la planta purificadora de agua en su fase de construcción.

Figura 23. Vista superior del modelo de simulación en Simio.



Figura 24. Vista lateral derecha del modelo de simulación en Simio.



Figura 25. Vista frontal del modelo de simulación en Simio.



RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología propuesta por Law y Kelton (2001) se construyó un modelo de simulación con Simio® representativo del estacionamiento de una institución superior el cual permite conocer el funcionamiento del sistema

trabajo a futuro

Una vez realizado el modelo de simulación se estudiarán los posibles escenarios de mejora para el incremento de la producción en la planta purificadora de agua.

CONCLUSIONES

El análisis estadístico realizado a las variables, en statfit3®, arrojó como resultado que todas ellas se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas.

Así mismo, con la aplicación de la metodología propuesta por Law y Kelton (2001) fue posible construir un modelo de simulación con SIMIO® representativo del proceso de producción en una planta purificadora de agua, mismo que permite conocer el funcionamiento del sistema y deja la posibilidad de evaluar diferentes alternativas de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). Simulation Modelling and Analysis. Estados Unidos de America: McGraw-Hill.
- Coss, R. (2013). Simulación un enfoque práctico. México D.F: Limusa.
- Carson, J. S. (2004). Introducción to Modelling and Simulation. Introducción to Modelling and Simulation (págs. 9-16). Washington, D.C: ACM.
- Shannon, R. (2014). Simulación de sistemas. México D.F: Trillas.

APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN (SIMIO) PARA REALIZAR UNA ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPO EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PIEZAS DETERMINADAS DENTRO DE UN TALLER DE TORNO Y SOLDADURA.

ELIEZER ROMAY PÉREZ¹ MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ² LILIANA FUENTES ROSAS³.

RESUMEN.

Debido a la existencia de tiempos muertos dentro de una empresa particular que se dedica al torno y soldadura de piezas mecánicas, se esta realizando un trabajo de investigación para dar solución a esta situación. Se desarrolla un trabajo de investigación utilizando la metodología de ingería de métodos. Pero en este caso se utilizará la herramienta de simulación específicamente el software simio 11 para la construcción de un modelo de simulación que representara el sistema de fabricación de una pieza en específico, cabe mencionar que en el taller se fabrican y rectifican una gran variedad de piezas mecánicas, pero en esta ocasión se utilizara un proceso especifico el cual consiste en la fabricación de un molote para un molino de una empresa harinera.

Dicho modelo se realiza con la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consta de 10 pasos; donde se recolecta información para alimentar el modelo, se realizan pruebas de bondad de ajuste y se valida, con el objetivo de crear un modelo de simulación que represente al sistema real y permita conocer su comportamiento, además de la evaluación de alternativas de mejora

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca eliezer_8899@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Maria.lopez@itstb.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Liliana.fuentes@itstb.edu.mx

METODOLOGÍA.

El análisis que se llevó a cabo es el proceso de fabricación de una pieza en particular dentro del taller, aplicando la metodología de simulación propuesta por Law y Kelton (2001) que consiste en 10 pasos.

Formulación del problema.

Debido a la existencia de tiempos muertos en el horario laboral dentro del taller de torno y soldadura “Maquinados Industriales Molina.” Se decidió realizar un trabajo de investigación para darle solución a esta problemática dentro de la cual se utilizará la metodología de ingeniería de métodos. Para obtener una estandarización en los tiempos de fabricación y producción de las piezas que se producen en el taller. Todo esto con la finalidad de obtener resultados positivos en el aprovechamiento de tiempo y espacios dentro del taller para obtener una mejor producción y con esto un incremento en las utilidades de la empresa.

Recolección de datos y definición del modelo.

Las actividades realizadas en este paso son: definición de las variables, determinación de horarios de los trabajadores y los puntos de muestreo, diseño del instrumento de recolección de datos, recolección de datos en el sistema y análisis estadístico de los datos.

Los datos recolectados corresponden a las variables representativas del sistema las cuales son las siguientes: Tiempo que tarda cada uno de los trabajadores en realizar el preparado de la máquina, tiempo muerto de los trabajadores dentro de sus procesos específicos de fabricación de la pieza, tiempo en que tarda la maquina en realizar el proceso correspondiente, tiempo de espera de las piezas que conformaran el producto final y tiempo de ensamble de todas las piezas para llegar el producto final en este caso el molote para el molino. El periodo de recolección de datos fue de 30 días y la unidad de tiempo utilizada fueron minutos para la medición de los procesos antes mencionados.

Las variables de entrada y de salida se enlistan en la tabla 1.

Entrada	Salida: (medidas de desempeño)
Hora de inicio del proceso	Tiempo total dentro del proceso
Permanencia de una parte terminada de la pieza	Tiempo de espera de las partes terminadas.
Piezas terminadas	Tiempo total del ensamble de todas las piezas

Tratamiento estadístico.

Se utilizó el paquete estadístico Stat:fit R. Este paquete permite la realización de las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrada, Kolmogorov - Smirnov y Anderson Darling a los conjuntos de datos de las variables bajo estudio, para determinar a qué distribución de probabilidad teórica conocida se ajustan.

La figura 1 muestra el tratamiento de la variable estadística tiempo de demora de cada proceso de fabricación.

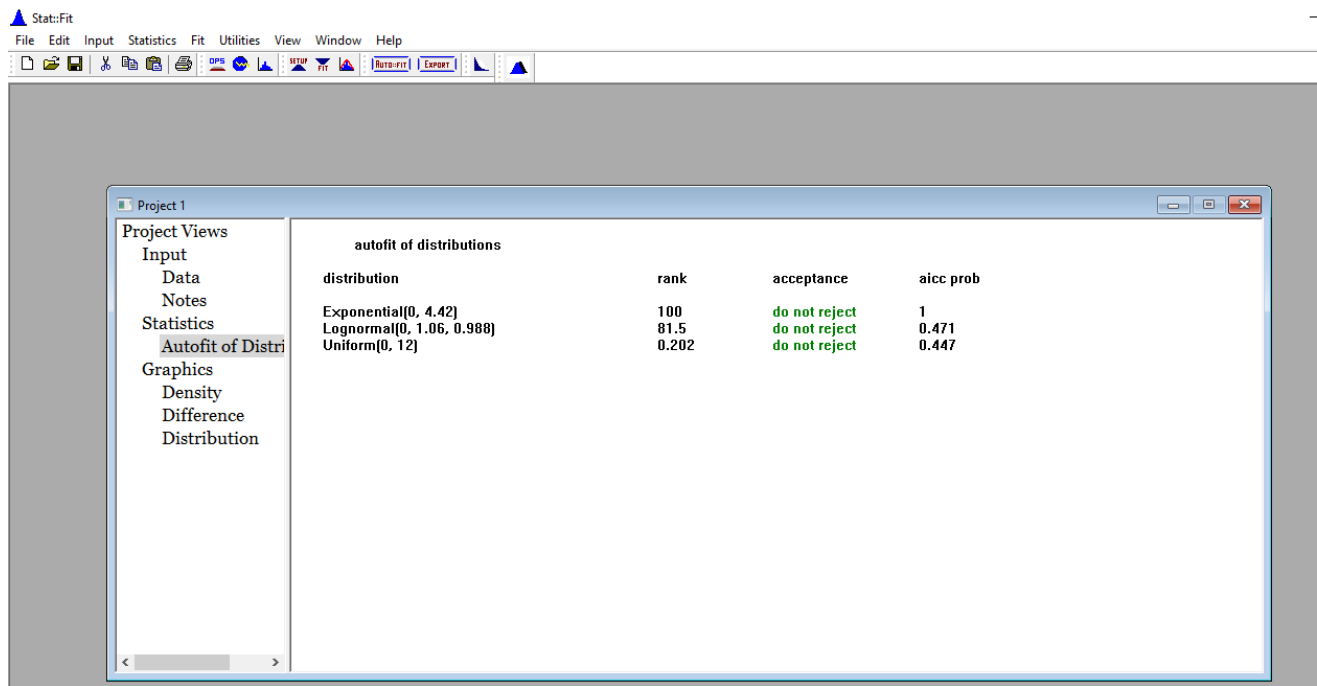
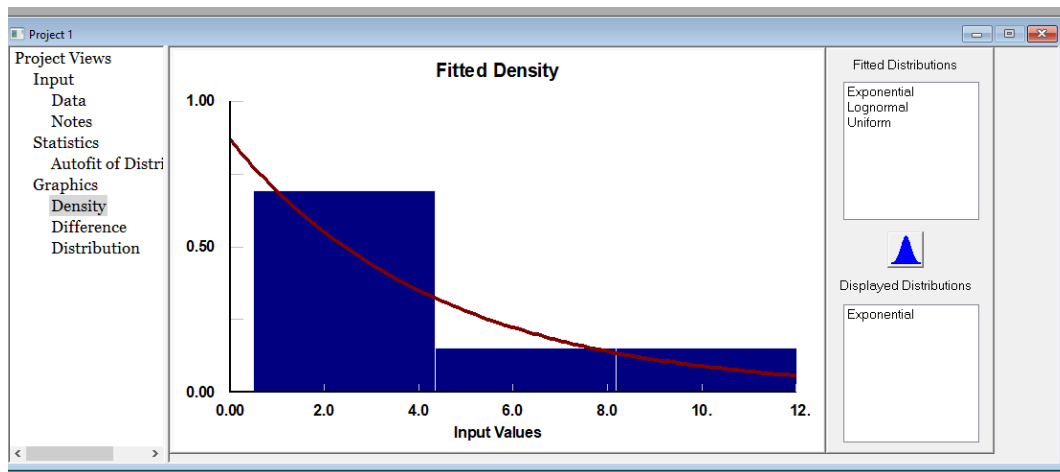


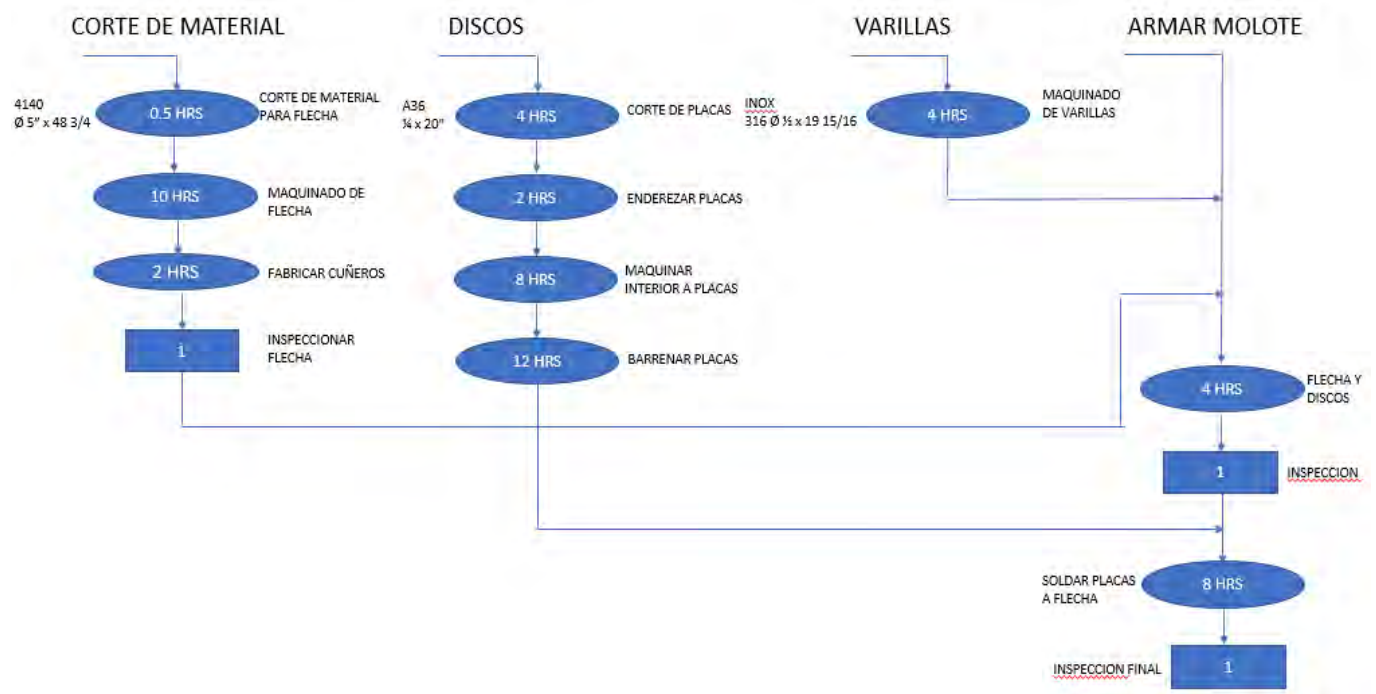
Figura 2. Resultados graficos del tratamiento estadístico



El análisis estadístico al resto de las variables arrojó como resultados que todas ellas se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas.

La representación gráfica del proceso, mediante un modelo conceptual, se muestra en la figura 3.

Figura 3. Modelo conceptual del proceso de fabricación del molote.



LA SIMULACIÓN PARA UN SERVICIO DE AUTOLAVADO PARA CARRO CAMION Y TRAILER CON SOFTWARE ARENA.

JORGE UBALDO JACOBO SÁNCHEZ¹ ISRAEL BECERRIL ROSALES²

RESUMEN

En el presente artículo se presentan diferentes usos de la simulación como herramienta para una solución a un servicio de auto lavado, específicamente en las 3 estaciones especializadas según el vehículo carro, camión y tráiler que llegan. Todo esto basado con probabilidad de que arriben en un lapso de tiempo con un comportamiento de acuerdo con una distribución de probabilidad.

El autolavado cuenta con 3 estaciones los cuales dan servicio de agua y jabón, cepillado, encerado y secado. Según sea el tipo de vehículo carro, camión y tráiler

El propósito fue construir un modelo que permita estudiar el desempeño del autolavado en donde los protagonistas son las tasas de servicio que se encuentran integrados en el mismo modelo. Se utilizó el programa ARENA®, el cual permitió la representación de actividades de este servicio de autolavado, el tiempo de tasas de llegadas como proceso de servicio del autolavado, los recursos empleados, el tiempo de servicio ofrecidos a los clientes, midiendo el desempeño del sistema. Todo esto hace de la simulación una herramienta poderosa y flexible al momento de analizar sistemas complejos.

Palabras clave: Software Arena, probabilidad, tasa de servicio, simulación

ABSTRACT

In this article, different uses of the simulation are presented as a tool for a solution to a car wash service, specifically in the 3 specialized stations according to the car, truck and trailer vehicle that arrive. All this based on the probability that they arrive in a period of time with a behavior according to a probability distribution. The car wash has 3 stations which provide soap and water, brushing, waxing and drying. Depending on the type of

1 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán jujs@prodigy.net.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán brisrael186@hotmail.com

car, truck and trailer vehicle. The purpose was to build a model to study the performance of the carwash where the protagonists are the service rates that are integrated into the same model. The ARENA® program was used, which allowed the representation of activities of this car wash service, the time of arrival rates as a car wash service process, the resources used, the service time offered to customers, measuring the performance of the system. All this makes simulation a powerful and flexible tool when analyzing complex systems.

Keywords: *Software Arena, probability, service rate, simulation*

INTRODUCCIÓN

La Simulación, como la mayoría de los métodos de análisis, implica el uso de sistemas y modelos.

Un sistema se define por el conjunto de componentes o entidades que lo forman y las relaciones que existen entre sus componentes. Cada entidad o componente tiene sus características propias, definidas por un conjunto de variables.

El entorno o medio ambiente define el resto de los componentes que no forman parte del sistema pero que pueden influir en el mismo.

El estado del sistema se define por el conjunto de valores que toman cada una de las variables que caracterizan a cada componente del sistema. Hay dos tipos de sistemas, discretos y continuos según sea el valor de dichas variables:

En los sistemas discretos el valor de las variables cambia en instantes determinados y separados en el tiempo.

El software seleccionado para llevar a cabo la simulación de los distintos sistemas de control a analizar es Arena de Rockwell Software, “Arena es un potente software de modelado y simulación de diferentes áreas de negocio. Se ha diseñado para analizar el impacto de los cambios que suponen los complejos y significativos rediseños asociados a la cadena de suministros, procesos, logística, distribución y almacenaje y sistemas de servicio. Tiene gran flexibilidad y cubre gran cantidad de aplicaciones a modelar con cualquier nivel de detalle o complejidad. (Bradley, 2007) [1]

Un escenario típico incluye:

Análisis detallado del tipo de sistema de manufactura, incluyendo el transporte manual de componentes.

Análisis de servicio al cliente y sistemas de dirección orientados al cliente.

Identificación de los procesos cuello de botella como colas construidas con sobreutilización de recursos.

Planificación del personal, equipos y requerimientos de material.

Este artículo se concentra en dar a conocer el sistema en estudio y los aspectos relevantes de la construcción del modelo, donde el programa empleado es el ARENA® de la Rockwell Software. Luego se presentan un ejemplo de un autolavado, el cual hace referencia a una situación real en las que se puede aplicar la simulación para su resolución. Por último, se muestran las conclusiones del estudio.

En un Servicio de auto lavado denominado “Ixtilahuaca”, los vehículos llegan a una razón de 15 vehículos por hora siguiendo una distribución de Poisson. El elegante cuenta con 3 estaciones especializadas según el vehículo que llega. La probabilidad de que llegue un carro es de 50%, la probabilidad de que llegue un camión es de 30% y la probabilidad de que llegue un tráiler es de 20%. Los servicios en cada estación consisten en:

Figura 1. Construcción del escenario para modelar

	Aguay Jabón (min)	Cepillado (min)	Encerado ySecado (min)	
Carro	3—4	4	5	} Tasas deservicios
Camión	4—5	6	7	
Tráiler	5—6	8	9	
	Uniforme	Constante	Exponencial	

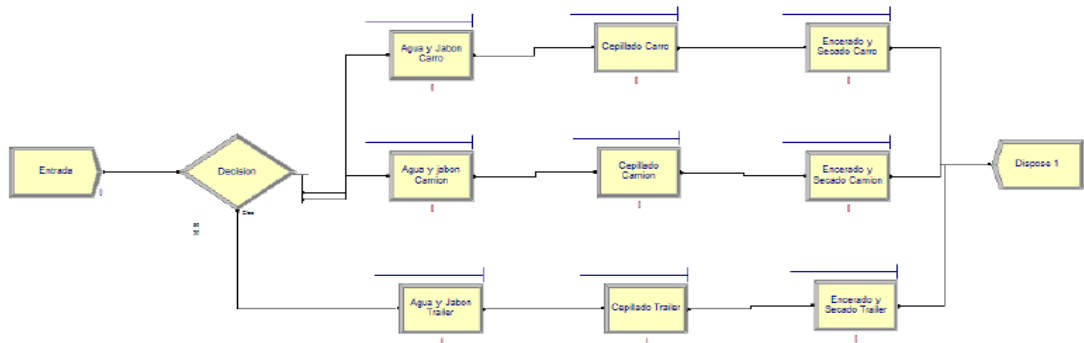
En una hora llegan 15 vehículos, es la tasa de llegada, ahora tenemos que calcular el tiempo entre llegadas. Entonces $60/15=4$, esto quiere decir que cada 4 min llega un vehículo y, esa es la tasa del tiempo entre llegadas Conectamos el bloque créate con el de decisión. Ver figura 2 Insertación de un decide.

Figura 2. Insertación de un decide



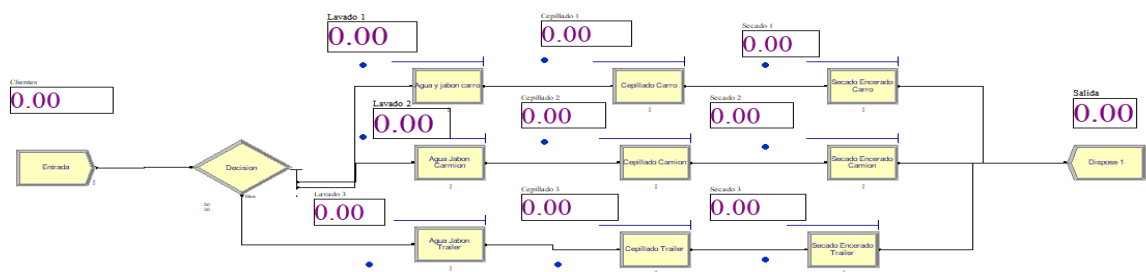
La última probabilidad es del 20% para la llegada de tráiler, no lo agregamos porque el bloque decide nos agrega un bloque default. Ver Figura 3 Procesos de Salida.

Figura 3. Procesos de Salida



Finalmente tenemos el programa Terminado: Figura 4

Figura 4. Programa Terminado



Al realizar una corrida para 100 unidades. Ver figura 5

Figura 5. Una corrida para 100 unidades

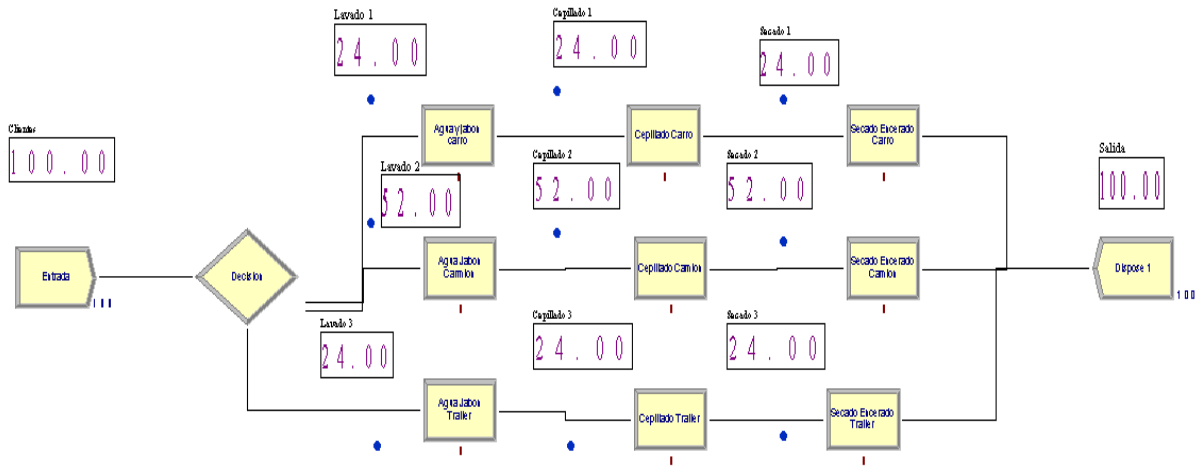


Figura 6. Reporte de Recursos

21:50:19

Resources

octubre 29, 2019

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

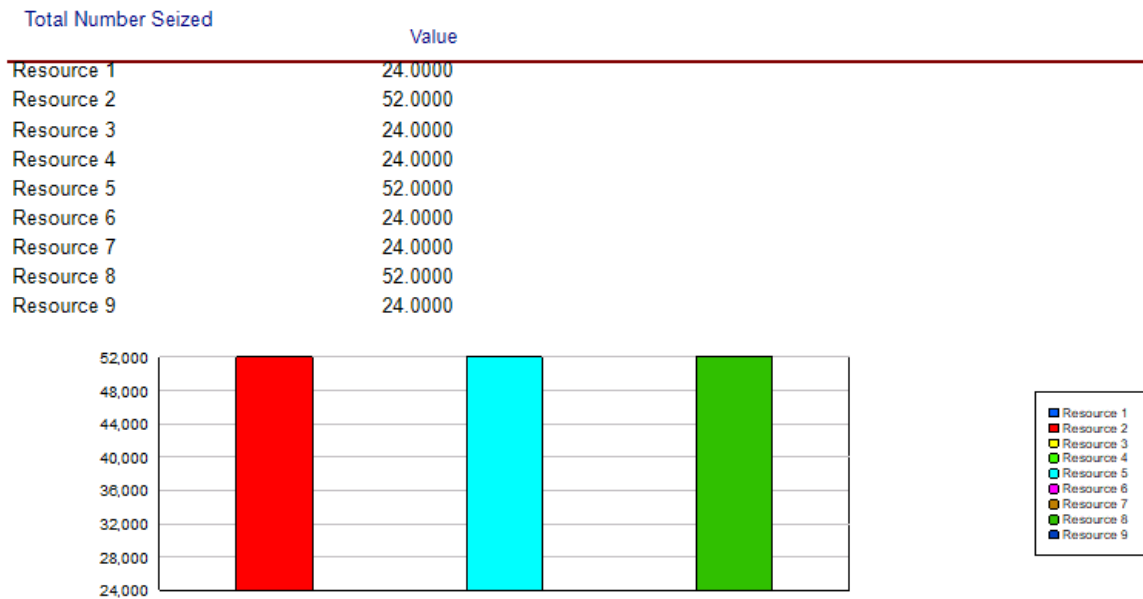
Start Time: 0,00 Stop Time: 4,10 Time Units: Hours

Resource Detail Summary

Usage

	<u>Inst Util</u>	<u>Num Busy</u>	<u>Num Sched</u>	<u>Num Seized</u>	<u>Sched Util</u>
Resource 1	0,13	0,13	1,00	9,00	0,13
Resource 2	0,50	0,50	1,00	27,00	0,50
Resource 3	0,31	0,31	1,00	14,00	0,31
Resource 4	0,15	0,15	1,00	9,00	0,15
Resource 5	0,66	0,66	1,00	27,00	0,66
Resource 6	0,46	0,46	1,00	14,00	0,46
Resource 7	0,28	0,28	1,00	9,00	0,28
Resource 8	0,96	0,96	1,00	27,00	0,96
Resource 9	0,40	0,40	1,00	14,00	0,40

Figura 7. Uso de los Recursos

Usage

En situaciones reales con datos extraídos de un problema realista, si cabe hacer un desarrollo concienzudo de todas estas variantes, especialmente en el caso de las variables aleatorias de tiempo y, sobre todo, de las capacidades de las estaciones de trabajo del autolavado Ixtlahuaca, en esta grafica observamos que el uso de los recursos está bien balanceado para las 100 unidades de la prueba piloto.

CONCLUSIONES

En los últimos años, la simulación se ha convertido en una herramienta muy importante con la que los ingenieros realizan mejoramientos de procesos debido a la alta fidelidad con que los modelos representan a un proceso real.

Teniendo en cuenta la definición de simulación como uno de los procesos cuantitativos más ampliamente utilizados en la toma de decisiones que tiene como objetivo el estudio de un sistema real mediante la experimentación con un modelo que lo represente, se realizará un estudio de cada una de las partes que integran el sistema a estudiar mediante la manipulación del modelo, para inferir sobre el mismo. Dado que la simulación según “consiste en construir modelos informáticos que describen la parte esencial del

comportamiento de un sistema de interés, así como en diseñar y realizar experimentos con tales modelos con el fin de extraer conclusiones de sus resultados”, esta situación ayuda a que se tomen mejores decisiones en relación con los procesos y ha promovido que muchos investigadores alrededor del mundo hayan desarrollado modelos de simulación para darle solución a diversas problemáticas en las diferentes áreas del saber.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- B. S. Lopez, «Ingenieria Industrial,» 7 2012. [En línea]. Available: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/t%C3%A9cnica-del-interrogatorio/>. [Último acceso: 15 10 2015].
- B. A, «Manual del usuario Retrieved from Allen Bradley,» mayo 1996. [En línea]. Available: https://literature.rockwellautomation.com/groups/literature/documents/um/1974-um002_-es-p.pdf. [Último acceso: 30 octubre 2019].
- W. S. R. Kelton y D. Sturrok, Simulacion con software Arena, Mexico: Mc Graw-Hill Interamericana, 2008.
- G. Vieira, «Winter Simulation Conference,» de Ideas for modeling and simulation of supply chains with Arena. Winter Simulation Conference Manual , Santa Catarina California, 2004.

SIMULACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UN TALLER METAL-MECÁNICO PARA AUMENTAR SU EFICIENCIA UTILIZANDO SIMIO®.

JAVIER RAZO SOSA¹ BETZABEE LÓPEZ ZARATE² SILVESTRA GÓMEZ MANCILLA³ SERGIO VÁZQUEZ SOTO⁴ MARÍA
DEL SOCORRO FLORES SERRANO⁵

RESUMEN

En la actualidad las empresas necesitan contar con procesos productivos eficientes y eficaces para poder mantener su competitividad en el mercado, por lo cual se realizó el análisis del proceso vigente de un taller metal mecánica en la ciudad de Tierra Blanca, mediante la aplicación de la Metodología de simulación propuesta por Law y kealton, en la cual se modeló dicho sistema con SIMIO® , comparando los resultados reales con el simulado para poder tener una visión capaz de proponer diferentes alternativas de mejoras en el proceso de producción; en este trabajo se muestra los resultados obtenidos con el uso del simulador para plantear estrategias que mejoren los procesos que se tienen para elaborar las piezas de forma más eficiente, teniendo como prioridad una buena calidad en las piezas, entrega de pedidos a los clientes dentro del tiempo correspondiente, cubrir la alta demanda y con ello un aumento en las ganancias.

Palabras Clave: Eficiencia, Metodología, Simulador, SIMIO®

ABSTRACT.

At present, companies need to have efficient and effective production processes to be able to maintain their competitiveness in the market, so the analysis of the current process of a mechanical metal workshop in the city of Tierra Blanca was carried out, through the

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. 168n0386@itstb.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

application of the Methodology of simulation proposed by Law and kealton, in which said system was modeled with SIMIO®, comparing the real results with the simulated one in order to have a vision capable of proposing different alternatives for improvements in the production process; This work shows the results obtained with the use of the simulator to propose strategies that improve the processes that have to elaborate the pieces more efficiently, having as a priority a good quality in the pieces, delivery of orders to customers within the corresponding time, cover high demand and thereby an increase in profits.

Key words: *Efficiency, Methodology, Simulator, SIMIO®*

INTRODUCCIÓN.

La pérdida de tiempo se ha manifestados a lo largo de la historia en cualquier tipo de proceso, esto ha ocasionado que se tenga una baja eficiencia en ciertos requerimientos. Algunos autores manifiestan la pérdida de tiempo en un área de producción, ya que es aquí donde se pueden notar más las ineficiencias de alguna empresa. Escudero González (2017) dice que las instalaciones industriales son entes dinámicos y se encuentran sometidas a numerosos cambios, ya sean planificados o no, que afectan al rendimiento y entrega de la producción.

En un taller metal-mecánico del municipio de Tierra Blanca. Veracruz. se consideró una problemática de gran impacto, ya que cuenta con un bajo nivel de cumplimiento de entrega de los productos a sus clientes, tomando como prioridad la producción, ocasionando molestias a los clientes y la perdida de ellos por entregas fuera de tiempo, tomando en cuenta que de una cifra de 10 piezas solo 2 son entregadas a tiempo, ocasionando que el taller tenga baja demanda y pérdida de ganancias. Con este proyecto se pretende que los procesos que se tienen en el taller para elaborar las piezas sean más eficientes, teniendo como prioridad una buena calidad en las piezas, y entrega de pedidos a los clientes dentro del tiempo correspondiente, una alta demanda y lo más importante, un aumento en las ganancias. Teniendo como objetivo simular mediante SIMIO® el proceso de producción de un taller metal-mecánica para proponer mejoras y aumentar su eficiencia.

METODOLOGÍA

El análisis que fue realizado consta de la entrada y la permanencia de cada pieza en las diferentes máquinas y salidas del producto terminado, se utilizó la metodología de simulación propuesta por Law & Kelton (2000) la cual consiste en los siguientes 10 pasos.

Formulación del problema

En un taller metal-mecánica se consideró analizar un gran impacto, ya que cuenta con un bajo nivel de cumplimiento de entrega de los productos a sus clientes, tomando como prioridad la producción, ocasionando molestias a los clientes y la pérdida de ellos por entregas fuera de tiempo, tomando en cuenta que de una cifra de 10 piezas solo 2 son entregadas a tiempo, ocasionando que el taller este bajando su de manda de pedidos y lo cual está ocasionando pérdida de ganancias.

Recolección De Datos Y Definición Del Modelo

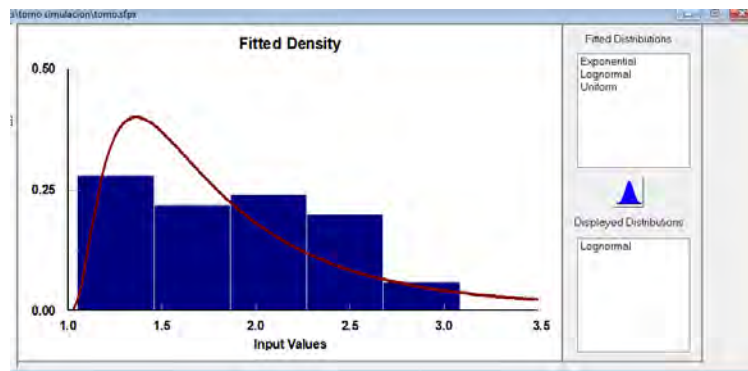
Los datos que describen al sistema fueron obtenidos por mediciones realizadas en el sistema real Las actividades realizadas en este paso fueron: definición de variables, determinación de horarios, diseño del instrumento de recolección de datos, recolección de datos en el sistema y análisis estadístico de los datos. Los datos recolectados corresponden a las variables representativas del sistema las cuales son; tiempo de llegadas, tiempo que demora una pieza en las diferentes máquinas y el promedio total de cada pieza al salir del sistema.

A continuación, se comentan cada una de las variables involucradas para la construcción del modelo encuentran enlistadas

Tabla 10 de las variables analizadas

Entrada	1	Tiempo en torno 2 pieza chica
Tiempo en cortadora pieza chica	2	Tiempo en torno 2 pieza mediana
Tiempo en cortadora pieza mediana	3	Tiempo en fresadora pieza chica
Tiempo en torno 1 pieza chica	4	Tiempo en fresadora pieza mediana
Tiempo en torno 1 pieza mediana	5	

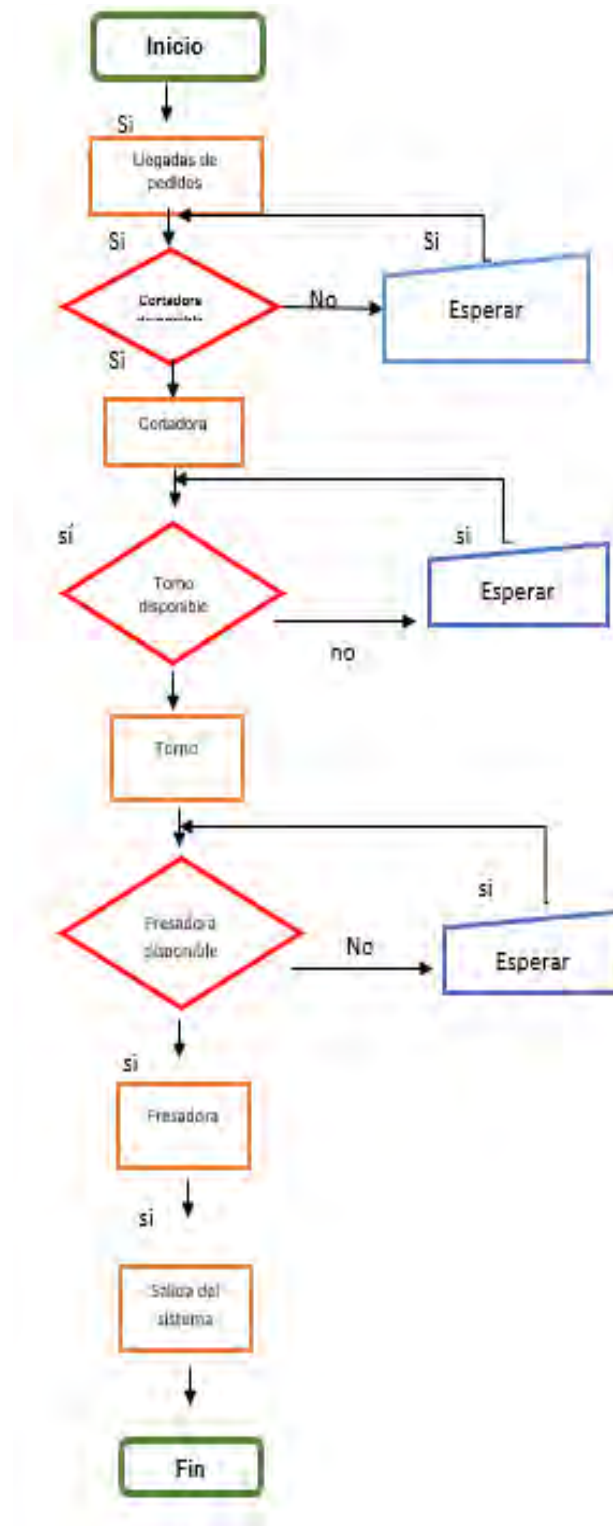
Una vez recolectados los datos, se procedió a su análisis, utilizando para ello el paquete estadístico Stat: fit ®, el cual permite la realización de las pruebas de bondad de ajuste Chi-cuadrada, Kolmogorov-Smirnov y Anderson Darling a los conjuntos de datos de las variables bajo estudio, para determinar a qué distribución de probabilidad teórica conocida se ajustan.



La variable de interés en esta zona del modelo, representa los tiempos que demora una pieza en la cortadora al realizar las pruebas con el paquete estadístico Stat: fit ®, se observó que las variables arrojaron como resultados que todas ellas se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas.

El proceso ilustrado en la figura 2 es el modelo conceptual del sistema bajo estudio.

FIGURA 2 diagrama del flujo del modelo estudiado



Verificación del modelo

Una vez Construido el modelo conceptual éste fue llevado al lugar de donde se realiza la simulación para ser verificado y aprobado por el responsable del proceso.

Construcción del modelo

utilizando el simulador SIMIO, se construyó el sistema, En la tabla 2 se muestra la relación de los objetos del simulador SIMIO con los elementos del sistema real.

Tabla 2 Objetos de SIMIO y su significado en el sistema real

Elemento en SIMIO®	Significado En El Sistema Real
Source	Generador de llegadas al sistema
Server1	Tiempo en cortadora
Server2	Tiempo en torno 1
Server3	Tiempo en torno 2
Server4	Tiempo en fresadora
Sink	Salida de producto terminado
path	Ruta que pasan las piezas

Figura 3: vista del modelo en 3D

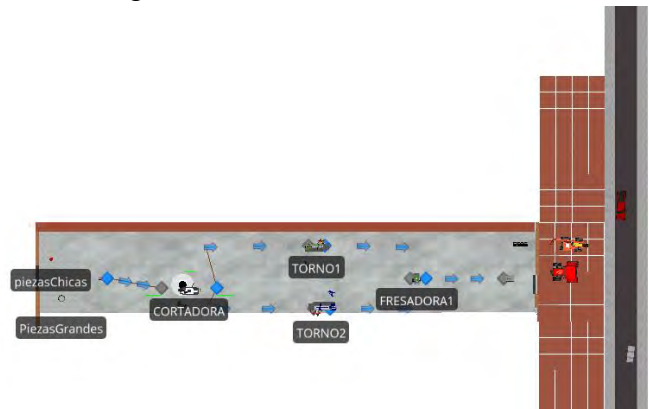


FIGURA 4: vista del modelo 2D



Pruebas piloto

De Acuerdo a los autores Law & Kelton (2000) Se corrieron 10 corridas piloto del sistema simulado, siendo el valor mínimo aceptable (cambiando el generador de números pseudoaleatorios) que aseguraron la programación correcta y que recabaron información para el siguiente paso.

Validación del modelo de simulación

La validación de un modelo es fundamental para garantizar la confiabilidad de la información. En cuestión consiste en corroborar que los datos que arroje el modelo de simulación sean estadísticamente iguales a los del sistema real. Para realizar la validación del modelo se utilizó la prueba t-apareada, que compara los resultados de la simulación contra los resultados observados del sistema real.

La validación se realizó a cada una de las variables, a continuación, se muestra solamente el procedimiento para una de ellas:

Tabla 3. Datos apareados de la variable tiempo de cortadora x pieza

	DATOS		cortadora pieza chica	
	Reales	Simulados		
Corridas	X_j	Y_j	$Z_j = X_j - Y_j$	$(Z_j - Z_{10})^2$
1	1.47	1.43	0.04	0.0256
2	1.98	2.79	-0.81	0.4761
3	2.3	1.75	0.55	0.4489
4	1.25	1.56	-0.31	0.0361
5	1.88	1.56	0.32	0.1936
6	2.1	1.47	0.63	0.5625
7	1.42	3.5	-2.08	3.8416
8	1.43	2.25	-0.82	0.4900
9	2.3	2.2	0.1	0.0484
10	2.42	1.24	1.18	1.6900
TOTAL			-1.2	7.8128
PROMEDIO			-0.12	

Sea:

X_j = tiempo promedio en minutos del tiempo del sistema real.

Y_j = tiempo promedio en minutos del tiempo del modelo de simulación.

Se construyó un intervalo de confianza al 95% para Z , en donde $Z_i = X_i - Y_i$ resultando ser (-0.7865, 0.5465)

El resultado muestra que el intervalo incluye al cero, con lo que se concluye: con un nivel de confianza del 95% se tiene un modelo válido, representativo del sistema sustentando

la igualdad de los datos reales y simulados si acaso hay diferencia ésta es insignificante y se debe a fluctuaciones aleatorias.

Diseño de experimentos

Determinación del número óptimo de corridas. Un grave error al momento de realizar estudios de simulación es el de basar las decisiones en la observación de una sola corrida; para evitar este error, es necesario determinar el número de corridas óptimo y así, con los resultados de varias corridas, las decisiones pueden tomarse de manera adecuada.

De acuerdo Aníbal (2018) determinar el número óptimo de corridas de un modelo de simulación, se utiliza el procedimiento de estimación de la media con un error específico, una vez que el modelo fue validado.

Para evitar el problema de tomar decisiones basados en una sola observación (replicación y/o corrida), se determinó el número óptimo de ellas por medio del siguiente procedimiento:

$$n^*(\beta) = \min \left\{ i \geq n : t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{s^2_{(n)}}{i}} \leq \beta \right\}$$

FIGURA 4

Corridas	Tiempo de servicio en el turno en minutos
1	31.15
2	51.05
3	38.8
4	34.58
5	34.72
6	32.14
7	55.75
8	46.02
9	45.45
10	22.99
Media	39.265
Varianza	102.0936

Se estimó el tiempo promedio entre llegadas, con un error absoluto β de 1 minuto y un nivel de confianza de 95%, el procedimiento se muestra a continuación:

$\bar{X}_n$	39.265
S^2_n	102.0936278
β	1

Corrida del modelo

Una vez concluidas las 277 replicaciones del modelo se analizaron las siguientes variables de salida para validar al mismo: tiempo de servicio del Torno en minutos.

A continuación, en la figura 5 se muestran se muestra la fórmula para encontrar el número mínimo de replicas.

$$t_{i-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(n)}{i}} \leq \beta$$

Ilustración 1 Tabla número 5 pruebas piloto del valor mínimo

i=	10		
t=	1.833	5.8568	<1
i=	300		
t=	1.6612	0.9691	<1
i=	280		
t=	1.645	0.9933	<1
i=	277		
t=	1.645	0.9987	<1
i=	1920		
t=	1.746	0.4026	<1

CONCLUSIONES

La realización del estudio de simulación comprueba que este ayuda a imitar un sistema real mediante un modelo digital para poder analizar su comportamiento conforme a los datos obtenidos, utilizando SIMIO® el cual es un software poderoso que permite simular modelos realistas en poco tiempo. Mediante el número de replicas que se realizaron y con la aplicación de la técnica t-pareada se pudo validar el modelo de simulación representativo de un taller metal-mecánico de la ciudad de Tierra Blanca Veracruz, para así, poder tomar las medidas de mejora correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

cabrera, a. g. (2018). construcción de un modelo de simulación . revista ciencia administrativa, 176-185.

Law, A. &. (2000). Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill.

ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA EN UNA CENTRAL DE AUTOBUSES UTILIZANDO SIMULACIÓN EN SIMIO ®

ALDAIR DE JESUS CANCINO GUTIERREZ¹ LUIS ÁNGEL SANTOS MARTINEZ² MISAEL ZUALE COLORADO³ LILIANA FUENTES ROSAS⁴.

RESUMEN

Una de las ventajas de la simulación es que resulta más barato experimentar vía simulación, que hacerlo directamente en el sistema real, en el presente artículo se realiza el análisis, a la solución planteada a una problemática presentada en una terminal de autobuses en la ciudad de Tierra Blanca Ver, para ello se plantea la simulación con el software SIMIO® para analizar la factibilidad y viabilidad de la posible repuesta a dicha problemática, la cual consta de instalar un cajero expendedor de boletos automatizado para la venta de los mismos dentro de la terminal. Para ello se discute y llevan a cabo la metodología propuesta por (Law, 2015).

Palabras clave: simulación, problemática, metodología, software

ABSTRAC

One of the advantages of simulation is that it is cheaper to experience simulation, which can be done directly in the real system, in this article the analysis is carried out, the solution posed in a problem presented in a bus terminal in the Tierra Blanca city See, for this, it is considered to use simulation with apes to analyze the feasibility and feasibility of the possible response to said problem, which consists of installing an automated ticket dispenser to sell them inside the terminal . For this, the methodology proposed by (Law, 2015) is discussed and carried out.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Terra Blanca
aldaircancinogtz@outlook.es

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Terra Blanca
Industrial_18@outlook.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Terra Blanca
misael.16zuale@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Terra Blanca

INTRODUCCIÓN

En la actualidad para las empresas cumplir con la satisfacción del cliente es uno de sus principales objetivos, ya que al cubrir la necesidad por la cual las personas compran su producto o servicio consiguen consolidarse dentro de la preferencia del consumidor lo que provocará que este regrese en un futuro o inclusive recomiende el servicio o producto a otras personas, lo cual beneficia a la empresa en muchos sentidos y principalmente en el económico ya que esto le genera ganancias y le ayuda a ganar terreno frente a sus competidores.

Este proyecto se basa en la problemática presentada en un terminal de autobuses ubicada en el municipio de Tierra Blanca Ver; en la cual a menudo las personas que acuden a dicho lugar para hacer la compra de boletos de viaje se ven obligados a esperar alrededor de 45 a 50 minutos para poder realizar su compra, esto se debe al insuficiente sistema de atención y despacho que en este lugar se brinda. El objetivo del proyecto es realizar un modelo de simulación que represente el sistema real y permita buscar alternativas para mejorar el servicio así como reducir los tiempos de espera, para ello se utilizó la metodología propuesta por (Law, 2015), la cual está conformada por los siguientes pasos: Formulación del problema, Recolección de datos y definición del modelo, Verificación del modelo, Construcción del programa, Realización de pruebas piloto, Validación del programa, Diseño de experimentos, Corrida del programa, Análisis de resultados, Documentación e implementación de resultados; los cuales serán explicados más adelante.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizó la investigación cuantitativa, ya que esta implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para la obtención de datos, por lo cual resulta de gran utilidad en dicho proyecto, ya que durante su elaboración se necesitó acopiar datos como lo fueron el tiempo entre llegadas al servidor (línea de espera) y el tiempo en el sistema (atención) de cada usuario. Las dos anteriores variables resultan cuantitativas por tal motivo dicho tipo de investigación resulta correcta. Así mismo de acuerdo al alcance de la investigación, esta resulta ser de carácter no

experimental, ya que no fue necesario experimentar directamente con el sistema; por otra parte, el método utilizado durante esta investigación resulta ser deductivo.

Para realizar dicho proyecto se contó con la participación de tres estudiantes de la carrera de ingeniería industrial pertenecientes al séptimo semestre del Instituto Tecnológico Superior Tierra Blanca; así mismo se contó la participación del gerente de la empresa en cuestión.

Formulación del problema

El modelo de simulación que se presenta en este artículo pretende analizar el fenómeno de líneas de espera presentado el sistema de compra de boletos en una terminal de autobuses ubicada en el municipio de Tierra Blanca Veracruz el cual se encuentra ubicado en la zona centro del estado en las coordenadas $18^{\circ} 27'$ latitud norte y $96^{\circ} 21'$ longitud oeste, a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Cuitláhuac, Cotaxtla y Tlalixcoyan, al este con Ixmactlahuacan, y al sur con Cosamaloapan. La terminal de Autobuses, se encuentra ubicado en Av. Aquiles Serdán entre 16 de septiembre, zona centro, en el municipio de tierra blanca Veracruz.

Ilustración 2. Ubicación de la terminal



En dicha terminal se cuenta con un sistema de atención al cliente el cual se analiza en el presente modelo de simulación, el cual está conformado por 3 cajas (ventanillas), con un cajero (a) cada una respectivamente, he aquí donde surge la problemática que se pretende resolver con dicho modelado, ya que este sistema resulta ser deficiente, puesto que normalmente los usuarios de esta terminal en determinadas horas (horas pico) se

ven afectadas por la deficiente atención que se les presta, por ende, los usuarios del sistema llegan a esperar hasta 20 minutos para poder comprar sus boletos.

2.1 Recolección de datos:

Para la recolección de datos correspondientes al funcionamiento del sistema real se acordó con el antes mencionado gerente de la central de autobuses, que está se realizara en un periodo de 30 días, durante los cuales se decidió que la recolección se basaría en dos variables las cuales son: las entradas de clientes al sistema (tiempo en el que un cliente se suma a la cola del servidor) y tiempo de atención dentro del servidor (tiempo en el que el cliente es atendido por las cajeras en cada una de las ventanillas) a su vez esta se tomaría para cada una de las cajas o ventanillas de atención; así mismo cabe resaltar que los datos fueron recolectados por los tres estudiantes antes mencionados, para facilitar la obtención de la información, se utilizaron hojas de recolección de datos, las cuales se muestran a continuación:

Tabla 11. Recolección de tiempo de atención

Valor	Caja 1	Caja 2	Caja 3	Tiempo
1				
2				
3				
4				
5				

Tabla 12. Hoja de recolección de tiempo entre llegadas

Valor	Hoja de recolección de tiempo entre llegadas de clientes a la cola		
	Hora de Llegada	Hombre	Mujer
1			
2			
3			
4			
5			

Análisis de variables:

Tras la recolección de datos dentro del sistema se procedió a su debido análisis, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statfit, esto con el fin de determinar a qué tipo de distribución se ajustan nuestros datos aplicando según el paquete las siguientes pruebas de bondad: Chi-Cuadrada, Anderson Darling y Kolmogorov Smirnov.

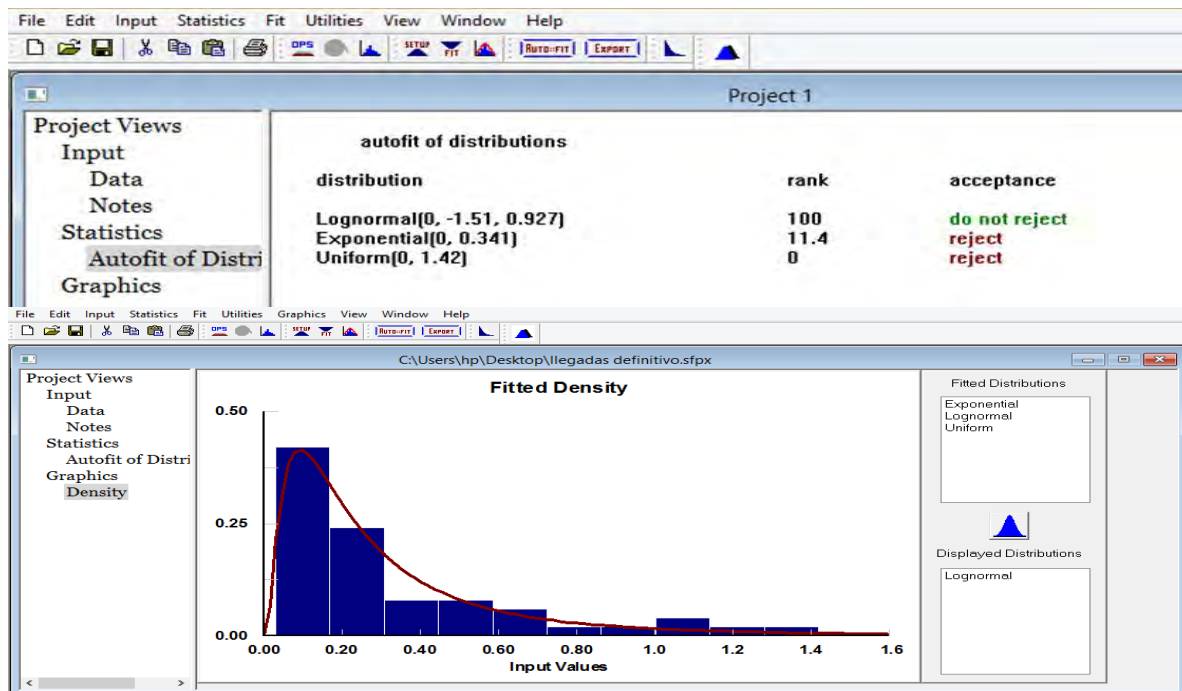
Análisis de datos en el programa:

Como se mencionó anteriormente la información obtenida de las cuatro variables a analizar fueron sometidas a un análisis en el software estadístico Statfit, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Análisis de la variable tiempo entre llegadas de clientes a la cola

El resultado del análisis de la variable tiempo de llegadas muestra que los datos se ajustan a una distribución Lognormal (0,-1.51, 0.927). La ilustración 2. Muestra el resultado obtenido de dicho análisis en el software estadístico Statfit.

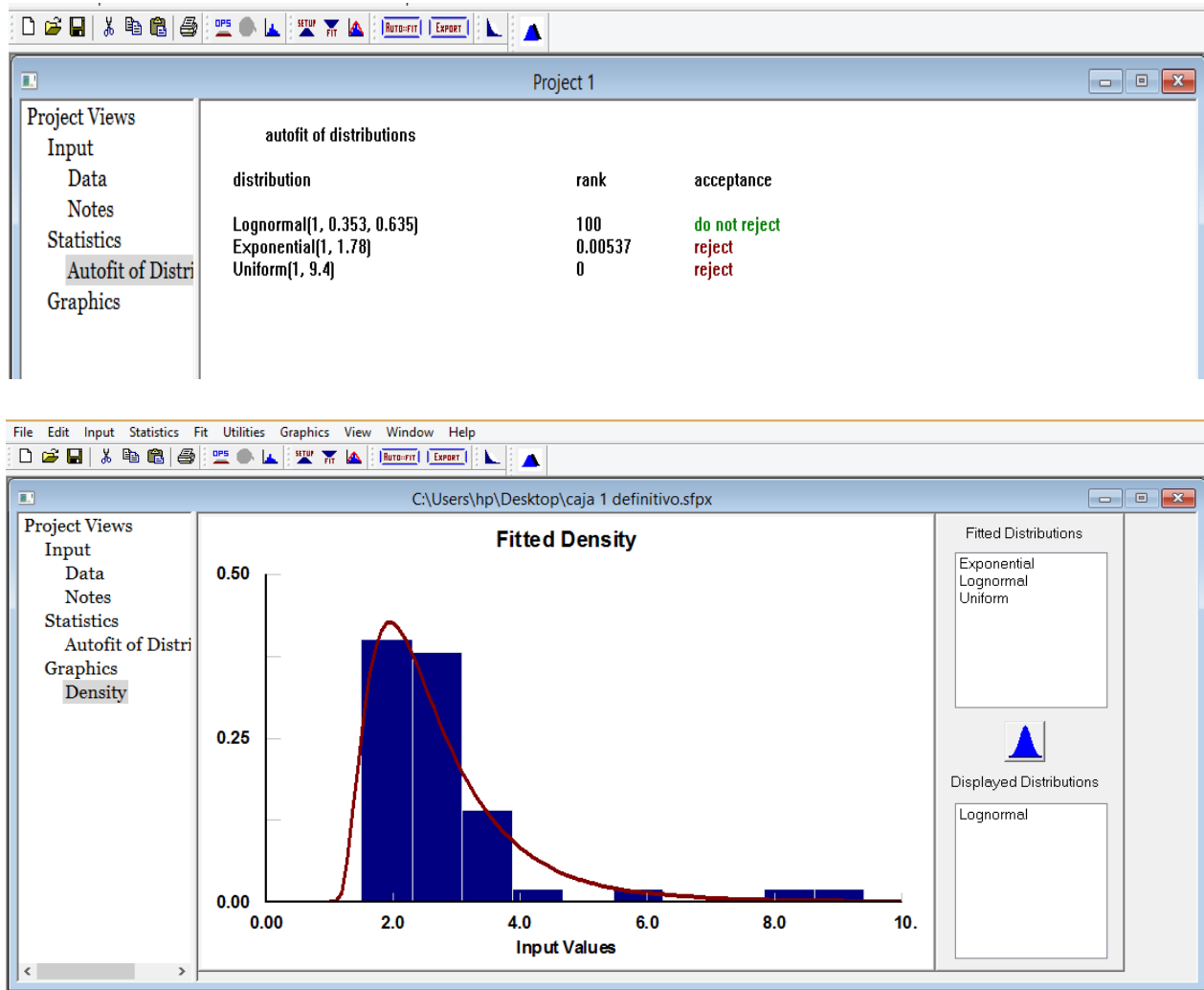
Ilustración 3. Análisis de la variable tiempo entre llegadas de clientes a la cola



Análisis de la variable tiempo de atención en caja 1

El resultado del análisis de la variable tiempo de atención en la caja 1 muestra que los datos obtenidos se ajustan a una distribución Lognormal (1, 0.353, 0.635). La figura 3 muestra el resultado del análisis estadístico realizado en el software estadístico Statfit.

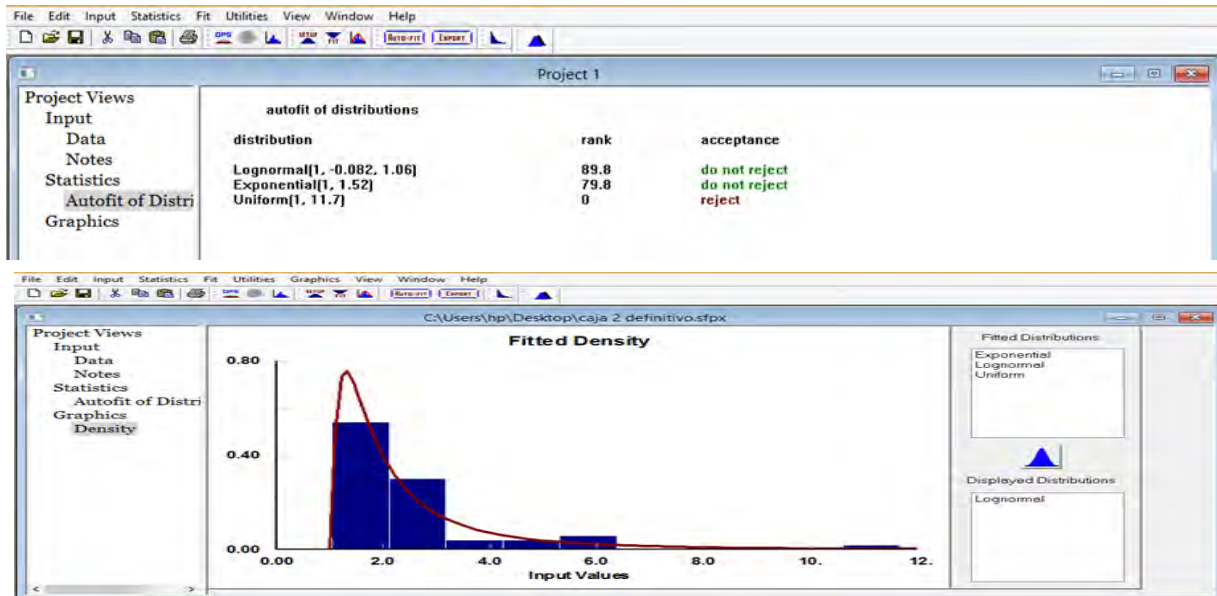
Ilustración 4. Análisis de la variable tiempo de atención en caja 1



Análisis de la variable tiempo de atención en caja 2

El análisis de la variable tiempo de atención en la caja 2 muestra que los datos se ajustaron a dos tipos de distribuciones, la primera a resulta ser una distribución Lognormal (1, -0.082, 1.06) y la segunda es una distribución exponencial (1, 1.52), en base a esto se trabajara con la distribución de mayor presente un mayor rango siendo en este caso la distribución Log normal. La ilustración 4 muestra los resultados obtenidos en el software estadístico.

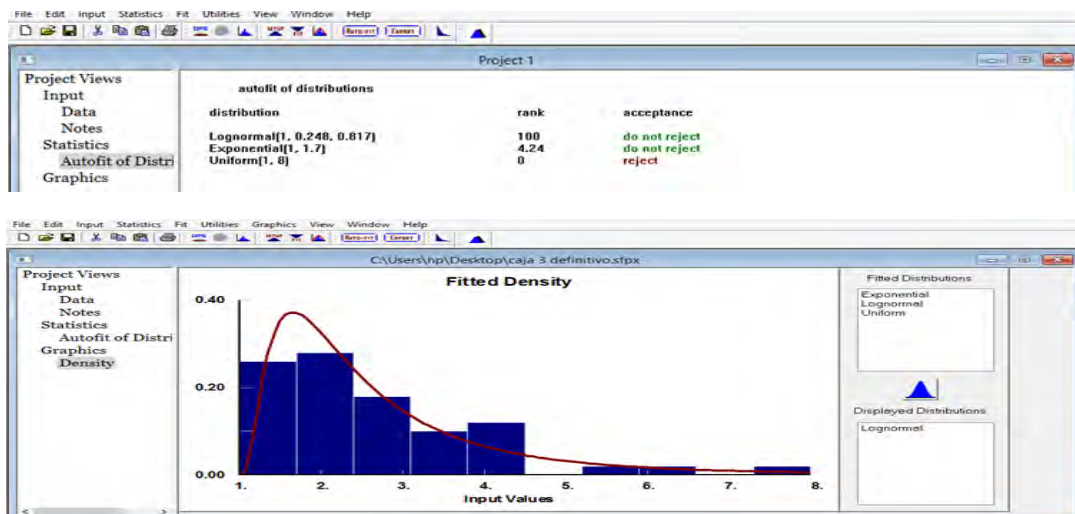
Ilustración 5. Análisis de la variable tiempo de atención en la caja 2



Análisis de la variable tiempo de atención en caja 3

El análisis de la variable tiempo de atención en caja 3 muestra que los datos se ajustaron a dos tipos de distribuciones las cuales son: Lognormal (1, 0.248, 0.817) y a una distribución exponencial (1, 1.7), con respecto a esta situación se decidió trabajar con la distribución que presente mayor rango, siendo en esta ocasión la distribución Lognormal. La ilustración 5 muestra los resultados obtenidos en el software estadístico.

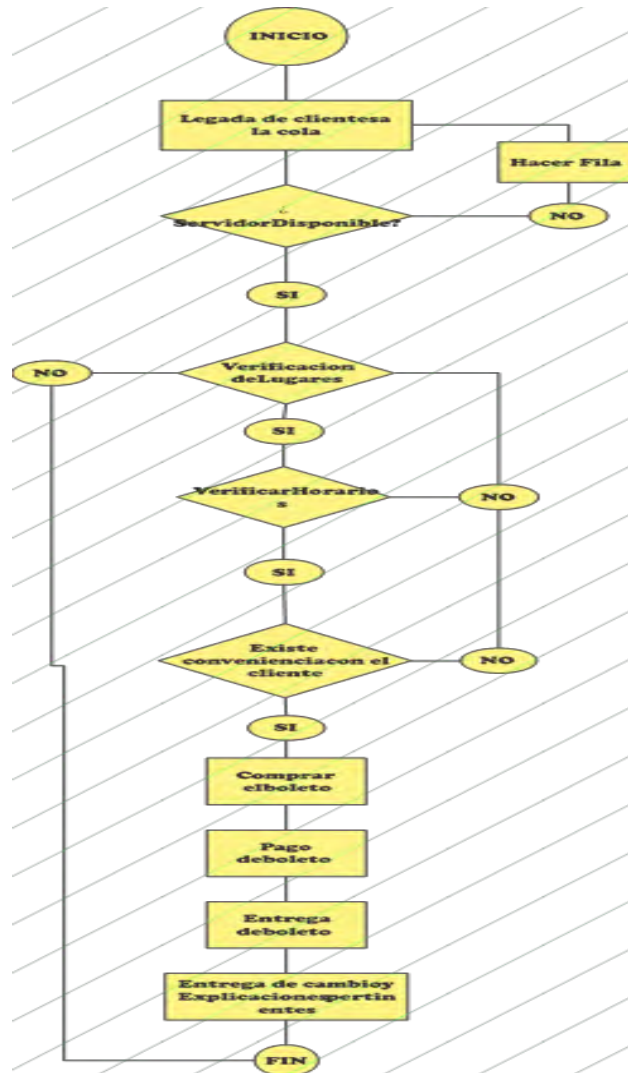
Ilustración 6. Análisis de la variable tiempo de atención en caja 3



Verificación del modelo

Con el objetivo de verificar que el sistema sea parecido al real se generó un diagrama de flujo en el cual se representan las actividades que se realizan normalmente dentro del sistema, este servirá para posteriormente trasladar estas actividades al software y empezar la simulación.

Ilustración 7. Diagrama de flujo del sistema real



Construcción del programa:

Posteriormente a la validación del diagrama presentado anteriormente ante el gerente de la empresa, se procedió a la construcción del modelo, para esto se presenta la tabla 3

muestra los elementos principales que se utilizaron para la previa elaboración de modelado en el software.

Tabla 13. Simbología en SIMIO® y simbología en el proceso real

Simbología en el software SIMIO®	Significado dentro del modelo
Model Entity	Clientes
Source	Entrada
Server	Ventanillas
Sink	Salida
TransferNode	Fila

Realización de pruebas piloto:

En este modelo se estimaron un numero de 10 pruebas piloto, puesto que este es el numero base con el cual el software SIMIO® trabaja en su forma básica

Validación del programa

Metodología t-apareada

Para realizar la prueba t-apareada, se recolectan m conjuntos de datos independientes del sistema y n conjuntos de datos del modelo. Sea x_j el promedio de las observaciones en el j-ésimo conjunto del sistema y Y_j el promedio de las observaciones en j-ésimo conjunto de datos del modelo.

Las X_j 's son variables aleatorias IID (Independientes e idénticamente distribuidas) con media $\mu_x = E(x_j)$, y las Y_j 's son variables aleatorias IID (asumiendo que los n conjuntos de datos se obtuvieron de replicaciones diferentes) con media $\mu_y = E(Y_j)$, por lo que se tratará de comparar el modelo con el sistema construyendo un intervalo de confianza para:

$$Z = \mu_x - \mu_y$$

Para usar la prueba t-apareada se requiere que $m = n$.

Fórmulas para la prueba t-apareada

$$Z_i = x_i$$

$$\bar{z}_{n=} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n}$$

$$\hat{Var}[\bar{z}_{(n)}] = \frac{\sum_{i=1}^n [z_i - \bar{z}_{(n)}]^2}{n(n-1)}$$

El intervalo de confianza es $(100(1-\alpha))$:

$$\bar{z}_{(n)} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\bar{var}(\bar{z}_{(n)})}$$

Sea $1(\alpha)$ y $U(\alpha)$ el limite de confianza superior e inferior respectivamente. Si $\phi \notin [1(\alpha), U(\alpha)]$ entonces la diferencia observada entre μ_x y μ_y :

$$\bar{x}_{(n)} - \bar{y}_{(n)}$$

Se dice que es estadísticamente significativa α . Esto es equivalente a rechazar la hipótesis nula:

$$H_0: \mu_x = \mu_y$$

En favor de la alternativa:

$$H_1: \mu_x \neq \mu_y$$

Si $\phi \in [1(\alpha), U(\alpha)]$, cualquier diferencia observada en μ_x y μ_y no es estadísticamente significativa al nivel " α " y puede ser explicada por fluctuaciones aleatorias aceptando así que el modelo es válido.

Aplicación de la metodología t-Pareada en el sistema

Para la validación del sistema se realizó la metodología de t-apareada, para las cuatro variables del sistema; es decir, tiempo entre llegadas, tiempo de atención en las 3 ventanillas de atención, cabe mencionar que esta ilustración ejemplifica el trabajo hecho con las demás variables de sistema.

Ilustración 8. Resultados obtenidos de la prueba t-apareada para la variable tiempo de atención en la ventanilla 3

DATOS				
	Reales	Simulados		
Corridas	X_i	Y_i	$Z_i = X_i - Y_i$	$(Z_i - \bar{Z}_{(n)})^2$
1	0.05	0.13	-0.08	0.0100
2	0.08	0.65	-0.57	0.1521
3	0.47	0.24	0.23	0.1681
4	0.13	0.17	-0.04	0.0196
5	0.15	0.17	-0.02	0.0256
6	0.25	0.14	0.11	0.0841
7	0.08	0.96	-0.88	0.4900
8	0.07	0.43	-0.36	0.0324
9	0.13	0.41	-0.28	0.0100
10	0.15	0.06	0.09	0.0729
TOTAL			-1.8	1.0648
PROMEDIO			-0.18	
Varianza			Intervalo	
$\hat{var}[\bar{Z}_{(n)}] = \frac{\sum_{i=1}^n [Z_i - \bar{Z}_{(n)}]^2}{n(n-1)}$			$\bar{Z}_{(n)} \pm t_{n-1, 1-\alpha/2} \sqrt{\hat{var}(\bar{Z}_{(n)})}$	
0.0118		-0.4260	-0.4260	0.0660
0.118311	0.1088	0.343964	0.0660	

Como se puede apreciar en la figura 7, se puede apreciar que con un nivel de significancia de 95% concluimos que el modelo de simulación es representativo del sistema real y que

las diferencias no son estadísticamente significativas y se deben a fluctuaciones aleatorias.

Diseño de experimentos

Para determinar el numero de veces por la cuales se debe correr el modelo se aplico la formula de kelton en excel como lo muestra la ilustracion 8. Como resultado se obtuvo que el numero minimo durante el cual se debe correr el modelo es de 331 veces.

Ilustración 9. Diseño de experimentos en Excel

Corridas	Tiempo	i optima =			
1	1.94	$t_{i-1,1-\alpha/2} \sqrt{\frac{S^2(m)}{i}} \leq \beta$			
2	4.01				
3	2.52				
4	2.2				
5	2.21	i=	10		
6	2.05	t=	1.833	0.6034	0.1
7	4.91	i=	95		
8	3.27	t=	1.6612	0.1774	0.1
9	3.2	i=	100		
10	1.63	t=	1.645	0.1713	0.1
Media	2.794	i=	200		
Varianza	1.083804	t=	1.645	0.1211	0.1
		i=	331		
		t=	1.746	0.0999	0.1
$\bar{X}_n$	2.794				
S^2_n	1.083804				
β	0.1				
α	0.05				

CONCLUSIONES

Los modelos de simulación tienen por objetivo representar un sistema real, a partir de su comportamiento, con el objetivo de encontrar o proponer alternativas de mejora sin influir directamente en el sistema, una gran ventaja que genera este tipo de modelado es que no genera costos elevados, puesto que permite estudiar y analizar el sistema sin realizar cambios directos.

El proceso de creación de un modelo comprende varias fases, las cuales en conjunto son las encargadas de dar forma al modelado y de las cuales muchas veces dependen los resultados que se obtendrán después de correr el modelo, un claro ejemplo de ello es la recolección de datos en la cual, si los datos de las variables anteriormente definidas no son los correctos, los resultados que obtengamos al finalizar el modelado no serán de utilidad para proponer una alternativa de mejora.

En este trabajo se presentaron las bases de la formulación del modelo, definiendo las variables a utilizar durante el proceso de creación, así como la posterior recolección de datos, también se decidieron los elementos bases a utilizar para el modelado, por último, se realizaron las pruebas de validación del modelo llegando a la conclusión de que el modelo es estadísticamente valido para su realización.

ANÁLISIS EN LÍNEA DE ENVASADO 1, PARA EL INCREMENTO EN LA EFICACIA EN UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE CAFÉ.

MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO¹ GABRIEL. SÁNCHEZ MARTÍNEZ² LUCIA GUADALUPE TOBÓN GALICIA³

RESUMEN

Toda empresa trabaja para el logro de los objetivos establecidos, buscando con ello ser más competitivos en un mercado globalizado, así mismo se requiere del diseño de estrategias que coadyuven en el éxito. Específicamente en el área de producción para lograr la eficacia se necesita realizar el producto con todos los requisitos específicos para hacerlo atractivo.

En el proceso de envasado en la línea 1, la velocidad viene dada por la capacidad de la llenadora, la cual es la maquina principal, actualmente está programada para producir 120 frascos por minuto, pero debido a paros ya sea por la materia prima, fallas mecánicas o debido al material de empaque su velocidad se ve afectada ya que se generan paros no programados, afectando el tiempo programado para la producción de la presentación que se está envasado o generando mermas en los materiales de empaque.

Palabras clave: Objetivos, eficacia, mejora

INTRODUCCIÓN

Una empresa trabaja para el logro de los objetivos establecidos, buscando con ello ser mas competitivos en un mercado globalizado, así mismo se requiere del diseño de estrategias que coadyuven en el éxito. Específicamente en el área de producción para lograr la eficacia se necesita realizar el producto con todos los requisitos específicos para hacerlo atractivo. En el proceso de envasado en la línea 1, la velocidad de la línea viene

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca er_211312@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
Ing_sanchez_gabriel@hotmail.com

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Itobon19@hotmailcom

dada por la capacidad de la llenadora, la cual es la maquina principal dentro de la línea, actualmente está para producir 120 frascos por minuto, pero debido a paros ya sea por la materia prima, fallas mecánicas o debido al material de empaque su velocidad se ve afectada. Al presentarse fallas mecánicas en las diferentes máquinas, se generan paros no programados, afectando así el tiempo programado para la producción de la presentación que se está envasado; así como generando mermas en los materiales de empaque.

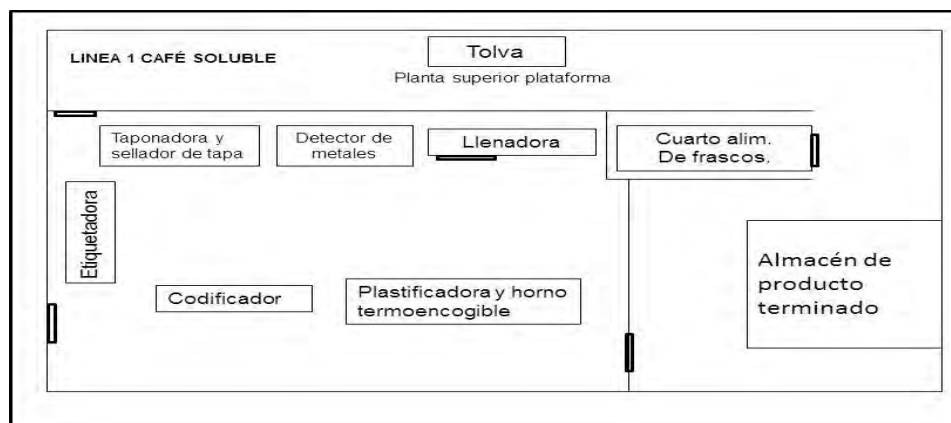
Basándose en lo observado dentro de la línea de producción, se realizó un plano de la distribución de la línea de envasado de café soluble, así como también un diagrama de flujo del proceso, para una mejor determinación y visualización del funcionamiento del proceso de envasado.

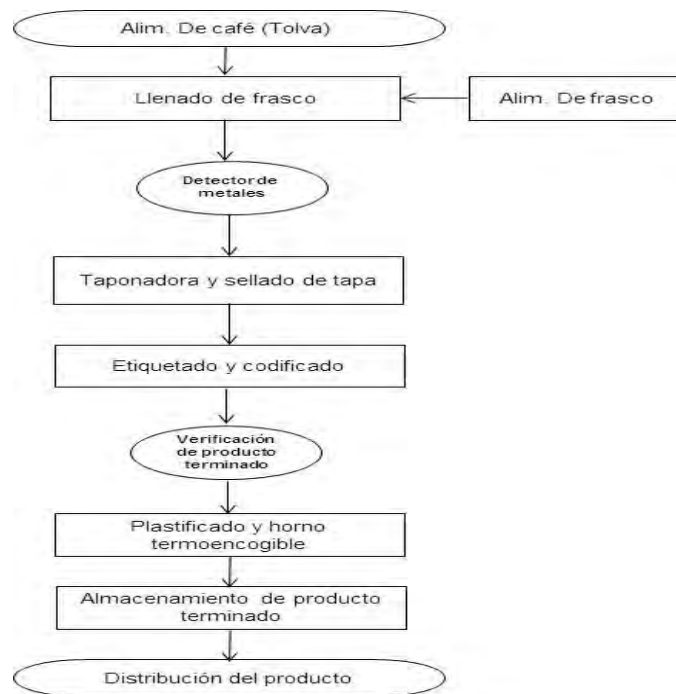
Se presenta en la figura 3 la distribución de la línea y en la figura 4 un diagrama de flujo del proceso.

Basándose en lo observado dentro de la línea de producción, se realizó un plano de la distribución de la línea de envasado de café soluble, así como también un diagrama de flujo del proceso, para una mejor determinación y visualización del funcionamiento del proceso de envasado.

Se presenta en la figura 3 la distribución de la línea y en la figura 4 un diagrama de flujo del proceso

Figura 3. Distribución de línea / Fuente: propia del proyecto

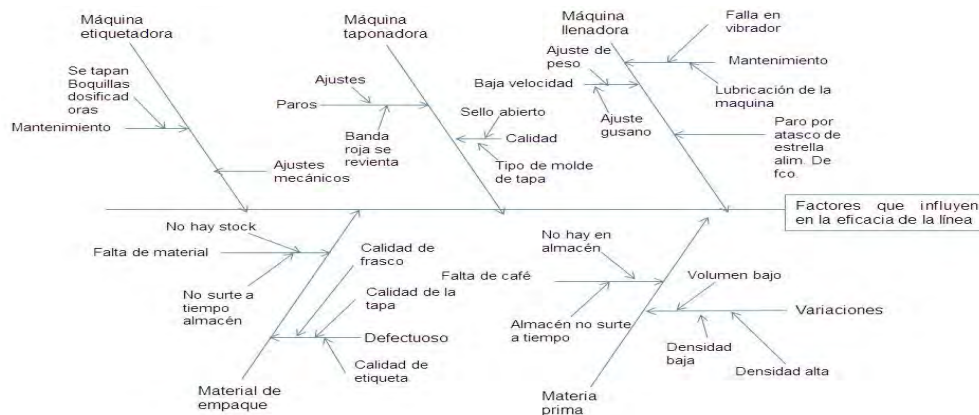




Hasta el mes de Julio la línea obtuvo una eficacia del 74%, lo que se busca es incrementar este indicador, para ello se analizaran cuáles son los principales fallos que se generan dentro de producción que provocan bajas velocidades o paros afectando así la eficacia. De acuerdo a la información recabada empíricamente con los colaboradores de línea, alguna de las causas o fallos que provocan paros o bajas de velocidad dentro de la línea son:

Con base a la información obtenida con el formato de paros generados en producción, se realiza un diagrama de pescado para tener una mejor visión de los factores, así como las causas de estos factores que afectan la eficacia en la línea.

Figura 5. Diagrama de factores que influyen en la eficacia / Fuente: propia



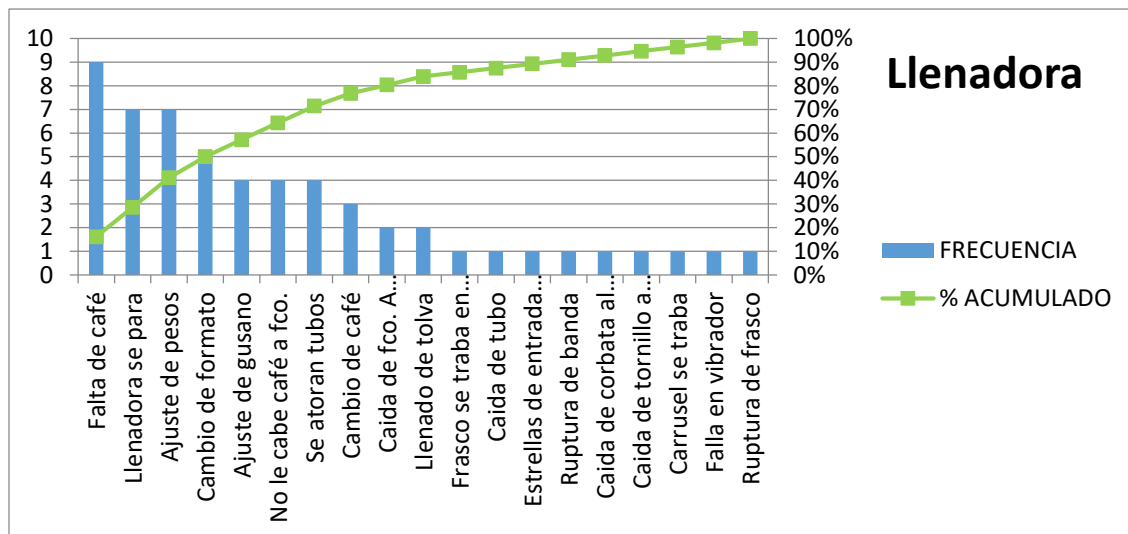
De acuerdo a la figura 5. Diagrama de factores que influyen en la eficacia, nos muestra que uno de los factores son el café soluble debido a variaciones que se tienen con esté, ya sea por volumen bajo o densidades altas y/o bajas, las cuales ocasionan que se presenten bajas de velocidad en la maquina llenadora, ya que se generan los ajustes de pesos; así mismo otra de las causas es la falta de café, ya sea porque almacén no surte a tiempo a producción o no se encuentre café en stock.

Otro de los factores es el material de empaque, ya sea por falta de este o variaciones de las propiedades físicas de los materiales, que provocan ajustes, bajas de velocidad o paros en las máquinas.

El resto de los factores que influyen en la eficacia son las maquinas llenadora, etiquetadora y taponadora, ya que los paros que se presentan en línea la mayor parte son generados en dichas máquinas, ya sea por ajustes mecánicos y de peso en el caso de llenadora, al igual que otra de la

Con base a los datos que se obtienen del formato implementado se realiza un análisis de los paros más frecuentes, esto a través de la realización de los diagramas de Pareto por cada máquina dentro de línea. Los datos recabados para el análisis de Pareto, son tomados de los paros generados en los meses de julio, agosto y septiembre del formato implementado en línea.

Gráfico 1. Fallos en Llenadora (Julio)



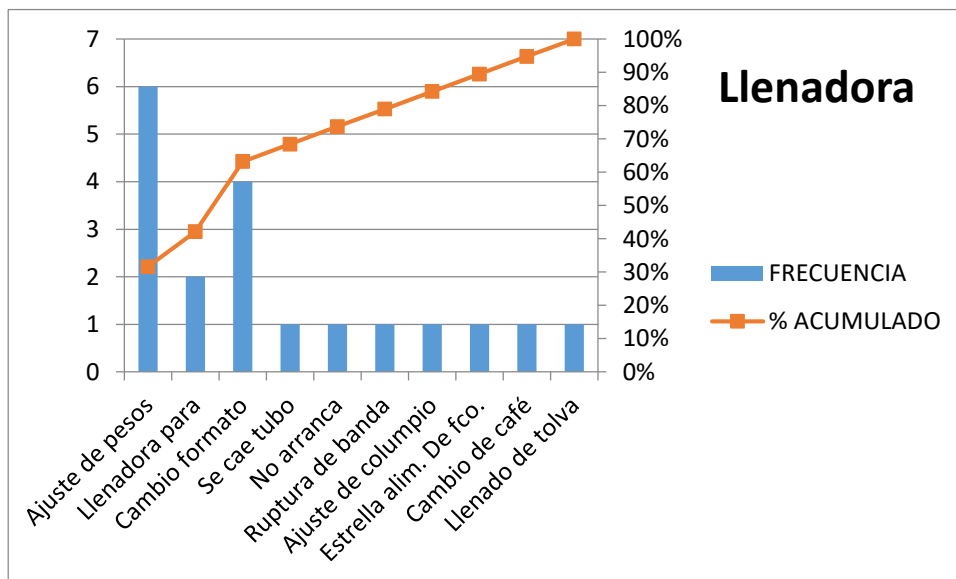
Fuente: propia del proyecto

Los resultados obtenidos en el mes de Julio en la máquina llenadora se pueden observar en el gráfico 1, el cual indica que los paros con más frecuencia fueron por la falta de café, esto debido a que almacén no contaba con stock para surtir a producción, resultado de esto se espera a que planta de elaboración vuelva a abastecer de café a almacén; con respecto a fallos mecánicos de la máquina o bajas de velocidad, se encuentran Paro en llenadora esto debido al desgaste del clutch, provocando esto bajas de velocidad en llenadora, los ajustes de pesos son debido a las variaciones que se tienen con la materia prima. El 20% de los fallos generados son atoramiento de frasco, ruptura de banda, caídas de partes que conforman la máquina, ruptura de frasco y fallas en el vibrador.

A continuación, se muestran en los gráficos 5, 6 y 7 los resultados obtenidos del análisis de Pareto del mes de agosto de los fallos en las máquinas de línea, observando que al igual que en el anterior mes la máquina en la que más se generan más fallos es en la máquina principal de línea, la llenadora.

En la máquina taponadora los fallos más frecuentes en el mes de agosto con un porcentaje del 80% son los ajustes mecánicos que se generan ya sea por variaciones de propiedades físicas del material de empaque o un mal manejo de operación de la máquina.

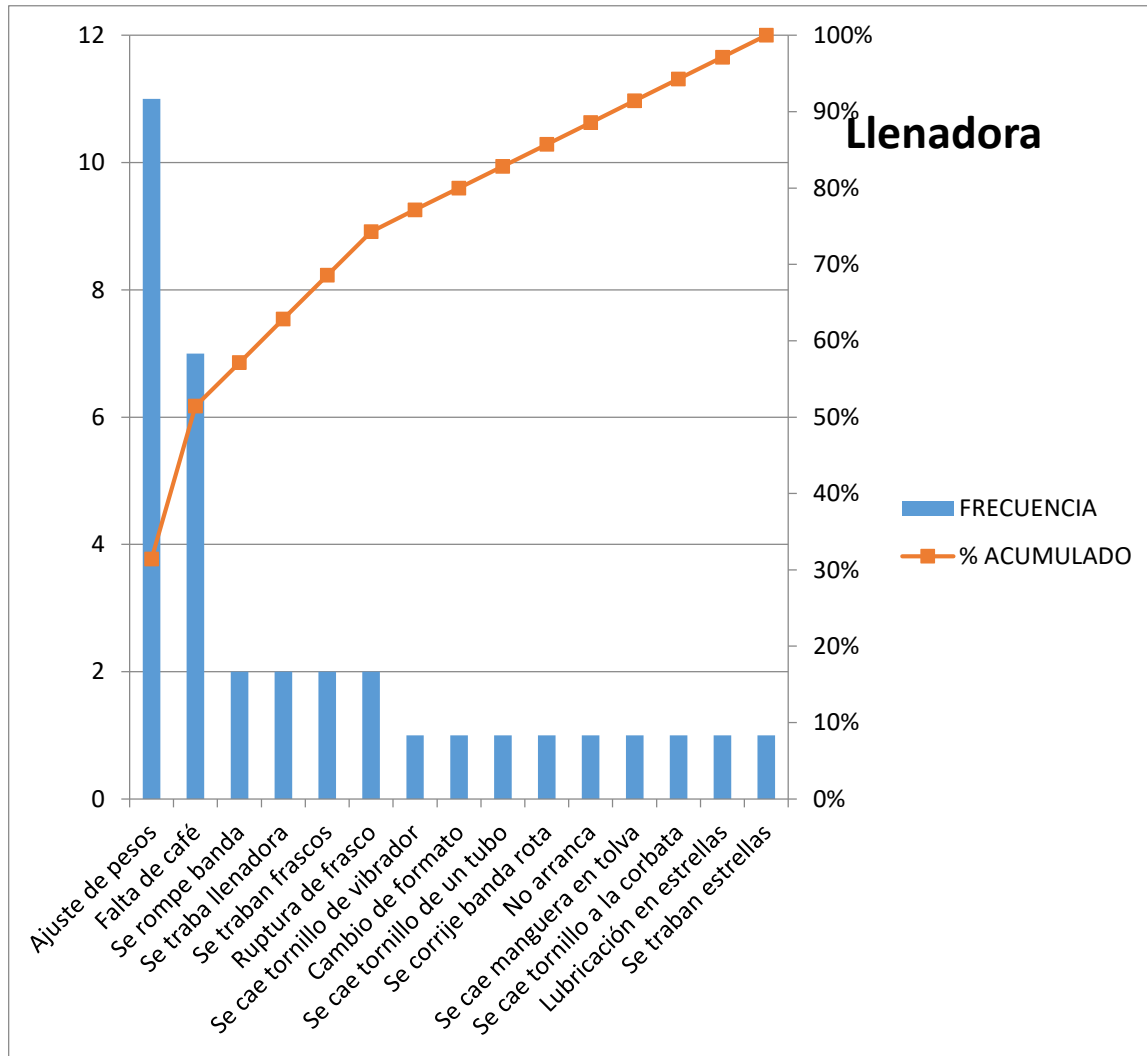
Gráfico 5. Fallo en Llenadora (Agosto)



Fuente: propia del proyecto

En el gráfico 8 se observan los resultados obtenidos en el mes de septiembre, en donde indica que entre el 80% de los paros en llenadora son debido a los problemas por ajustes de pesos y la falta de café, y el 20% de las causas de la baja de velocidad y/o paros se debe a ruptura de bandas, atoramiento de frascos, ruptura de frascos, entre otros.

Gráfico 8. Fallos en llenadora (septiembre)

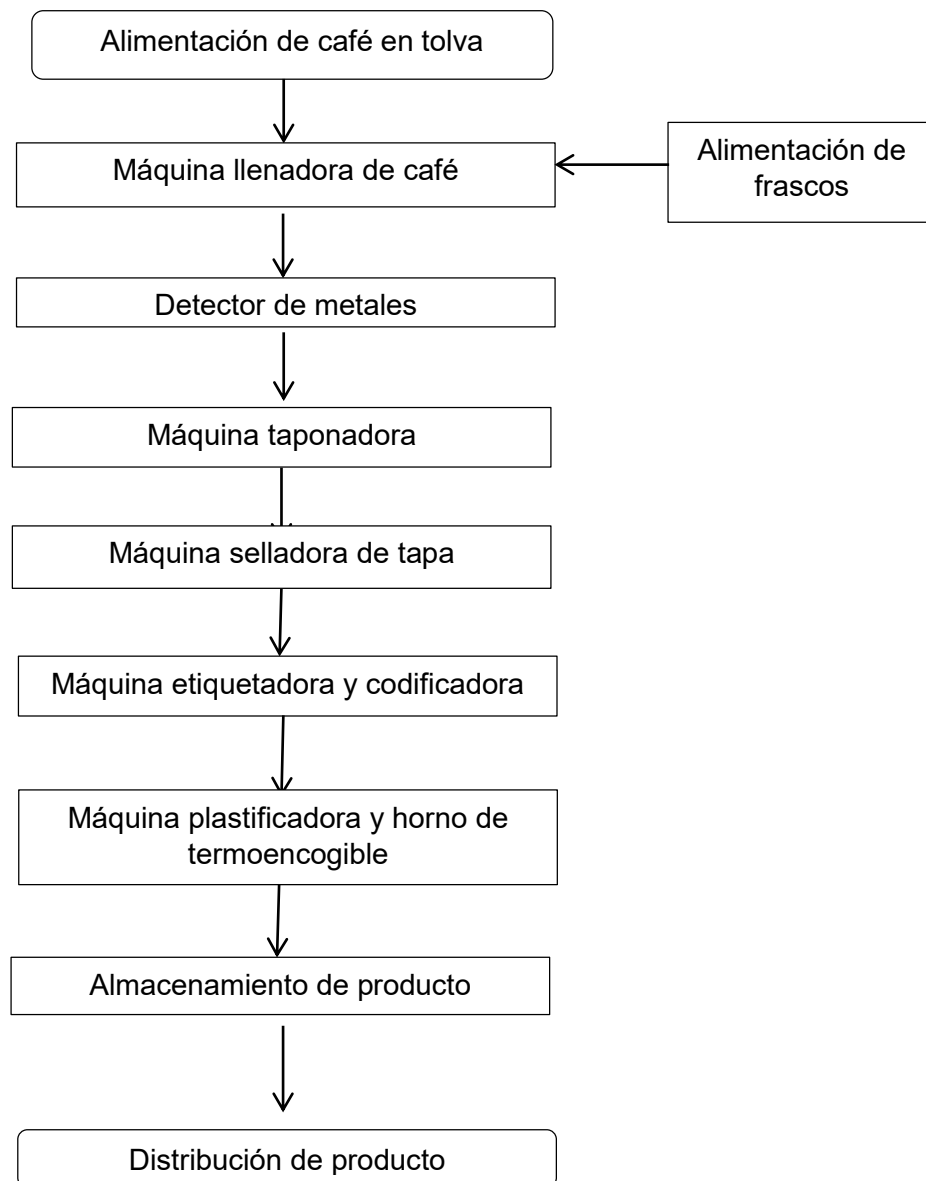


Fuente: propia del proyecto

Desarrollar un mapa del proceso (Representación gráfica de las operaciones).

Se realiza un diagrama para determinar el funcionamiento del proceso de envasado. Se presenta en la figura 5 el diagrama de flujo de envasado.

Figura 5. Diagrama del proceso



Fuente: propia del proyecto

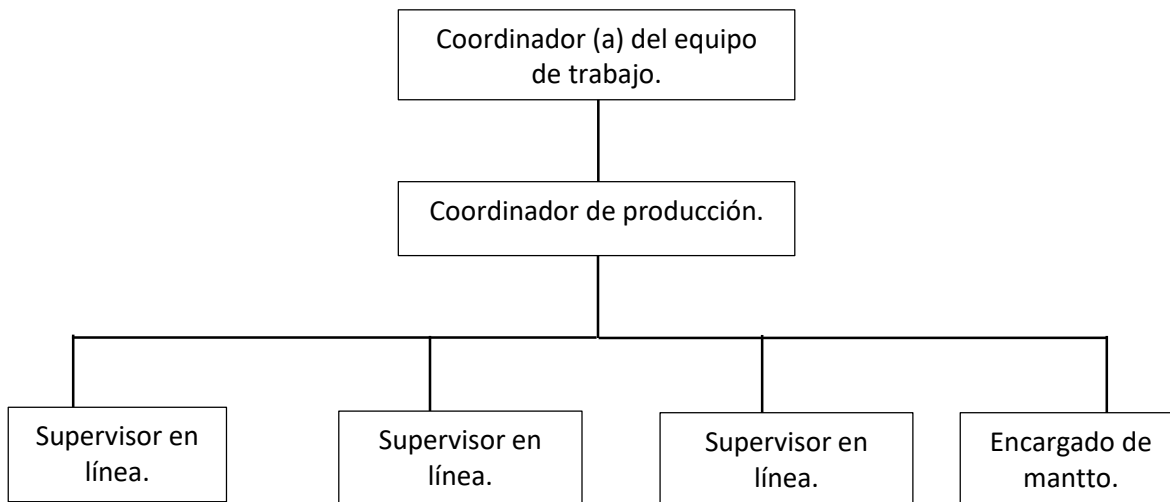
Formar un equipo de trabajo (Team Kaizen), documentar el proceso.

Dentro del departamento de producción de envasado el equipo de trabajo (Team Kaizen) se conformó con el Coordinador de producción, los supervisores en turno, así como también los operadores de las máquinas que conforman la línea de producción.

Coordinador de AMEF, en cargada de documentar la metodología, coordinador de producción de envasado, responsable de línea supervisor en turno de trabajo y en el área de mantenimiento.

A continuación, se observa en la figura 6 el equipo de trabajo:

Figura 6. Equipo de trabajo.



Después de haber identificado y registrado los distintos fallos funcionales de la línea, se continúa con el análisis de los distintos modos de fallo en las máquinas, por lo tanto en la siguiente tabla se encuentra el análisis de modos y efectos de falla (AMEF), siendo este de gran importancia en el proceso debido a que permite identificar las fallas potenciales, los efectos que trae consigo y el impacto que puede ocasionar al proceso, información útil para priorizar las actividades de mantenimiento.

Tabla 2. Análisis de modo efecto de falla (AMEF)

ANÁLISIS DE MODO EFECTO DE FALLA (AMEF)										
Responsable (Dpto. / Área):										
Responsable de AMEF (Persona):										
Área:				Línea 1 de envasado						
MÁQUINA	MODO DE FALLO	EFFECTO POTENCIAL DE FALLA	SEVERIDAD	CAUSAS POTENCIALES DE LA FALLA	OCURRENCIA	CONTROL ACTUAL DEL PROCESO	DETECCIÓN	NPR	ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE
Llenadora	Carrusel se traba	La máquina no puede continuar con el llenado	8	Falta de lubricación en carrusel (exceso de café)	5	Bitácora de operador	4	160	Establecer un protocolo de revisión para lubricación de carrusel	Supervisor en turno / operador en turno
Llenadora	Desgaste de Clutch	Tarda en la arrancar máquina	7	Falta de mantenimiento preventivo (desgaste físico)	2	Bitácora de mantenimiento	5	70	Realizar un formato de revisión periódica de clutch y/o realización de un mantto.	Supervisor en turno /
Llenadora	Fallo de vibrador	Se afecta el acomodo de café en el fco.	5	Mantenimiento al vibrador	3	Bitácora de mantenimiento	5	75	Establecer un mantenimiento preventivo	Supervisor en turno /
Llenadora	Estrellas de entrada y salida se atascan	Pérdida de tiempo en estrellas, no avanzan los fcos.	7	Desgaste en formatos	4	Bitácora de operador	3	84	Realizar una revisión periódica del estado de los formatos y tener	Supervisor en turno / operador en turno

									stock de piezas	
Llenadora	Desgaste de resorte	Paro de la máquina	8	Desgaste físico	3	Bitácora de mantenimiento	4	96	Realizar una revisión periódica del estado de los formatos y tener stock de piezas	Supervisor en turno
Llenadora	Sensores de puertas	La máquina se para, no acciona	8	Desactivados o sensor mal conectado	3	Bitácora de mantenimiento	5	120	Realizar una revisión de sensores de puertas al inicio y final de producción	Operador en turno
Llenadora	Lubricación en dosificadores	Tubos dosificadores se atorán	7	Resto de café acumulado en tubos	4	Bitácora de supervisores	4	112	Establecer un sistema de aspirado en tubos dosificadores	
Llenadora	Ajuste de columpio	Caída de tornillos sino está bien posicionados	7	Mala operación del operador	3	Bitácora de operador	4	84	Check list del buen posicionamiento del columpio	Operador en turno
Llenadora	Ruptura de banda transportadora	Paro en la línea	8	Desgaste físico	3	Bitácora de supervisores	6	144	Realizar un mantenimiento preventivo con respecto a la vida útil de las bandas	supervisor en turno

A continuación se muestra en la tabla un plan de mantenimiento donde se puede observar las acciones correctivas y de mejora que se planificaron y se llevaron a cabo durante el periodo de residencias para la disminución de paros provocados por fallos en las máquinas. Esto relacionado con el diseño del análisis de modo efecto de falla.

Tabla 3. Plan de mantenimiento.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO							FECHA REAL					
DESCRIPCIÓN	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.
Máquina llenadora												
Clutch												
Vibrador												
Estrellas alim.												
Resorte de carrusel												
Sensores en puertas												
Máquina taponadora												
Flecha de disco												
Motor												
Orrings												
Disco												
Orientador												
Máquina Etiquetadora												
Uñas de agarre												
Dosificador de pegamento												
Bandas laterales de arrastre												
Sensores en puertas												
Electroválvulas												
Plastificadora												
Sensores												
Pistones de cuchillas												
Botonera de accionamiento manual												
Termopar												
Horno termocongelable												
Resistencia												
Banda transportadora												
Bandas transportadoras												
Motor												
Bandas												

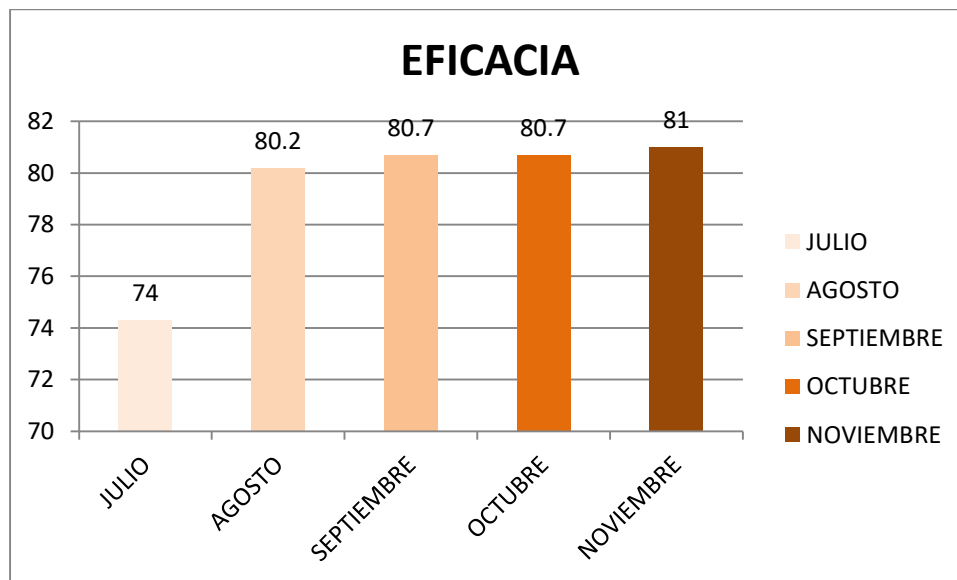
De acuerdo al plan de mantenimiento estas fueron las actividades que se realizaron en lo que respecta a la máquina llenadora, se le dio mantenimiento al clutch y se adquirió uno nuevo para en caso de desgaste tener refacción y cambiar la pieza, así como también se hizo una revisión y mantenimiento al vibrador y sensores de la máquina y se estableció una revisión mensual a estos, con lo que respecta a los formatos (estrellas de entrada y salida, tubos dosificadores, etc.) se hizo la solicitud para adquirir las piezas desgastadas para tener en stock.

A las máquinas taponadora, etiquetadora, plastificadora y horno termocongelable se le realizó un mantenimiento correctivo a los fallos que ocurrieron, esto dentro de los meses marcados en el plan de mantenimiento y se estableció en conjunto con el coordinador de producción y encargado de mantenimiento el plan de mantenimiento y/o revisiones periódicas correspondiente a cada máquina y sus componentes esto de acuerdo al análisis de modo efecto de fallo, así como también para lo que son las bandas transportadoras.

RESULTADOS.

En el gráfico 13 se puede observar el incremento de la eficacia que se tiene a partir del mes de agosto, observando un incremento del 7% hasta el mes de noviembre.

Grafico 13. Eficacia en línea



Fuente: propia del proyecto

En la tabla 4 se observa la reducción de tiempos que se obtuvo hasta el mes de noviembre, debido al mantenimiento que se desarrolló dentro de la línea de producción y que a su vez se puede ver observada en la tabla 3. Plan de mantenimiento.

Tabla 4. Tiempos de paro en línea

Tiempos de paro en línea	
Julio	Noviembre
60.3 hrs.	41.5 hrs

Fuente: propia del proyecto

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos con las gráficas de análisis de Pareto realizado, se concluye que dentro de la línea de envasado los principales fallos son dentro del cuarto de llenadora, esto debido a la falta de mantenimiento preventivo a la máquina, obteniendo con esto la baja de velocidades o paro de la máquina afectando así el indicador de eficacia. Al igual que otro de los factores generadores de los paros dentro del área de llenado son las variaciones que se tienen con el café.

En el mes de noviembre la eficacia incremento al 80% esto debido a que el área de mantenimiento realiza un mantenimiento a la máquina llenadora, cambiando el clutch debido a que este presentaba desgaste, pieza la cual hace que la llenadora accione y gire correctamente, regula también la velocidad de la máquina, este mantenimiento ayudo a que los paros y bajas de velocidad ocasionales que se generaban disminuyeran.

Mediante la realización de AMEF, se establece la gran importancia y el alcance de los beneficios que proporciona el Análisis de Modo y Efectos de Falla Potencial como una herramienta para examinar todas las formas en que un producto o proceso pueda fallar; además se hace una revisión de la acción que debe tomar para minimizar la probabilidad de falla o el efecto de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Admin. (26 de Diciembre de 2012). Consulting group. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de spcgroup: <https://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/>
- Admin. (26 de Diciembre de 2012). SPC consulting group. Recuperado el Octubre de 2017, de SPC consulting group: <https://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/>
- Banks. (1998).
- Eugenio. (s.f.). Lean solutions. Recuperado el Octubre de 2017, de Lean solutions: <http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/>
- formacion, L. (s.f.). Lacor Formacion. Recuperado el Octubre de 2017, de Lacor Formacion: <https://www.lacorformacion.com/metodologia-amfe-de-proceso>
- Ingenieria industrial online. (s.f.).
- Ingenieria industrial online. (s.f.). Recuperado el Octubre, de Ingenieria industrial online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- spcgroup. (s.f.). Recuperado el 12 de Oct de 2017, de consulting group: <https://spcgroup.com.mx/7-herramientas-basicas/>
- Thompson, I. (Enero de 2018). PromonegocioS.net. Recuperado el Octubre de 2017, de PromonegocioS.net: <https://www.promonegocios.net/administracion/definicion-eficacia.html>
- ucipfg. (s.f.). Recuperado el Octubr de 2017, de ucipfg: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MAP/MAPD-06/UNIDADES_DE_APRENDIZAJE/Unidad4/complementarias/Herramientas_calidad.pdf

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ESPERA EN LA CAFETERÍA DEL ITSTB.

CRISTIAN JOSUÉ ARROYO REYES¹ ALBERTO REYES LEPE² BRANDON PORTILLA ORDAZ³ DIANA OCHOA RIVERA⁴
MARÍA DEL SOCORRO FLORES SERRANO⁵

RESUMEN

La cafetería a la que se hace mención en este estudio, está ubicada en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, dedica su actividad comercial al servicio de productos y comida, lo cual esta misma lleva meses con quejas de alumnos por el aumento de colas y el servicio lento que son las principales variables que afectan. No obstante, tras tantas semanas de esfuerzo aun no logran solucionar los problemas. Para esto se cuenta con dos trabajadores en el mostrador y siete trabajadoras en el área de comida, la infraestructura cuenta con aire acondicionado.

La demora en el servicio crea necesidad en los alumnos de retirarse e ir con la competencia y eso implica perdidas para la cafetería.

En el desarrollo de este proyecto se pretende proyectar un modelo de simulación de la cafetería, con el fin de mejorar tiempos, y con espacio suficiente para la ubicación de sus productos y poder atender en tiempo y forma a los clientes.

Palabras clave: Simulación, servicio, alumnos, tiempo.

ABSTRACT.

The cafeteria mentioned in this study, is located in the Higher Technological Institute of Tierra Blanca, dedicates its commercial activity to the service of products and food, which this same month takes months with complaints of students for the increase of queues and the slow service that are the main variables that affect. However, after so many weeks of

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca 168n0209@itstb.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Alberto-1998@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca America_brandon@live.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca dya-nyta@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

effort they still cannot solve the problems. For this there are two workers at the counter and seven workers in the food area, the infrastructure has air conditioning.

The delay in the service creates a need for students to retire and go with the competition and that implies losses for the cafeteria.

In the development of this project it is intended to project a simulation model of the cafeteria, in order to improve times, and with sufficient space for the location of its products and to be able to serve customers in a timely manner.

Key words: *Simulation, SIMIO®, queues.*

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se inscribe dentro de un proyecto denominado “Aplicación de simulación para mejorar el sistema de espera en la cafetería del ITSTB”. Dicho proyecto tiene como propósito identificar los factores que afectan en el aumento de colas y demora en el servicio.

El estudio tiene como propósito contribuir a dicho proyecto, aportando una comprensión de lo que representa la tecnología para este tipo de problemas, planteados en simulación. La simulación se enfocará en la demanda de desayunos y almuerzos, donde se aumentan los problemas de colas, servicio lento, descontento de los clientes. Se realizará un modelo computarizado con mejoras planteadas al sistema, obteniendo mejores resultados inclusive con valor económico.

La cafetería a la que se hace mención en este estudio, está ubicada en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, dedica su actividad comercial al servicio de productos y comida, lo cual esta misma lleva meses con quejas de alumnos por el aumento de colas y el servicio lento que son las principales variables que afectan. No obstante, tras tantas semanas de esfuerzo aun no logran solucionar los problemas. Para esto se cuenta con dos trabajadores en el mostrador y siete trabajadoras en el área de comida, la infraestructura cuenta con aire acondicionado.

La demora en el servicio crea necesidad en los alumnos de retirarse e ir con la competencia y eso implica pérdidas para la cafetería.

Las actividades de la cafetería en el ITSTB han estado en constante trabajo para adaptarse a los cambios que ha sufrido con las quejas de los alumnos, siempre tratando dar la mejor calidad en servicio tomando la nueva tecnología para ver si han dado buenos resultados.

Actualmente existen nuevos métodos de trabajo, utilizando software, dispositivos mecánicos, estanterías, que minimizan tiempos y recursos con el objetivo principal de dar el mejor servicio hacia sus clientes.

En el desarrollo de este proyecto se pretende proyectar un modelo de simulación de la cafetería, con el fin de mejorar tiempos, y con espacio suficiente para la ubicación de sus productos y poder atender en tiempo y forma a los clientes.

METODOLOGÍA

Para la evaluación de la presente política de apertura de cajas se realizó un estudio de simulación siguiendo la metodología propuesta por Law y Kelton (2000) y que consta de 10 pasos, tal como se ilustra en la figura 1.

Figura 1. Metodología para un estudio de simulación según Law y Kelton (2000)



Formulación del problema

El objetivo del presente trabajo es tomar el rango de tiempo de los trabajadores que operan en la cafetería y comparar con alternativas para poder mejorar, sin embargo, la cafetería no logra darse abasto por gran cantidad de demanda en las horas pico (12:00pm a 14:00pm), tanto de estudiantes como el personal del instituto.

Recolección de datos y definición del modelo

Las variables independientes de las cuales se tomaron datos fueron: tiempo de llegadas al cliente y tiempo de servicio en mostrador. Se tomaron datos durante 30 días y se generaron las bases correspondientes.

Una vez ya realizadas las bases de datos, se correspondió al tratamiento estadístico, el cual incluye la realización de pruebas de bondad de ajuste. Todas las variables fueron tratadas estadísticamente, para ello se utilizó el *Stat::Fit*® resultando que las tres variables se ajustaron a distribuciones teóricas conocidas. El ajuste para la variable, tiempo de servicio en mostrador “producto mostrador” se muestra en la figura 2 y figura 3.

Figura 2. Ajuste normal de la variable tiempo de servicio en mostrador “producto mostrador”

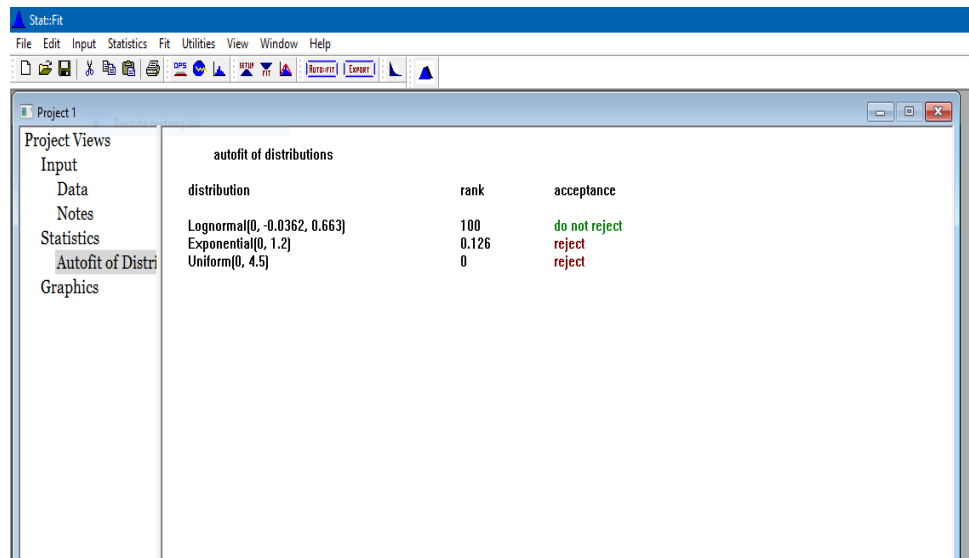
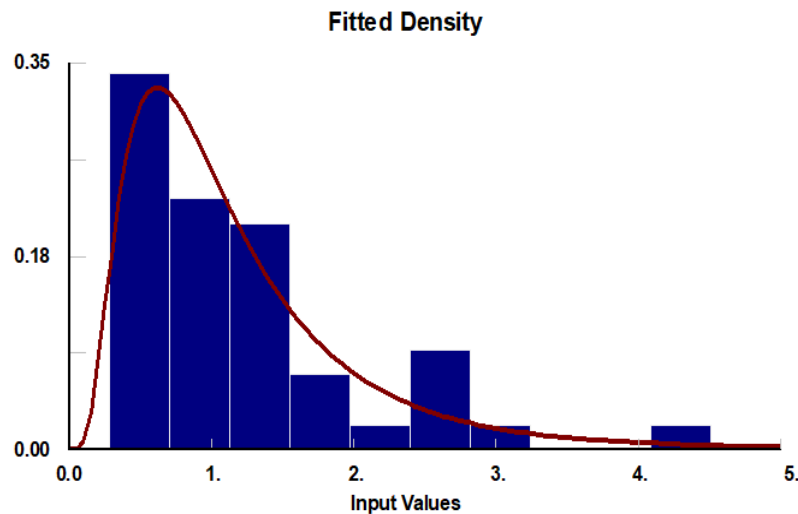


Figura 3. Tratamiento estadístico de la variable tiempo servicio en mostrador “producto mostrador”



El ajuste para la variable, tiempo de servicio en mostrador “comida” se muestra en la figura 4 y figura 5.

Figura 4. Ajuste normal de la variable tiempo de servicio en mostrador “comida”

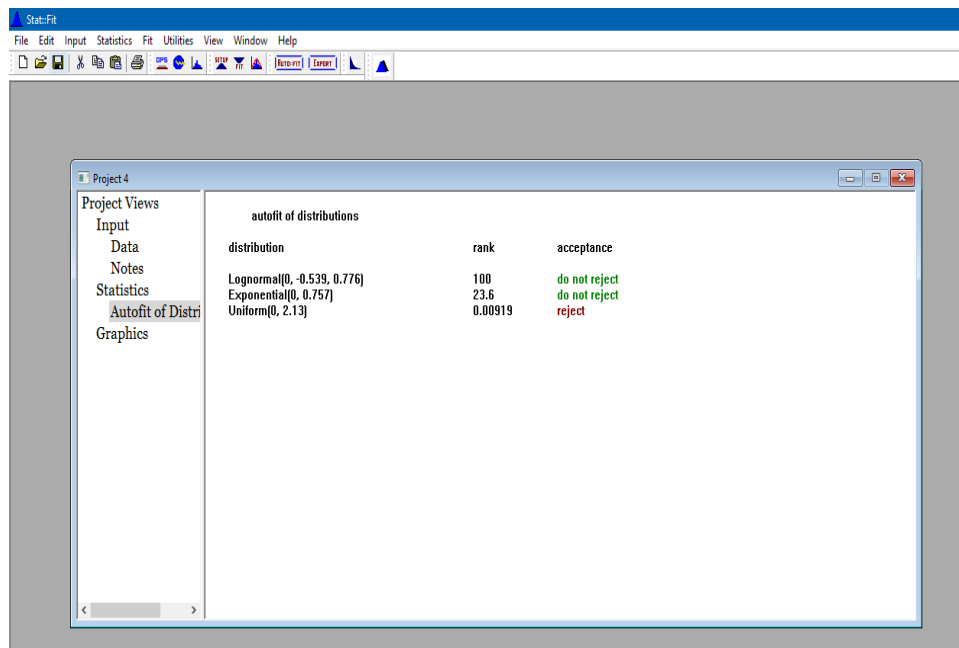
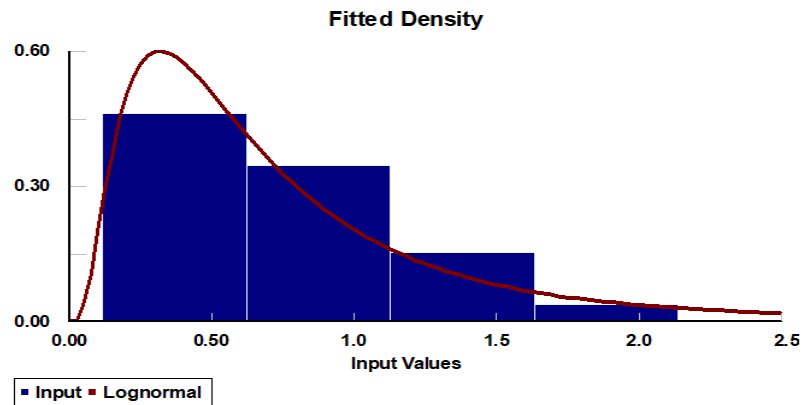
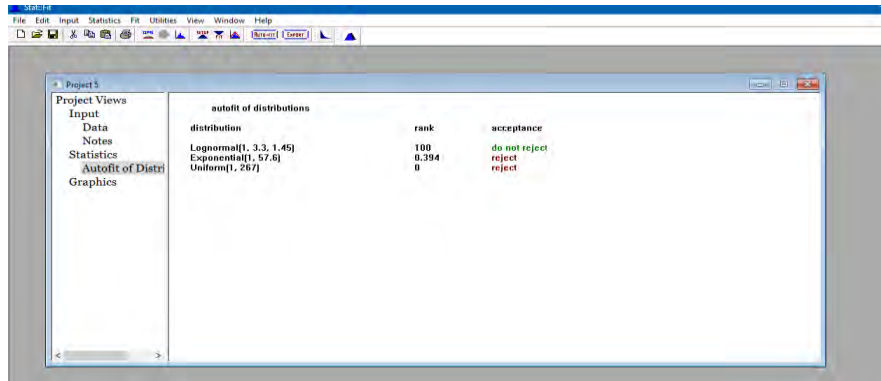
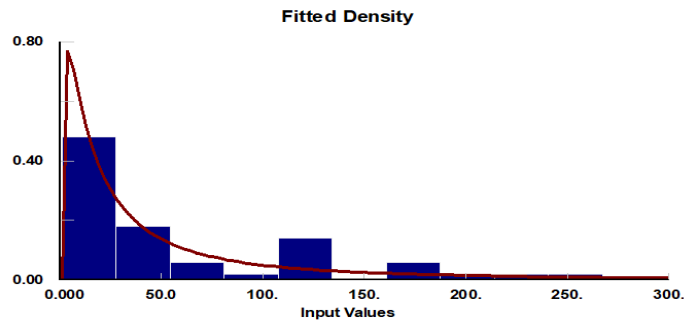


Figura 5. Tratamiento estadístico de la variable tiempo servicio en mostrador “comida”



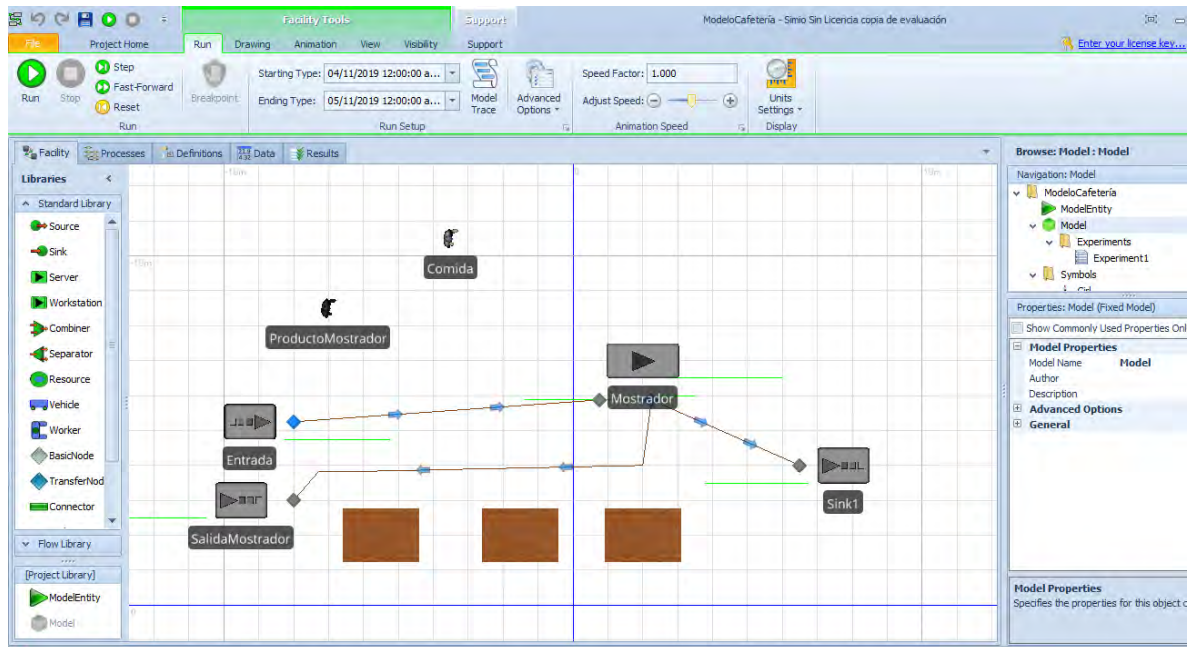
El ajuste para la variable, tiempo de llegada de los clientes se muestra en la figura 6 y figura 7.

Figura 6. Ajuste normal de la variable tiempo de llegada de los clientes

Figura 7. Tratamiento estadístico de la variable tiempo-----o de llegada de los clientes
Verificación del modelo

El modelo conceptual fue presentado y explicado al encargado de la cafetería quien verificó dicho proceso, dicho proceso se muestra en la figura 8.

Figura 8. Modelo de la cafetería realizado en Simio



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- M. Dong. (2001). Process modeling, performance análisis and configuration. Virginia: Polytechnic Institute and state university.
- E. William, S. Khoubyari. (1996). Modeling issues in a shipping system.
- A. K. Kharwat. (1991). Computer simukation: an important tool in the fast-food industry.
- S. Curin, J. Vosko, E. Chan, O. Tsimhoni. (2005). Reducing service time at a busy fast food restaurant on campus.
- A. Law. (2003). How to conduct a successful simulation study. Winter simulation conference.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y CONTROL DE LOS FACTORES DE RIESGOS ERGONÓMICOS, EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SUPERIOR DEL ESTADO DE VERACRUZ, MEDIANTE EL MÉTODO ERGOPAR.

PEDRO HERNÁNDEZ GALLEGOS¹ MAGDALENA HERNÁNDEZ CORTEZ² MARÍA DE LOURDES LÓPEZ CRUZ³

RESUMEN

La situación actual que prevalece en las instituciones respecto a los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajos de oficina ha tomado relevancia, debido a la alta probabilidad de sufrir problemas musculo esquelético, derivado de las actividades, como las posturas forzadas que adoptan y los movimientos repetidos por periodos prolongados, por lo que es necesario proponer mejoras, concientizar a los trabajadores y tomar medidas necesarias que garanticen las condiciones óptimas y seguras en la ejecución de sus actividades. Muchos de los problemas musculo esquelético como los dolores de cuello, espalda, piernas y muñecas se asocian a problemas ergonómicos, y como las dolencias no se reflejan de inmediato, la prevención y detección temprana son fundamentales para evitar lesiones que produzcan dolor agudo o que se conviertan en crónicas.

Esta investigación se fundamenta en el método ergopar, principalmente en los daños que perciben los trabajadores a su salud, derivado del trabajo. A pesar de que los riesgos a los que están expuestos son mínimas, así como el desconocimiento y creencia de pensar que no corren riesgo alguno, se deben analizar y evaluar los riesgos para minimizar sus efectos, mediante recomendaciones y acciones preventivas.

Palabras clave: Método ergopar, Riesgos ergonómicos, problema musculo esquelético.

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
pedroyld@hotmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
magdalena.hernandez@itstb.edu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Lourdes.lopez@itstb.edu.mx

ABSTRACT.

The current situation that remains in the institutions about the ergonomic risks in office jobs has taken value because of the high probabilities of suffering musculo-skeletal issues derivated from daily activities as well as the forced postures adopted and the repeated moves for long periods, that's why it's necessary to propose improvements, raise awareness to the employees and take every necessary measure that guarantee safe and optimal conditions in their activities execution. Many of the musculo-skeletal problems as neck, back, legs and wrist pain are associated to ergonomic problems and thanks to the fact that diseases aren't reflected immediatly, prevention and early detection are fundamental to avoid injuries that might produce acute or even chronic pain.

This research is based on the Ergopar method, mainly on the perceived damage by the employees against their health caused by work. Despite of the risks that they are exposed to are mínimum, aside from the misconception and believing that there is no actual danger involved in it, we have to analize and evaluate the risks to reduce the effects by suggestions and preventive actions.

Keywords: *Ergopar method, Ergonomic risks, musculo-eskeletal problem.*

INTRODUCCIÓN

Los factores de riesgos asociados al trabajo de oficina como los trastornos músculo esquelético, se han incrementado de una manera notable en los últimos años; en la actualidad muchas organizaciones se han preocupado por prevenir los riesgos en los centros de trabajos, sin embargo, no ha sucedido lo mismo en las instituciones educativas, los motivos puede deberse a que se corre menos riesgo en comparación con las industrias, sin embargo, el presente proyecto buscó identificar y analizar qué factores de riesgos ergonómicos se presentan en los trabajadores dedicados a labores de oficina de una institución educativa de nivel Superior del Estado de Veracruz, mediante la ergonomía participativa.

Los posibles riesgos a que están expuesto los trabajadores de oficina, son derivados del entorno de trabajo, del tipo de actividad, del diseño de los espacios y muebles, esto se complica aún más si las personas son de diferentes complejiones, por lo que los espacios

deben ser ajustados a las condiciones del puesto de trabajo, al tipo de actividad que se desempeña y a las necesidades del trabajador, si esto no se toma en cuenta, puede ocurrir lesiones y enfermedades músculo esquelético.

En la actualidad la introducción del uso de las nuevas tecnologías han hecho la labor más fácil y rápida, pero también el personal que está frente a una computadora está propenso a sufrir problemas de, visión (problemas de la vista, fatiga visual, visión borrosa, enrojecimiento, lagrimeo, pesadez, dolor de cabeza), debido a las condiciones inadecuadas de trabajo, como la distancia del monitor, teclado, mouse, reflejos, deslumbramientos, contraste, etc.; así como los trastorno músculo esquelético (dolores de espalda, cuello, hombros, calambres, sensación de hormigueo en brazos, manos, piernas, etc.), debido a los movimientos repetitivos y mobiliarios inadecuados; y el estrés, por la mala organización, exceso de trabajo, la monotonía, la falta de control sobre las condiciones de trabajo, la presión del tiempo de trabajo, las malas relaciones sociales de trabajo, ansiedad, cambios en el comportamiento, fatiga, etc. (Mondelo, Gregori, González y Gómez, 2013, p.69,70).

Para los trabajadores de oficina, contar con un espacio óptimo, constituye un factor primordial para la ejecución de sus actividades diarias, no todas las instituciones cuentan con la infraestructura suficiente, tal es el caso de la institución educativa superior sujeto a estudio. Los oficinistas pasan mucho tiempo sentado realizando tareas repetidas, aunado a esto el tiempo de ocio que le dedican a otras actividades como, ver la televisión, comunicarse por el celular, permanecer sentado en reuniones familiares, sin realizar alguna actividad física, ha aumentado el sedentarismo, provocando con esto la aparición de ciertas enfermedades como la obesidad, pérdida gradual de la vista, falta de circulación, dolores musculares, trastornos músculos esqueléticos (TME), estrés, problemas personales, etc.

Diversos trabajos de investigación se pueden encontrar sobre los problemas músculo esquelético que sufren los trabajadores en una organización, como es el caso de México. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) ha dado un paso para atender los aspectos asociados a enfermedades laborales que conllevan un sobreesfuerzo físico, movimientos repetitivos, posturas forzadas, como consecuencia del uso de quipos en el

proceso productivo, con esta iniciativa se busca proteger la salud de los trabajadores. El proyecto NOM-036-1-STPS-2017 establece entre otras obligaciones, que el patrón deberá contar con un análisis de los factores de riesgo ergonómico de los puestos de trabajo; adoptar medidas preventivas en sus instalaciones, maquinaria, equipo o herramienta, para mitigarlos y capacitar al personal ocupacionalmente expuesto sobre prácticas de trabajo seguro. Este instrumento determina, asimismo, medidas para la prevención de estos factores y señala que, en caso de que exista un nivel de riesgo en la forma en que se desarrollan las actividades, se adopten medidas de control, ya sea técnica o administrativa (STPS, 2017).

Según (Ramos y Ocaña, 2017) a nivel mundial, 12.2 millones de personas mueren a causa de enfermedades ocupacionales, como los riesgos ergonómicos, siendo la dorsalgia (16%) el de mayor prevalencia (OMS, 2011). Así mismo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2013) señaló que las enfermedades profesionales relativamente nuevas son los TME, que se han incrementado en los últimos años, acarreando costos enormes para los trabajadores y sus familias.

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en el período 2006-2011 muestra como estadística algunas enfermedades, como sinovitis, tenosinovitis, bursitis, entesopatías, síndrome de túnel carpiano y dermatopatías.

Los TME afectan la calidad de vida de muchas personas, se cree que la proporción de enfermedades músculo esquelético atribuibles al trabajo es de 30%, por tanto, su prevención sería muy rentable (Arenas y Cantú, 2013).

Sierra et al. (2017) refiere que, en México, la patología músculo esquelético es de las primeras causas de enfermedad, tal como lo establece las estadísticas del IMSS 2012, en donde reporta que el número de accidentes de trabajo de tipo músculo esquelético fue de 240 674 casos (STPS, 2012).

Los beneficios esperados que tendrá la institución, es conocer si entre el personal de oficina padecen de alguna molestia o dolores musculares en hombros, cuello, espalda, brazos, codos, muñecas, dedos, piernas y vista, conocer las causas que lo provocan, proponer medidas de seguridad para mejorar las condiciones de trabajo, así como también evitar gastos a la institución por incapacidad de personal.

METODOLOGÍA

El método Ergopar ha sido diseñado para que pueda emplearse en cualquier institución y puesto de trabajo, debido a que existe la flexibilidad y adaptación de dicha metodología, se hizo las adecuaciones pertinentes y necesarias, adaptándose a las condiciones actuales de la institución, tratando de apegarse a cada tarea establecida por el método. búsqueda de información de problemas músculo esquelético.

En primera instancia se efectuó la búsqueda de información, para saber si existen datos de trabajadores que han sufrido algún tipo de trastorno músculo esquelético. Para ello se recurrió al departamento médico de la institución, el cual se encarga de brindar servicio y atención tanto a los estudiantes como al personal en general; en su informe semestral se encontró que en el período Febrero-junio del 2018, asistieron a consulta un total de 12 trabajadores con problemas musculo esquelético. Esta información forma parte de los primeros indicios quizás mínimos, también hay que considerar la posibilidad de la existencia de trabajadores con dicho padecimiento que no asisten a consulta médica, debido a que no le dan la importancia, considerándolo como algo normal y pasajero, pensando que con el tiempo se le quitará la molestia. La Tabla 1 muestra el total de consultas otorgadas al personal en general por ciertos padecimientos:

Tabla 1. Consultas otorgadas en el periodo Febrero-junio del 2018.

Tipo de consulta	Número de consultas	Sexo		Área	
		Masculino	Femenino	Docente	Administrativo
Cefaleas	60	12	48	40	20
Enfermedades respiratorias	52	30	22	45	7
Enfermedades digestivas	27	20	7	20	7
Enfermedades músculo esquelético	12	5	7	4	8
Inyecciones y curaciones	9	4	5	6	3
Hipertensión arterial	8	4	4	5	3
Enfermedades ginecológicas	3	0	3	1	2
Conjuntivitis	3	3	0	1	2
Alergias	2	0	2	0	2
TOTAL	176	78	90	122	54

Fuente: Consultorio médico de la institución.

Una vez investigado y encontrado que existen indicios de problemas músculo esquelético en trabajadores de la institución, se decide iniciar con la primera fase de pre intervención, esta fase conlleva a realizar las siguientes tareas:

primera fase de intervención:

Promoción del método como acción previa.

Esta tarea está a cargo del Comité de Seguridad y Salud, al no contar con dicho comité, enfocado a salvaguardar la seguridad del trabajador, de preocuparse y ocuparse de las necesidades de cada trabajador, de proporcionarles áreas adecuadas y equipos necesarios para desempeñar sus labores. La promoción del método se realizó de manera personal, para ello se tomó en consideración los materiales proporcionados por el manual del método ergopar versión 2.0, donde se dio a conocer y se explicó en que consiste el método, la importancia de contar con este estudio para la prevención de los riesgos ergonómicos, cuyo objetivo es dar a conocer el procedimiento en ergonomía participativa, que conozcan los fundamentos, así como la aclaración de dudas sobre la metodología y valorar la conveniencia de su aplicación en la institución. Al final de cuenta quien tomará la decisión de llevar a cabo la aprobación o no aprobación de implementar la estrategia, estará en función de los gastos que conlleve implementarla, de las acciones prioritarias para la dirección y de los recursos con que cuente la institución.

Propuesta de conformación del Comité de Seguridad y Salud.

La institución no cuenta con un comité de seguridad y salud, se sugirió su conformación, que cumpla con los criterios mínimos que demanda dicha labor, como los conocimientos básicos en seguridad y salud, la disposición, actitud y aptitud para llevar a cabo las tareas encomendadas. Es un derecho de todo trabajador contar con la seguridad y a la vez una obligación de la institución brindar protección a todo su personal.

Propuesta de la creación del grupo Ergo.

Al igual que el comité de seguridad y salud, la institución no cuenta con un grupo de ergonomistas, encargados de estudiar, y de evaluar los espacios de trabajo. Derivado de esta situación se hizo también la sugerencia de la conformación de dicho grupo, que cumpla con los criterios mínimos que pueda demandar dicha labor, como los conocimientos básicos en ergonomía, la disposición, actitud y aptitud, para llevar a cabo las tareas encomendadas, contemplando la adecuación de los espacios de acuerdo a la actividad desarrollada, las condiciones físicas del trabajador, para facilitar su correcta postura al realizar las actividades y contribuir positivamente a la salud.

La conformación de estos dos grupos es fundamental para que en un futuro se pueda implementar el método, para ello se debe de contar con representantes de la dirección con poder de decisión y representantes de los trabajadores. Además, se cubrirán ciertos perfiles: preferentemente ergónomos o ingenieros especialistas en ergonomía o en su caso técnico en prevención de riesgos laborales (con conocimientos técnicos en ergonomía), tutor del método (conocedor de la metodología) y trabajadores del puesto de trabajo a analizar (conocedor de las condiciones de trabajo). El grupo participará directamente en la planificación y el desarrollo del procedimiento, identificará y analizará las causas de exposición a los factores de riesgo prioritarios, buscará el consenso de medidas preventivas y llevará a cabo su seguimiento (Manual del Método ERGOPAR versión 2.0, 2014).

Segunda fase intervención.

Todas las tareas pertenecientes a esta fase están a cargo del Grupo Ergo; como se argumentó anteriormente, el grupo Ergo no existe en la institución, debido a esta situación la tarea solo estuvo a cargo de una sola persona responsable de la investigación. Es decir, todas las actividades que conlleva esta fase como la preparación del cuestionario, la adaptación al contexto, la aplicación del instrumento, la captura de los cuestionarios en el software del método Ergopar para generar los resultados, el análisis de los resultados, la identificación de las causas de exposición a los factores de riesgos prioritarios, la elaboración del informe de propuesta y planificación.

Preparar el cuestionario, planificar su distribución, aplicarlo y recogida del mismo.

Para la elaboración del cuestionario se tomó del manual del Método Ergopar Versión 2.0 (2014). En este contexto, a sabiendas de que la cultura organizacional es diferente en México, en comparación con España. El cuestionario del manual del Método Ergopar, se adecuó y se consideró todas aquellas preguntas que aportaran información relevante para el proyecto de investigación e identificar los factores necesarios y prioritarios que afectan a los trabajadores de oficina, exclusivamente al área de subdirección académica. Del cuestionario original solo fue excluida una pregunta, debido a que la pregunta está enfocada a trabajos donde se está expuesto a vibraciones y/o impactos, como el uso de

montacargas, el uso de taladros, martillos, remachadoras, etc., que no tiene relación con los trabajos que realiza un oficinista.

El cuestionario aplicado se ajusta fundamentalmente en la identificación de factores de riesgo en trabajos de oficinas, que pueden aumentar o agravar la probabilidad de sufrir un trastorno músculo esquelético de origen laboral.

Confiabilidad del instrumento.

Es importante conocer el grado de confiabilidad del instrumento, debido a la modificación realizada. Para ello se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 22, el cual, a través del cálculo del coeficiente de alfa de Cronbach, se pudo estimar la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento. Cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa de Cronbach a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados. Para obtener el grado de confiabilidad del instrumento se analizó un total de 23 encuestas como una prueba piloto.

Selección del área de estudio.

El Método Ergopar recomienda realizar una primera experiencia en un ámbito reducido, para facilitar la implementación a corto y mediano plazo. Por tanto, el estudio se centrará en el área de subdirección académica, se consideró esta área por el mayor número de personal que maneja y que se dedica a labores de oficina de acuerdo a la lista oficial del departamento de personal (Tabla 2). Esta área se tomará como prueba piloto, para posteriormente expandirlas a otras áreas, una vez adquirido experiencias y conocimientos que permitirá valorar el estudio a otras áreas, si así lo considera necesario la institución.

Tabla 2. Áreas de acuerdo a la estructura organizacional y total de personal.

Áreas	Total de personal (administrativos)	Total de personas encuestadas
Subdirección académica	31	25
Subdirección de posgrado e investigación	2	0
Subdirección de vinculación	17	17
Subdirección de planeación	16	16
Subdirección de servicios administrativos	24	23
TOTAL	90	81

Fuente: (Plantilla ocupacional del OPD, 2017)

Registro de los datos obtenidos de la encuesta y generar el informe de resultados.

La captura de la información obtenida de la encuesta se llevó a cabo en el programa aplicación informática del Método Ergopar (Figura 1). Esta aplicación informática además de generar el cuestionario, emite automáticamente el informe de resultados del cuestionario, explica el contenido del informe, además de definir cuáles son los criterios de priorización de daños y factores de riesgo; valora la representatividad de participación en cada puesto; comprueba la coherencia de los resultados obtenidos de cada puesto; procede a ordenar las respuestas coincidentes de la pregunta abierta del cuestionario y el apartado de comentarios.

Figura 1. Pantalla de captura de la aplicación informática del Método ERGOPAR

Se encuestó un total de 3 subdirectores de áreas, 24 jefes incluyendo de división y de departamento, 40 auxiliares administrativos y 14 trabajadores que también desempeñan labores de oficina (como secretaria, bibliotecaria, almacenista, etc.) que en adelante se denotará como “otros”.

Identificación de las causas de exposición a los factores de riesgos prioritarios.

Para identificar las causas que provocan la exposición a los factores de riesgo ergonómicos prioritarios, derivado de la encuesta y de acuerdo a la experiencia y

conocimiento de los encuestados, se utilizó la Tabla 3, como una ficha de identificación de causas por factor de riesgo.

Tabla 3. Ficha de identificación de causas por factor de riesgo prioritario.

Factor	Tarea o Acción	Motivo o Causa	Medidas preventivas
Entorno de trabajo	Espacio reducido; mala distribución; diseño de mobiliarios y equipo de cómputo.	Falta de infraestructura; mala adecuación de espacios de oficina; el responsable de adquirir los muebles desconoce de ergonomía y adquiere los muebles de acuerdo al presupuesto.	Construir edificio especialmente para oficinas; reubicar unos espacios por otros, reestructurar los espacios utilizados, contar solo con los equipos necesarios para desempeñar la función; adquirir muebles ergonómicos, el equipo de cómputo debe estar situada a la distancia adecuada y al nivel adecuado.
Condiciones ambientales	Iluminación; temperatura; ruido;...	Mala distribución de las luminarias e inadecuadas; falta de mantenimiento a los climas; regular la temperatura; desconcentración al trabajar con algún tipo de ruido.	Cambiar las luminarias; dar mantenimiento a los climas; mantener la temperatura en un rango adecuado en función al tamaño del espacio; número de personal, estación; concientizar a los trabajadores para no hacer ruido.
Factores psicosociales	Inadecuada organización de trabajo; carga excesiva de trabajo	Desconocimiento del procedimiento de funciones; por acatar órdenes de sus superiores; por falta de capacitación para desempeñar mejor su trabajo; por no priorizar actividades según su importancia y urgencia.	Inducción al puesto de trabajo, procedimiento y funciones; capacitación; mejorar la comunicación entre los trabajadores.
Variables individuales	Edad; sexo; experiencia; formación;...	Los puestos son otorgados por órdenes de dirección, por presión sindical, por recomendaciones, sin evaluarlo para el puesto.	Evaluar los candidatos idóneos de acuerdo a su formación y conocimiento, así como adecuar los mobiliarios al tipo de actividad y complejidad del usuario.

Fuente: (Manual del Método ERGOPAR versión 2.0, 2014).

RESULTADOS

Los resultados arrojados por el software, muestra que no se presentan daños a la salud, sin embargo, si presentan riesgos ergonómicos para los subdirectores, jefes de división, jefes de departamento, auxiliares administrativos y los otros encuestados, por permanecer sentado mucho tiempo, por inclinar el cuello y la cabeza hacia adelante; así como por inclinar la espalda y tronco hacia adelante.

Identificación de los factores de riesgos de mayor incidencia.

De acuerdo al informe de resultados de los factores de riesgos ergonómicos obtenido, por el software Ergopar versión 2.0, los 3 resultados que tienen un mayor porcentaje de incidencia en los trabajadores administrativos son:

Trabajar más de 4 horas sentados,

Trabajar inclinando el cuello y la cabeza hacia adelante repitiéndolo cada poco segundos y Trabajar utilizando de manera intensiva los dedos por más de 4 horas, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Concentrado del resultado por puestos de trabajos factores de mayor incidencia.

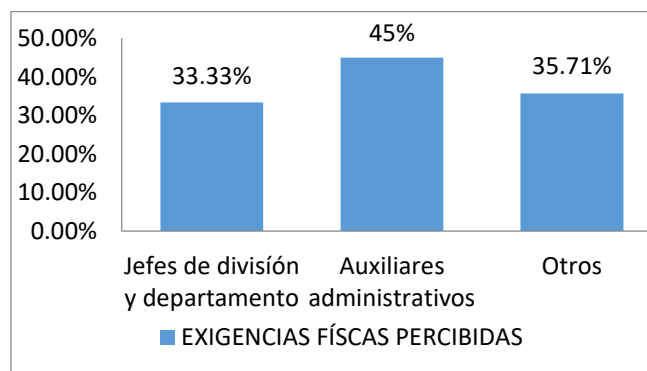
No.	Posturas y acciones propias del trabajo	Subdirectores	Jefes	Auxiliares	Otros	PROMEDIO
1	Relacionan las molestias del cuello, hombros y/o espalda dorsal con las tareas del trabajo	33.33%				8.3325
2	Trabajar más de 4 horas sentados	66.67%	66.67%	65%	64.29%	65.6575
3	Trabajar inclinando el cuello y la cabeza hacia adelante hasta por más de 4 horas	33.33%		30%		15.8325
4	Trabajar inclinando el cuello y la cabeza hacia adelante repitiéndolos cada poco segundos		58.33%	45%	57.14%	40.1175
5	Trabajar inclinando el cuello y la cabeza hacia atrás repitiéndolos cada poco segundos				42.86%	10.715
6	Trabajar inclinando el cuello y la cabeza hacia un lado o ambos repitiéndolos cada poco segundos		33.33%		57.14%	22.6175
7	Trabajar girando el cuello y la cabeza repitiéndolos cada poco segundos		37.50%		42.86%	20.09

8	Trabajar inclinando la espalda y tronco hacia adelante hasta por más de 4 horas	33.33%				8.3325
9	Trabajar inclinando la espalda y el tronco hacia adelante repitiéndolos cada poco segundos		33.33%	50%		20.8325
10	Trabajar inclinando la espalda y el tronco hacia un lado o ambos repitiéndolos cada poco segundos			42.86%		10.715
11	Trabajar girando la espalda y el tronco repitiéndolos cada poco segundos			42.86%		10.715
12	Trabajar con las manos por encima de la cabeza o los codos por encima de los hombros repitiéndolos cada pocos segundos			35.71%		8.9275
13	Trabajar con una o las dos muñecas dobladas hacia arriba o hacia abajo, hacia los lados o giradas repitiéndolos cada poco segundos		30%			7.5
14	Trabajar utilizando de manera intensiva los dedos por más de 4 horas	33.33%	41.67%	25%	21.43%	30.3575
15	Perciben las exigencias físicas del puesto como moderadas		33.33%	45%	35.71%	28.51
	PROMEDIO	13.332	20.277	16	32.857	

Fuente: Elaboración propia.

Y de acuerdo a las exigencias físicas percibidas y considerando el criterio de priorización, se muestra en la figura 2.

Figura 2. Resultado de las exigencias físicas percibidas por los encuestados como moderadas.



Resultado de las condiciones prioritarias.

Dentro de las condiciones prioritarias que los encuestados piensan que afectan más a su salud y bienestar en relación a las posturas que toman por las acciones realizadas por el puesto de trabajo son:

Permanecer sentado por períodos prolongados en posición incómoda, incorrecta y rígida;

Dolor de espalda, hombro, cuello, piernas, rodillas, manos, muñecas y

Muebles inadecuados, incómodos y archiveros oxidados, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Concentrado de posturas y acciones que piensan los trabajadores que afectan más a su salud y bienestar.

Condiciones prioritarias	Subdirectores	Jefes	Auxiliares	Otros	Suma
Permanecer sentado por períodos prolongados en posición incómoda, incorrecta y rígida		9	10	1	20
Estar parados por lapsos prolongados				1	1
Inclinar la cabeza, el cuello, la espalda hacia adelante		6	2		8
Trabajar muchas horas en la computadora en la misma postura		5	3		8
Doblar la muñeca		2			2
Caminar bajo el sol, subir y bajar escaleras varias veces por día		2	1		3
Perciben dolor de espalda, hombro, cuello, piernas, rodillas, manos, muñecas		2	8	3	13
Levantar cajas pesadas de más de 15 kg			4	1	5
Espacios reducidos e insuficientes en las oficinas			6	1	7
Consideran que los muebles inadecuados, incómodos, archiveros oxidados		1	7	3	11
Provoca sedentarismo, obesidad, daño en la columna vertebral, vista cansada, iluminación inadecuada			2	1	3
Estrés por la carga de trabajo		2		1	3
SUMA	0	29	43	12	84

Fuente: Elaboración propia

Los factores de riesgos ergonómicos que más inciden, así como las acciones que más afectan a la salud y bienestar; tiene que ver con los periodos prolongados que permanecen sentados para desempeñar sus labores, forzando a trabajar en posición incómoda, incorrecta y rígida, provocando que tengan que inclinar el cuello y la cabeza hacia adelante repitiéndolo cada poco segundos, o con mucha frecuencia, teniendo como consecuencia dolor de espalda, hombro, cuello, piernas, rodillas, manos y muñecas; además por contar con muebles inadecuados, incómodos, archiveros oxidados y pasar

mucho tiempo frente a una pantalla de visualización de datos (PVD), induciendo a usar las manos, muñeca y dedos de manera intensiva para manipular el teclado y el mouse. La Tabla 6 muestra el listado de posibles causas de exposición a ciertos factores ergonómicos, encontrados de acuerdo a los resultados obtenidos.

Tabla 6. Listado de posibles causas de exposición a factores de riesgos ergonómicos.

Categoría		Posible causas
Organización de trabajo	de	Tiempo escaso o demasiado ajustado para la realización de la tarea. Inadecuada distribución de tareas y funciones. Autonomía insuficiente que impide la autorregulación. Tareas repetitivas. Tareas excesivamente variadas. Instrucciones de trabajo inadecuados. Problemas de comunicación entre departamentos o trabajadores. Trabajo en equipo mal coordinado. Malas relaciones entre trabajadores y superiores. Falta de formación e información específica para el desarrollo de la tarea.
Máquinas mobiliarios	y	Espacio para mobiliarios y equipos insuficientes. Altura del plano inadecuado. Distancia de alcance inadecuada. Distancia visual inadecuada. Superficie de apoyo inadecuada.
Entorno de trabajo y condiciones ambientales	y	Espacio de trabajo insuficiente. Falta de orden y limpieza. Mantenimiento inadecuado de las instalaciones. Iluminaciones inadecuadas. Exposición a frío y calor.

Fuente: (Manual del Método ERGOPAR versión 2.0, 2014).

Situación actual y propuesta de mejora.

El diseño ergonómico de un puesto de trabajo con lleva a un análisis exhaustivo, debido a que en un mismo espacio de trabajo tiene que satisfacer las necesidades del usuario, se debe de considerar ciertos factores como el puesto que ocupa, sus funciones, el sexo, su complexión, la edad, entre otros, para poder desempeñar adecuadamente su labor, sin complicaciones.

Las siguientes imágenes (Figura 3) muestran las condiciones de cómo se encuentran actualmente unas áreas, se encontró que en algunas oficinas tanto las sillas como los escritorios están deterioradas y no son las más adecuadas, además no todas las oficinas cuentan con una computadora por lo que los trabajadores administrativos tienen que llevar su laptop personal a los centros de trabajo para poder realizar sus actividades, así

como también se encontró que frente a la oficina se ubica un taller que los separa únicamente un pasillo, el cual provoca mucho ruido.

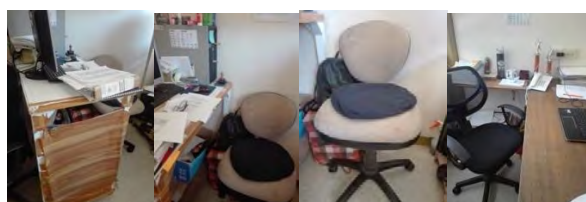
Figura 3. Imágenes actuales de algunas oficinas



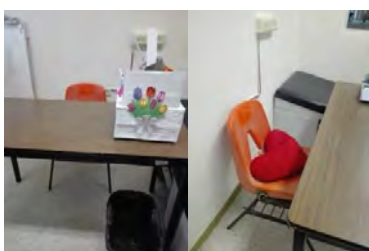
Biblioteca



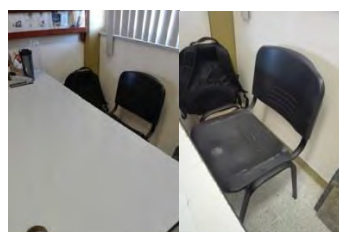
Jefatura de división 1



Jefatura de división 2



Enfermería



Psicología



Prefectura

(fuente propia).

Al elegir el mobiliario y diseñar el puesto de trabajo, no hay que sacrificar la comodidad a cambio de la estética, para ello se recomienda tomar conciencia de todo aquellos elementos que se deben tomar en cuenta, como las tareas o actividades que se realiza en el puesto de trabajo, cuáles son las herramientas que utilizan para llevarlo a cabo, por lo que se recomienda mejoras en los siguientes puntos:

Silla ergonómica.

Mesa de trabajo adecuado.

Espacio.

Color de la pared.

TRABAJO A FUTURO

En el caso de la institución, la línea de investigación queda abierta para realizar los primeros cambios en algunas oficinas, la institución debe de considerar que al adquirir muebles, estas deben de cumplir con su función de acuerdo al puesto de trabajo, así como del presupuesto con que cuenta, la intención no es adquirir los muebles más caros y modernos, tampoco debe de realizar toda una remodelación en la oficina, pero si empezar con lo más indispensable para cada puesto de trabajo y de acuerdo a las imágenes presentados en la Figura 3, donde prácticamente no cuentan con una silla cómoda y mesa o escritorio de trabajo adecuado o en buenas condiciones, por lo que se sugiere iniciar con estos muebles.

CONCLUSIONES

“Si queremos adaptar los requerimientos del trabajo a las personas, asegurando su salud laboral es necesario conocer, identificar y controlar los riesgos profesionales para poder prevenirlos y/o remediar las consecuencias cuando la prevención ha fracasado” (Mondelo et al., 2013).

“La importancia del riesgo viene determinada por el producto de la probabilidad por la gravedad. Un riesgo muy probable es importante, aunque sea poco grave, y al revés, un riesgo grave es importante aun cuando sea poco probable” (Mondelo et al., 2013).

Los trabajos que se desarrollan en las oficinas, aunque se trata de una actividad laboral bastante sedentaria, de un lugar tranquilo, cerrado y sin peligro, no exime a los trabajadores de algunos riesgos ergonómicos que afectan a la salud y el bienestar, y de no solucionarse, pueden causar lesiones y enfermedades graves.

La institución es responsable de la seguridad e higiene y de la prevención de los accidentes y enfermedades laborales, de difundir en los centros de trabajo información sobre los riesgos y peligros a los que están expuestos, de igual forma los trabajadores tienen la obligación de observar las medidas preventivas entorno al trabajo que desempeñan.

Históricamente, el trabajo de oficina no ha sido considerado ni percibido como especialmente dañino para la salud de los trabajadores. Sin embargo, cada día son más los profesionales y técnicos en prevención en salud laboral que advierten de los peligros que implican estar sentados por tiempo indefinido, pudiendo presentar problemas graves. De no corregirse estos problemas, pueden llegar a provocar una serie de patologías y consecuencias negativas sobre la salud y bienestar de las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arenas O. L. y Cantú G. O. (2013, Julio-Agosto). Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de México*, 29 (4), 370-379.
- Diario Oficial de la Federación, (2014), Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/11/2014
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS_CCOO). Recursos de apoyo al tutor en la aplicación del Método ERGOPAR Versión 2.0. Valencia: ISTAS_CCOO, 2014. Disponible en: <http://ergopar.istas.net/recursos/>
- Mondelo P. R, Gregori E., Barrau P. (1994). *Ergonomía 1 Fundamentos*. (1994). Recuperado de <file:///C:/Users/76470/Downloads/Ergonomia%201%20-%20Fundamentos.pdf>.
- Mondelo, P.,Gregori Torada E., González O. y Gómez Fernández M.A. (2001). *Ergonomía 4 El trabajo en oficinas*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36777/9788476539828.pdf>
- Ramos, M. A., y Ocaña, T. I. (2017). Efectividad del programa “Mi postura, mi salud” en los conocimientos y prácticas para la prevención de trastornos musculo esquelético basado en la ergonomía participativa, en una empresa textil de Lima Este, 2016. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana Unión, Lima.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2017). *Seguridad y Salud en el Trabajo en México: Avances, retos y desafíos*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Me_xico-Avances__retos_y_desafios__Digital_.pdf
- Sierra T. L. C., Arellano B. M. A., Becerra C. J. M., y Vega M. G. (Julio 2017). Análisis De Riesgo Ergonómico En Una Empresa Automotriz En México. *European Scientific Journal*. 13 (21), 419-428. Doi: 10.19044/esj.2017.v13n21p419.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PORTABLOCK REDISEÑADO EN EL PROCESO DE DECORADO DE ENVASE.

VIRIDIANA SÁNCHEZ VÁZQUEZ¹ JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ MORALES² ELIZABETH HERNÁNDEZ MÉNDEZ³

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la industria Decoradora de Envases ubicada en Tierra Blanca, Veracruz. Se aplicó un Diseño de Experimentos (DOE) 2^2 en el proceso de decorado de envases, con la finalidad de reducir el consumo de pantallas. En el análisis se estudió el efecto de la utilización de un portablock rediseñado y la cantidad de cinta que se debía usar, en relación con la cantidad de pantallas que se consumían.

En los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) se encontró que sólo un factor tenía influencia significativa en la variable de respuesta y, auxiliándose, de las gráficas de efectos y de interacción se determinó que la mejor forma de operar el proceso, de la manera más económica, se alcanza con la utilización del portablock rediseñado y usando doble capa de cinta.

Palabras clave: Portablock, DOE ,Consumo de Pantallas.

ABSTRACT.

This work was developed in the Packaging Decorating industry located in Tierra Blanca, Veracruz. A Design of Experiments (DOE) 2^2 was applied in the process of packaging decoration, in order to reduce the consumption of screens. The analysis studied the effect of using a redesigned portablock and the amount of tape that should be used, in relation to the amount of screens consumed.

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca savavir286@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca
juan.alberto.hdezmor@gmail.com

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca elizabeth8832@hotmail.com

In the results of the Analysis of Variance (ANOVA) it was found that only one factor had a significant influence on the response variable and, using the effects and interaction graphs, it was determined that the best way to operate the process, in the way more economical, it is achieved with the use of the redesigned portablock and using double layer of tape.

Key words: Portablock, DOE, Screen Consumption.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es de suma importancia para las empresas estar enfocadas en mejorar sus procesos y con ello optimizar sus recursos, con el fin de ser competitivos al menor costo posible. Con esta ideología, al estar reduciendo desperdicios en los procesos utilizados para la fabricación de los productos esto tendría un gran impacto en el costo general de fabricación.

Existe gran variedad de metodologías, herramientas estadísticas que podrían ser de gran ayuda para analizar y realizar pruebas a los procesos, por ejemplo, el diseño estadístico de experimentos es una de las maneras más eficaces para la realización de pruebas en los procesos, ya que este se maneja mediante pruebas controladas este proporciona información para mejorarlo.

El diseño de experimentos que se presenta es aplicado a una empresa dedicada a la fabricación y decorado de envase, en particular al área de decorado, el cual es un proceso que usa diferentes insumos uno de ellos las pantallas de impresión las cuales son parte medular del proceso, estas son usadas por maquinas decoradoras (STRUTZ).

Las etapas del proceso son: fabricación de pantallas, revelación, instalación de la pantalla en la maquina STRUTZ y por ultimo decorado del envase en este paso se cambian las pantallas cuando ya están dañadas o cumplieron su tiempo de vida útil (8horas).

En este trabajo se someten a prueba dos factores de control que son: número de capas de cinta y tipos de portablock, los cuales son sometidos a dos niveles de experimentación. Los resultados muestran que la mejor forma de operar el proceso se alcanza utilizando doble capa de cinta y un portablock rediseñado.

Con la implementación del portablock rediseñado y la doble capa de cinta se ahorra \$ 15,225.00 mensualmente con un total de \$ 91,350.00 en un semestre.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la investigación se adecuó la metodología propuesta por Gutiérrez y De la Vara (2008), las etapas para lograr un diseño experimental exitoso son las que aparecen en la Figura 1.

Figura 1. Etapas de un diseño experimental

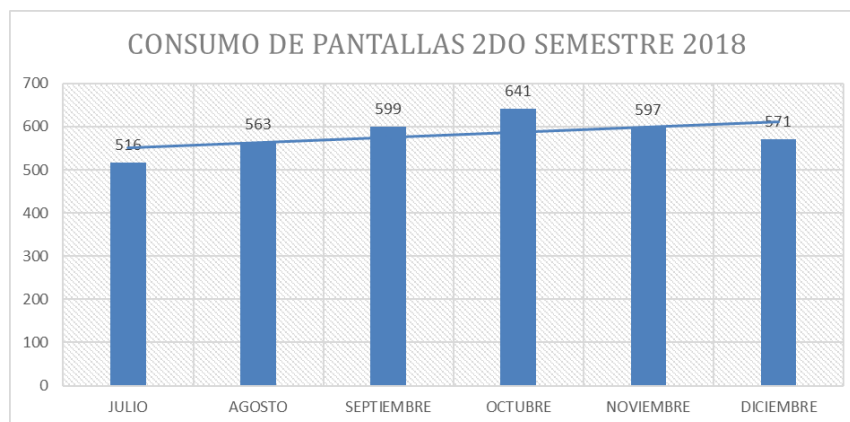


Delimitación del problema

En el 2018 se incrementó el costo del consumo de pantallas derivado a que las máquinas decoradoras presentaban rotura excesiva de estas, por lo que se realizó un análisis del consumo de pantallas del 2do semestre del 2018 que se cree esta correlacionado con la pérdida de envase por defecto de picada.

En la siguiente gráfica (Figura 2) se muestra el consumo mensual de pantallas del segundo semestre del 2018, en promedio se consumieron 581 pantallas.

Figura 2. Consumo de Pantallas (Julio-Diciembre 2018)



Selección de factores de control y variable de respuesta

Los factores que influyen en la ruptura del envase es el portablock convencional debido a las rebabas que suelta, y el encintado de la pantalla que suele ser muy delgado, esto se comparara contra un portablock rediseñado y una capa doble de cinta. Los factores y sus niveles se ordenaron en la Tabla 1.

Tabla 14 Factores de control para el experimento y niveles de estudio.

NIVEL	CINTA FACTOR A	PORTABLOCK FACTOR B	VARIABLE DE RESPUESTA
BAJO	UNA CAPA DE CINTA	PORTABLOCK CONVENCIONAL	NUMERO DE PANTALLAS ROTAS
ALTO	DOBLE CAPA DE CINTA	PORTABLOCK REDISEÑADO	

Planeación del experimento

Después de haber determinado los factores que se considerarán en el experimento y sus respectivos niveles, se eligió un diseño 2^2 , con tres replicas por cada tratamiento de prueba. El orden aleatorio de las corridas experimentales se produjo en el software estadístico. El operario de producción se encargará de cumplir con los niveles requeridos en cada tratamiento, según lo requiera el orden aleatorio y el supervisor del área es el encargado de contabilizar la cantidad de pantallas rotas que salen de cada uno de los experimentos. La tabla número 2 muestra la representación de los efectos con respecto a los niveles bajo y alto de cada uno de los factores.

Tabla 2. Puntos del diseño experimental.

TRATAMIENTO	FACTOR A	FACTOR B	EFEECTO
1	BAJO	BAJO	1
2	ALTO	BAJO	a
3	BAJO	ALTO	b
4	ALTO	ALTO	ab

Los resultados de las mediciones, es decir, del número de las pantallas rotas de cada réplica para cada uno de los tratamientos se muestran en la tabla número tres.

Tabla 3. Datos del diseño experimental

FACTOR A: CINTA	PORTABLOCK CONVENCIONAL	PORTABLOCK REDISEÑADO
UNA CAPA DE CINTA	516	540
	563	563
	599	521
DOBLE CAPA DE CINTA	641	557
	597	517
	571	528

Realización del experimento

En esta etapa se siguieron las instrucciones de la planeación experimental, no se presentaron imprevistos durante cada tratamiento, el supervisor presentó los conteos realizados por cada réplica y fueron suministrados a la hoja de trabajo del software estadístico como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Diseño experimental

C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7
OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	CINTA	PORTABLOCK	Pantallas
2	1	1	1 1	-1		641
7	2	1	1 -1	1		540
4	3	1	1 1	1		557
9	4	1	1 -1	-1		516
11	5	1	1 -1	1		563
8	6	1	1 1	1		517
3	7	1	1 -1	1		521
12	8	1	1 1	1		528
5	9	1	1 -1	-1		563
1	10	1	1 -1	-1		599
10	11	1	1 1	-1		597
6	12	1	1 1	-1		571

RESULTADOS

Con los resultados muestrales se realizó un análisis de varianza tal como se muestra en la tabla 4, para respaldar la validez de los resultados se verificaron los tres supuestos estadísticos para los residuos (normalidad, homocedasticidad de varianzas e independencia) véase Figura 3, se generaron las gráficas de efectos y de interacción como se muestran en las figuras 5 y 6.

Tabla 4. Análisis de Varianza de pantallas rotas

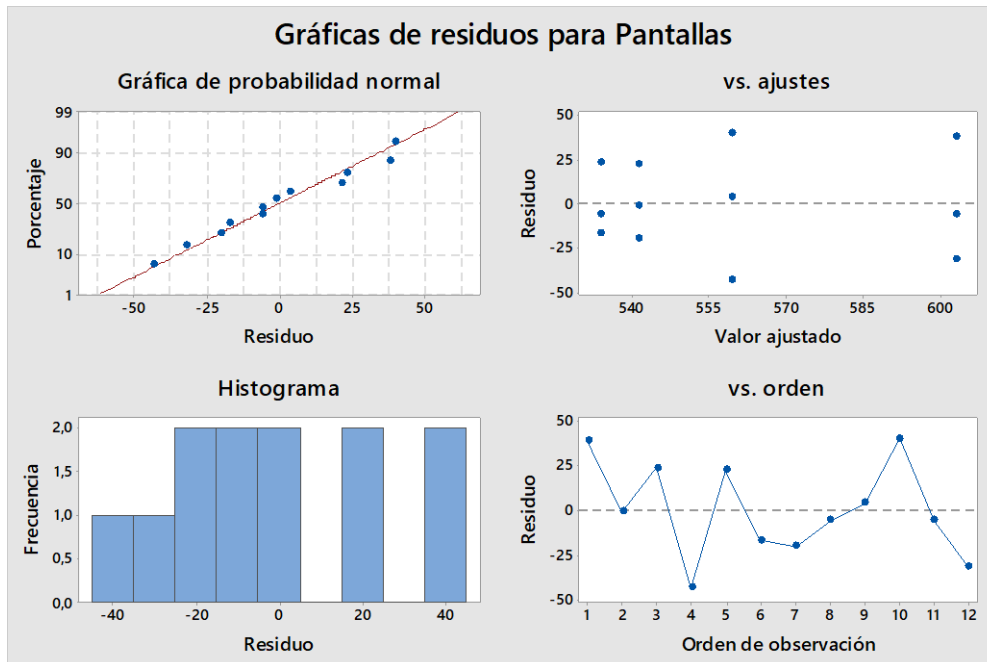
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	8617,6	2872,5	2,98	0,096
Lineal	2	6666,8	3333,4	3,46	0,083
CINTA	1	990,1	990,1	1,03	0,340
PORTABLOCK	1	5676,8	5676,8	5,89	0,041
Interacciones de 2 términos	1	1950,8	1950,8	2,02	0,193
CINTA*PORTABLOCK	1	1950,8	1950,8	2,02	0,193
Error	8	7707,3	963,4		
Total	11	16324,9			

Con los resultados obtenidos del ANOVA y habiendo utilizado una confianza del 95% se puede concluir lo siguiente:

Dado que el valor P-value para el factor del uso simple o doble de cinta es de 0.340 y este valor es mayor que el nivel de significancia de 0.05 se puede concluir con la evidencia estadística presentada que este factor no tiene influencia significativa en la cantidad de pantallas rotas.

Así mismo siendo el valor P-value para el factor del portablock normal y rediseñado es de 0.041 y este valor es menor que el nivel de significancia de 0.05 se puede concluir con la evidencia estadística presentada que este factor sí tiene influencia significativa en la cantidad de pantallas rotas.

Figura 3. Gráficos de residuos para pantallas rotas

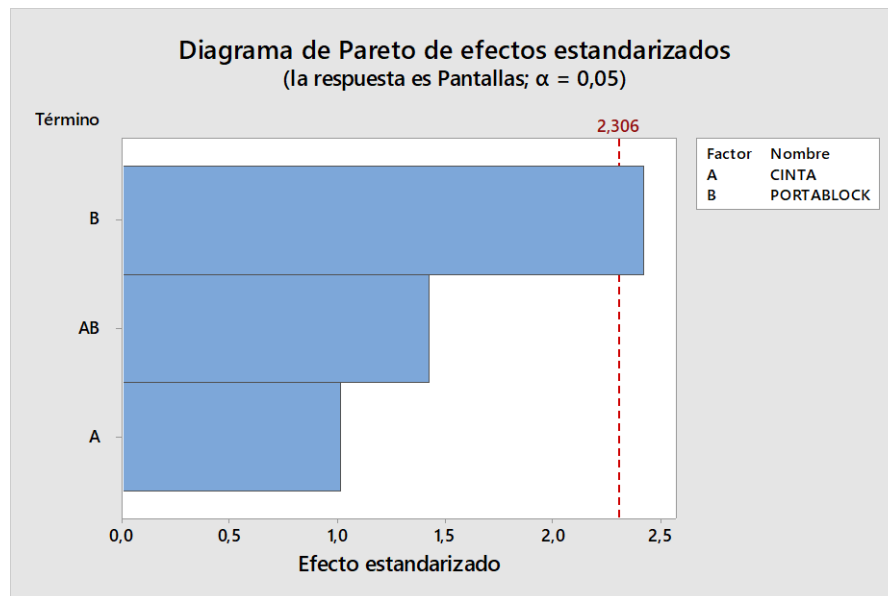


La Figura 3 determina que los datos provienen de una distribución de probabilidad normal, los residuos se presentan de manera aleatoria, independientes entre sí y con varianza constante. Esto indica que los datos del estudio son confiables para cualquier análisis realizado.

La Figura 4, muestra los resultados del diagrama de Pareto estandarizado el cual demuestra estadísticamente cuál de los factores de control tiene un efecto estadístico significativo en el proceso de salida, en este caso, en la cantidad de pantallas rotas. Los

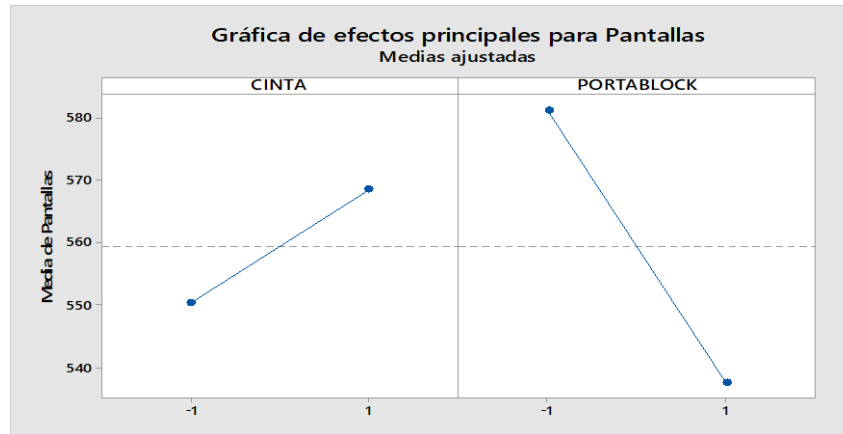
factores que sean significantes excederán la línea límite del gráfico de Pareto, esta línea límite es el valor t tomado de la distribución T-student y basado en los grados de libertad del error. Si se localiza en la tabla de valores t, 8 grados de libertad y 0.025 que es el nivel de alfa dividido entre 2 (cuando $\alpha=0.05$) se obtiene el valor t de 2.306. Por lo tanto, de acuerdo a lo antes mencionado el único factor que sobrepasa a la línea t es el del Portablock.

Figura 4. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados



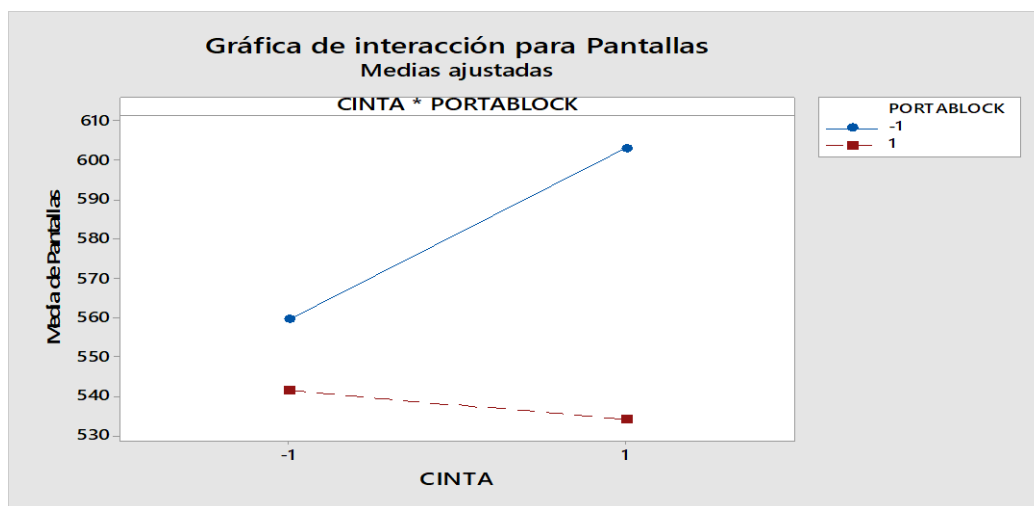
Por otra parte, la gráfica de efectos principales que se muestra en la Figura 5, confirma los resultados del ANOVA en el cual la cantidad de cinta no tiene un cambio significativo en la cantidad de pantallas rotas, sin embargo, el rediseño del portablock cuando cambia del sistema anterior al actual si denota un decremento en la variable de respuesta. En la tabla 1, se mostraron los niveles para cada uno de los factores, siendo el factor bajo de la cinta (-1) el nivel que menor cantidad de pantallas rotas presenta y el portablock rediseñado o nivel alto del factor b (1) el nivel que mejor se ajusta para disminuir la cantidad de pantallas rotas.

Figura 5. Gráficos de efectos principales



Analizando la gráfica de interacción de la Figura 6, se puede observar que no existe interacción entre los factores, esto quiere decir que el cambio de nivel en la cinta no utilizando ambos tipos de portablock no afectan la variable de respuesta, en este caso si se coloca doble cinta no disminuye la cantidad de pantallas rotas. Por tanto utilizando el valor P-valúe para las interacciones mismo que se muestra en tabla 4 y es de 0.193 se puede concluir con la evidencia estadística presentada que las interacciones de los factores no tienen influencia significativa en la cantidad de pantallas rotas. En la figura se puede confirmar que el portablock rediseñado (línea roja) es el que resulta en menor cantidad de pantallas rotas.

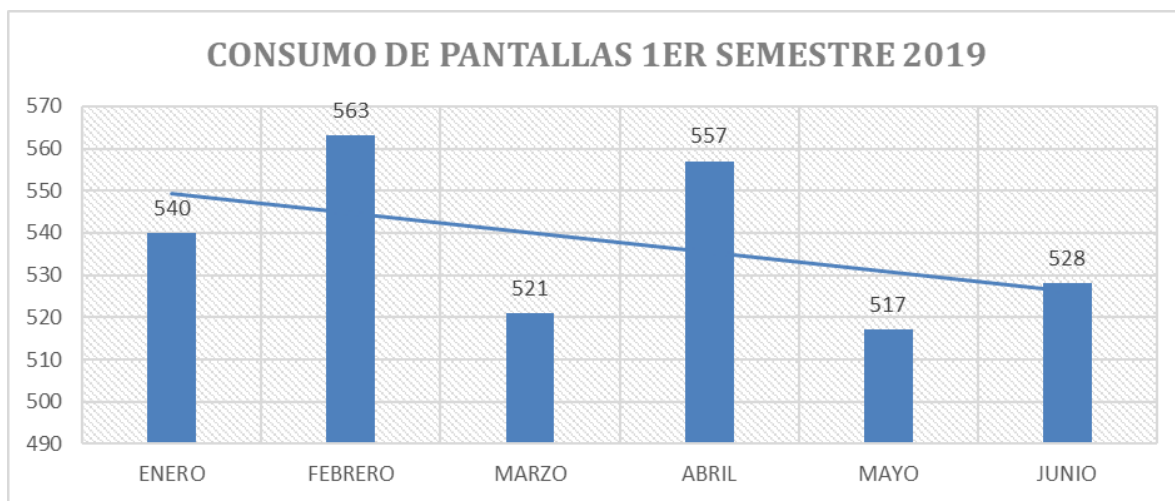
Figura 6. Gráficos de interacciones



CONCLUSIONES

El diseño de experimentos es una técnica que ayuda a conocer un proceso y permite averiguar la forma en que los factores que intervienen en este influyen en una respuesta específica, para este estudio fue la cantidad de pantallas rotas, considerando la utilización de cinta de manera sencilla y doble y el rediseño de un portablock, siendo la mejor opción el uso del portablock rediseñado y cinta de manera doble, de esta manera se logra reducir aproximadamente el 10% de pantallas rotas durante el proceso de decorado.

Figura 7. Consumo de pantallas (enero-junio 2019)



Finalmente se puede observar en la gráfica de la figura 7 que la tendencia del consumo de pantallas en el 1er semestre de 2019 va de forma decreciente logrando una reducción del consumo mensual promedio de 44 pantallas (581 pantallas promedio mensual 2do semestre 2018 – 537 pantallas promedio mensual 1er semestre 2019). Esta reducción se logró gracias a la implementación de portablock rediseñados y el uso doble de cinta, con los resultados de este diseño de experimentos se explica a la gerencia de planta la importancia de implementar los portablock rediseñados en las líneas de producción faltantes. Así mismo se puede recomendar reducir el uso de cinta, puesto que se obtiene un resultado mínimo con respecto a lo esperado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, M.; Ilzarbe, L.; Tanco, M. and Viles, E. (2008). Aplicación del Diseño de Experimentos (DoE) para la mejora de procesos. Memorias, UdeM, 85-94.
- Díaz, L.; Gutiérrez, P. and Guzmán, M. (2013). Aplicación de diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto (Experiment design application for analysis of the drying a product). Innovaciones de Negocios.
- Gutiérrez, H; De la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México: McGraw-Hill.
- Hernández, J. (2018). Manual de Estadística Inferencial II para ingenieros en logística e industriales. México: s.e.
- Tanco, P. (2008). Metodología para la aplicación del Diseño de Experimentos (DOE) en la industria. España: UdeN.

ANÁLISIS ERGONÓMICO DENTRO DEL ÁREA DE ALMACÉN DE UNA EMPRESA FARMACÉUTICA MEDIANTE LA METODOLOGÍA OWAS.

NEZNY ILEM MUÑOZ SUÁREZ¹ JUAN MANUEL PONCE GONZÁLEZ² WENDY CARELY USCANGA USCANGA³ LUIS
MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA⁴

RESUMEN

Durante las jornadas de trabajo dentro de un establecimiento farmacéutico se realizan diferentes actividades con el manejo de mercancías (medicamentos) con un peso de entre 10 y 15 kg., por lo que su manejo expone a los trabajadores a diferentes riesgos ergonómicos y que la gerencia ignora por completo. Dadas las circunstancias, fue necesario aplicar un método ergonómico, para determinar el grado de riesgo al que están expuestos los trabajadores. Para poder llevar a cabo la evaluación de las posturas, se efectuó una observación fundamentada bajo la metodología OWAS, en el que se estudiaron las posturas adoptadas en las actividades por cada uno de los trabajadores durante su jornada de trabajo; a cada una se le asignó un código y posteriormente se determinó si la postura era la adecuada y si están en peligro algunas de las siguientes extremidades: espalda, brazos y piernas. Con la finalidad de identificar niveles de riesgos para proponer medidas para la prevención de los mismos.

Palabras Clave: Ergonomía, OWAS, Riesgos

ABSTRACT.

During the working days within a pharmaceutical establishment, different activities are carried out with the handling of goods (medicines) weighing between 10 and 15 kg. , so its handling exposes workers to different ergonomic risks and that management completely ignores. Under the circumstances, it was necessary to apply an ergonomic

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca munozsuarez98@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca juanmaneponce@gmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca carelyuscanga@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca herdoza3@hotmail.com

method, to determine the degree of risk to which workers are exposed. In order to carry out the evaluation of the positions, an informed observation was made under the OWAS methodology, which examined the positions taken in the activities of each of the workers during their working day; each was assigned a code and subsequently determined whether the posture was adequate and if some of the following limbs are in danger: back, arms and legs. In order to identify risk levels to propose measures for the prevention of them.

Keywords: *Ergonomics, OWAS, Risks*

INTRODUCCIÓN.

En México, las memorias estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social muestran las enfermedades de trabajo según la naturaleza de la lesión (con base en la CIE-10); (La Clasificación Internacional y Estadística de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud) las sinovitis, Teno sinovitis y bursitis ocupan el tercer lugar en frecuencia, 1.1% del total de casos calificados como enfermedad de trabajo en 2006, 2.2% en 2007, 3.2% en 2008, 2.8% en 2009, 6.4% en 2010 y 6.8% en 2011. En cuarto lugar se encuentran las enteropatías con 0.7% en 2006, 1% en 2007, 1.3% en 2008, 1.7% en 2009, 5.7% en 2010 y 6.7% en 2011. El sexto lugar lo ocupa el síndrome del túnel carpiano con 0.7% en 2006, 1.1% en 2007, 1.7% en 2008, 1.6% en 2009, 3.6% en 2010 y 3.9% en 2011. En séptimo lugar se encuentran las dorsopatías con 0.6% en 2006, 0.8% en 2007, 1.4% en 2008, 0.9% en 2009, 1.8% en 2010 y 3.0% en 2011.8 (Arenas-Ortiz L., 2013)

Los establecimientos dedicados al almacenamiento, comercialización, distribución, venta y suministro de insumos para la salud, ponen al alcance de la población en el sector público y privado dichos insumos, por lo que su sistema de control de inventarios debe prever los controles sanitarios para garantizar la seguridad y confiabilidad de la cadena de distribución y suministro, y evitar riesgos sanitarios.

Los pedidos o solicitudes de insumos para la salud son unos de los factores más importantes para mantener un inventario adecuado a las necesidades y servicios del establecimiento, por lo que sus PNO (Procedimientos Normalizados de Operación) deben

establecer los niveles de responsabilidad, y en su caso, la autorización, sus modalidades y una periodicidad predefinida para la operación en condiciones normales. (Comisión permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos mexicanos, 2018)

El propósito del presente trabajo es analizar las actividades realizadas para identificar riesgos ergonómicos, a los que podrían estar expuestos los trabajadores de los establecimientos dedicados al suministro y venta de farmacéuticos sobre todo en el momento de la recepción de pedidos.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó por observación, los participantes fueron 4 trabajadores del área almacén, pertenecientes a una tienda farmacéutica. Para recolección de datos se utilizó el método OWAS, el cual es un método de evaluación ergonómica de puestos de trabajo. El método Owas permite la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo. A diferencia de otros métodos de evaluación postural como Rula o Reba, que valoran posturas individuales, Owas se caracteriza por su capacidad de valorar de forma global todas las posturas adoptadas durante el desempeño de la tarea. Como contrapartida, Owas proporciona valoraciones menos precisas que los anteriores. Es esta capacidad de considerar múltiples posturas a lo largo del tiempo, la que hace que Owas, a pesar de ser un método relativamente antiguo, continúe siendo en la actualidad uno de los más empleados en la evaluación de la carga postural. (Diego-Mas, José Antonio, 2015).

Fases de aplicación del método.

El método OWAS consta de diez pasos (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Determinar si la tarea debe ser dividida en varias fases (evaluación simple o multi-fase)

Establecer el tiempo total de observación de la tarea dependiendo del número y frecuencia de las posturas adoptadas.

Determinar la frecuencia de observación de muestreo.

Observación y registro de posturas.

Codificación de las posturas observadas

Cálculo de la categoría de riesgo de cada postura

Cálculo del porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición de cada miembro.

Cálculo de la categoría de riesgo para cada miembro en función de la frecuencia relativa. Determinar, en función de los resultados obtenidos las acciones correctivas y de rediseño necesarias.

En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la tarea con el método OWAS para comprobar la efectividad de la mejora.

Procedimiento

Aplicación de los pasos 1, 2 y 3

Para poder analizar de una manera más detallada el proceso de recepción de pedido se dividió en 2 fases:

Fase 1: Descarga del vehículo de transporte y traslado al interior de la farmacia

Fase 2: Chequeo de mercancía

El tiempo de observación de la actividad fue de 20 minutos aproximadamente y se realizaron registros de las actividades del personal cada 60 segundos aproximadamente.

Aplicación del paso 4.- Observación y registro de posturas:

En el tiempo transcurrido durante la recepción del pedido, nos pudimos percatar que los trabajadores realizan actividades con una carga un poco mayor a 10 kg, ya que para ahorrar tiempos llegan a cargar de 2 a 4 contenedores de plástico grueso con medicamentos, no utilizan algún tipo de protección. Durante el tiempo observado realizaron alrededor de 6 cargas con 2 contenedores y el tiempo de carga fue de 2 minutos desde el vehículo de distribución hasta el interior de la farmacia.

Aplicación del paso 5.- Codificación de las posturas:

A cada postura se le asignará un código de postura conformado por cuatro dígitos. El primer dígito dependerá de la posición de la espalda del trabajador en la postura valorada, el segundo de la posición de los brazos, el tercero de la posición de las piernas y el cuarto de la carga manipulada. (Diego-Mas, José Antonio, 2015) Todas, basadas en las tablas que se muestran a continuación:

Figura 1. Codificaciones de la postura de la espalda (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Posición de la espalda		Código
Espalda derecha		1
El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas		
Espalda doblada		2
Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)		
Espalda con giro		3
Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°		
Espalda doblada con giro		4
Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea		

Figura 2. Codificación de las posiciones de los brazos. (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Posición de los brazos		Código
Los dos brazos bajos		1
Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros		
Un brazo bajo y el otro elevado		2
Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros		
Los dos brazos elevados		3
Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros		

Figura 3. Codificación de las posiciones de la espalda durante la actividad. (Diego-Mas, José Antonio, 2015).

Posición de las piernas	Código
Sentado	
El trabajador permanece sentado	 1
De pie con las dos piernas rectas	
Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas	 2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada	
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas	 3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas	
Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	 4
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado	
Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.	 5
Arrodillado	
El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.	 6
Andando	
El trabajador camina	 7

Figura 4. Codificación de las cargas y fuerza soportada. (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Carga o fuerza	Código
Menos de 10 kg	 1
Entre 10 y 20 kg	 2
Más de 20 kg	 3

De acuerdo al registro de observaciones y a las tablas anteriores, se le asignó un código a cada una de las posturas adoptadas por el trabajador para determinar un posible riesgo durante su actividad. Y el resultado se muestra en las siguientes tablas.

A continuación, se muestran las actividades que se realizan en el área con su respectiva codificaciones de las fases del método por actividad evaluada:

Figura 5. Fase 1.



Tabla 1. Codificaciones de la fig. 5.
Fuente propia

Dígito	Codificación	Categoría
2	Espalda	Inclinación mayor 20°
3	Brazo	Ambos brazos elevados
3	Pierna	Peso desequilibrado en ambas piernas
1	Carga	Menor a 10 k.

Figura 6 . Fase 1



Tabla 2. Codificaciones de la fig.6.
Fuente propia.

Dígito	Codificación	Categoría
4	Espalda	Flexión del tronco y giro
1	Brazo	Situados bajo el nivel de los hombros
6	Pierna	Apoya 1 o 2 rodillas en el piso
2	Carga	Entre 10 y 20 k.

Figura 7. Fase 1



Tabla 3. Codifiaciones de la fig. 7.
Fuente propia

Dígito	Codificación	Categoría
2	Espalda	Inclinación mayor 20°
3	Brazo	Ambos brazos elevados
3	Pierna	Peso desequilibrado en ambas piernas
1	Carga	Menor a 10 k.

Figura 8. Fase 2



Tabla 4. Codificaciones de la fig. 8.
Fuente propia

Dígito	Codificación	Categoría
2	Espalda	Inclinación mayor 20°
3	Brazo	Ambos brazos elevados
4	Pierna	Piernas flexionadas, peso equilibrados
2	Carga	Entre 10 y 20 k.

Figura 9. Fase 2

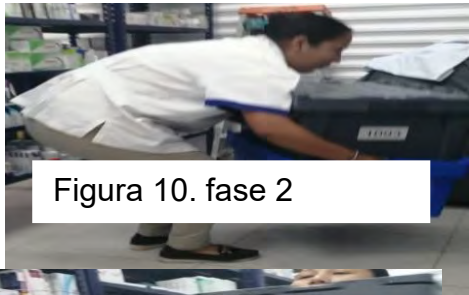


Figura 10. fase 2



Tabla 5. Codificaciones de la fig. 9.
Fuente propia.

Dígito	Codificación	Categoría
2	Espalda	Inclinación mayor 20°
2	Brazo	Situados bajo el nivel de los hombros
4	Pierna	Trabajador caminando
2	Carga	Entre 10 y 20 k.

Tabla 6. Codificaciones de la fig. 10.
Fuente propia.

Dígito	Codificación	Categoría
2	Espalda	Inclinación mayor 20°
1	Brazo	Situados bajo el nivel de los hombros
7	Pierna	Trabajador caminando
2	Carga	Entre 10 y 20 k.

Aplicación del paso 6.- Cálculo de la categoría de riesgo de cada postura

De acuerdo a los códigos establecidos a cada una de las posturas, podemos saber a que categoría de riesgo pertenece cada una de ellas.

Figura 11. Categorías de riesgo por códigos de postura. (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Piernas		1			2			3			4			5			6			7		
Carga		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda		Brazos																				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Asignados los códigos de postura podemos saber el índice de riesgo en las actividades, así mismo podremos saber si se debe implementar una medida preventiva o correctiva y en que tiempo debe de implementarse. Para eso, nos basaremos en la siguiente tabla:
Figura 12. Categoría de riesgo y acciones correctivas. (Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Establecidos los códigos y valores a cada una de las posturas, se crearon las siguientes tablas en las que se indican los riesgos encontrados en cada postura así como tambien

veremos si es necesario implementar acciones correctivas y en que tiempo (de ser el caso) se deben de implementar.

Tabla 7. Código de riesgo en las posturas 1

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Requiere acciones correctivas lo antes posible.

(elaboración propia, 2019)

Tabla 8. Código de riesgo en las posturas 2.

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
4	Efectos sumamente dañinos en el sistema músculo-esqueléticos requiere acciones correctivas inmediatamente	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

(elaboración propia, 2019)

Tabla 9. Código de riesgo en las posturas 3.

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético, requiere acciones correctivas.	Requiere acciones correctivas lo antes posible.

(elaboración propia, 2019)

Tabla 10. Código de riesgo en las posturas 4.

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
4	Efectos sumamente dañinos en el sistema músculo-esqueléticos requiere acciones correctivas inmediatamente	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

(elaboración propia, 2019)

Tabla 11. Código de riesgo en las posturas 5.

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
4	Efectos sumamente dañinos en el sistema músculo-esqueléticos requiere acciones correctivas inmediatamente	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

(elaboración propia, 2019)

Tabla 12. Código de riesgo en las posturas 6.

Categoría de riesgo de posturas		
Código de riesgo	Descripción	Acción correctiva
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético, requiere acciones correctivas.	Requiere acciones correctivas lo antes posible.

(elaboración propia, 2019)

Aplicación de los pasos 7 y 8

Calcular el porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición de cada miembro y cálculo de la categoría de riesgo para cada miembro en función de la frecuencia relativa.

Después de analizar los resultados obtenidos de las codificaciones anteriores, es necesario determinar el porcentaje de repeticiones de cada miembro así como también determinar su categoría de riesgo. Dichos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Figura 13. Categoría de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.

Frecuencia Relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

(Diego-Mas, José Antonio, 2015)

Tabla 13. Tabla de resultados de riesgo.

Miembro	Frecuencia	Categoría de riesgo
Espalda derecha	16%	1
Espalda doblada	66%	2
Espalda doblada con giro	33%	2
Brazos abajo	33%	1
Dos brazos elevados	83%	3
Sobre una pierna recta	50%	2
sobre rodillas flexionadas	66%	3
Arrodillado	33%	2
Andando	66%	1

(elaboración propia, 2019)

Aplicación del paso 9. Determinar, en función a los resultados obtenidos, las acciones correctivas y de re diseño necesarias.

La mayor parte del riesgo se encuentra en los brazos elevados y sobre las rodillas flexionadas, por lo que es necesario corregir de manera inmediata estas posturas. Para esto sugerimos que es necesario disminuir la cantidad de contenedores y con ello su peso de carga; con esto se evitaria que en la mayor parte de las posturas se mantenga elevados los brazos y evitar un posible accidente. Sin embargo; no podemos olvidar proponer acciones correctivas para las posturas de espalda doblada y doblada con giro, sobre una pierna recta y arrodillado que, aunque no se requiere que se haga inmediatamente, es necesario implementar medidas correctivas y así evitar lesiones futuras. Para esto se sugiere utilizar algún tipo de faja que haga presión en la espalda para que se soporte el peso de la carga sobre la espalda recta. Así mismo se sugiere anexar a nuestras herramientas de trabajo un diablillo de carga para poder transportar los contenedores de manera segura y evitar poner en riesgo nuestras extremidades.

RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología OWAS la cual incluye la realización de 10 pasos se obtiene el código de riesgo en las posturas que realizan diariamente los trabajadores del área de almacén durante su jornada de trabajo.

El seguimiento de los pasos de dicha metodología se basa en la observación como primer paso, la determinación de las fases de la actividad y medir los tiempos de repetición de

cada postura nos mostró que las partes de los brazos, la espalda y las rodillas necesitan una corrección inmediata ya que son las partes que más se utilizan en las fases que conforman el periodo de recepción y frenteo de anaqueles (acomodo). Es necesario implementar algunas medidas correctivas como el uso de fajas para el área de la espalda, utilizar algún instrumento que facilite el traslado de los contenedores y/o reducir el peso de carga por trabajador.

En algunas otras actividades es necesario implementar acciones correctivas en un futuro, esto no quiere decir que sean menos importantes, o que se deben dejar pasar desapercibidas, así mismo se puede capacitar a todo personal sobre posturas adecuadas mejorando el servicio y también podríamos evitar lesiones físicas en un futuro. Sin duda cada trabajador expone parte de sus extremidades durante su jornada de trabajo en el almacén; sin embargo los franquiciarios ignoran o hacen caso omiso a dicho problema. Gracias a la metodología OWAS pudimos saber el grado al que se exponen los trabajadores y evitar lesiones futuras, la mejor metodología para la observación de trabajos con carga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diego-Mas, José Antonio. Evaluación Postural Mediante El Método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.
- Alberto Sánchez Lite, Manuel García, Miguel Ángel Manzanedo del Campo. 2007. Métodos de evaluación y herramientas aplicadas al diseño y optimización ergonómica de puestos de trabajo. XI Congreso de Ingeniería de Organización, pago. 0239-0250. Madrid.
- De paula A, Da Silva J, Semensato C, Carneiro L. Avaliação de Risco Ergonômico em indústria de Confecção a través do Método de Análise postural Ovaco Working posture Analysing System -OWAS. 5to Congreso internacional de pesquisa em Design. Baurú, 10-12 outubro 2009 [en línea]. Sao paulo: UNESp; 2010. Disponible en: <http://www.faac.unesp.br/ciped2009/anais/Ergonomia>
- Gilkey D, Keefe T, Bigelow P, Herron R, Duvall K, Hautaluoma et al. Low Back pain Among Residential Carpenters: Ergonomic Evaluation using OWAS and 2D Compression Estimation. Int J Occup Saf Ergo. 2007;13(3):305-321.
- Kivi, P. Y Mattila, M., 1991. Analysis and improvement of work postures in the building industry: application of the computerized OWAS method. Applied Ergonomics, 22, pp. 43–48.
- Diego-Mas, J.A. Y Alcaide-Marzal, J, 2014. Using Kinect™ sensor in observational methods for assessing postures at work. Applied Ergonomics, 45(4), pp. 976-85.

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE VENTAJAS Y LIMITACIONES DE TARJETAS DE DESARROLLO PARA DISPOSITIVOS WIFI.

CAROLINA MONTALVO ESPINOZA¹ MANUEL HAU CHIMAL² AARÓN CASTILLO POLANCO³

RESUMEN

Este proyecto implementa el análisis de ventajas y limitaciones de microcontroladores (tarjetas) de desarrollo para IOT vs sistemas embebidos plug and play; a partir de esto determinar los criterios de selección de una u otra tecnología para cada proyecto domótico posible, en función de accesibilidad, competencias y procedimientos requeridos para su instalación, programación o configuración y costos.

Así mismo, a partir de los requerimientos y procedimientos “comunes” para la puesta en servicio de dispositivos wifi embebidos de distintos fabricantes o de las tarjetas de desarrollo (aplicaciones) más frecuentemente seleccionadas se pretende proponer métodos de trabajo para evitar retrabajos y costos asociados (al modificar instalaciones eléctricas), guías de selección de dispositivos y componentes para optimizar la inversión necesaria en este tipo de proyectos, procedimientos de programación y configuración de las tarjetas como punto de partida para su puesta en servicio con fines de automatización, domótica o sistemas IOT, en las instalaciones eléctricas residenciales o casas-habitación, aprovechando lo que la tecnología “el internet de las cosas” ofrece según la plataforma seleccionada.

Este proyecto tiene como objetivo el mejoramiento de la comprensión de estas tecnologías y sus variantes por medio de información que no ha sido únicamente resumida, sino también procesada para técnicos y usuarios expertos hacia usuarios con menos habilidades en Tics. Como medio, se propone, además, una cabina para simular la

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
c.montalvo@itscarrillopuerto.edu.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

interconexión de dispositivos wifi de control, de microcontroladores (tarjetas de desarrollo) para IOT y propuestas de la mejor manera de integrarlas, así como sensores (de presencia, temperatura, etc.) y actuadores (motores, para abrir puertas, etc.) a las instalaciones eléctricas ya existentes o en proyecto. En este proyecto se demuestran los procedimientos que se estarán llevando a cabo y de la misma manera los resultados que se han obtenido durante la realización de dicha investigación. Para concluir, este proyecto es desarrollado por alumnos del instituto

Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto de la carrera de Ingeniería Industrial y sistemas computacionales.

Palabras Claves: Microcontroladores, Internet de las cosas, Sensor, Wi-Fi, Routers, Sistemas embebidos

ABSTRAC:

This project implements the analysis of advantages and limitations of development microcontrollers (cards) for IOT vs embedded plug and play systems; From this, determine the criteria for selecting one or another technology for each possible home automation project, based on accessibility, skills and procedures required for installation, programming or configuration and costs.

Likewise, based on the “common” requirements and procedures for the commissioning of embedded Wi-Fi devices from different manufacturers or the most frequently selected development cards (applications), it is intended to propose working methods to avoid rework and associated costs (when modifying electrical installations), guides for selecting devices and components to optimize the necessary investment in this type of projects, programming procedures and configuration of the cards as a starting point for commissioning for automation, home automation or IOT systems , in residential electrical installations or house-dwellings, taking advantage of what the “internet of things” technology offers according to the selected platform.

This project aims to improve the compression of these technologies and their variants through information that has not only been summarized, but also processed for technicians and expert users towards users with less Tics skills. As a means, a booth is also proposed

to simulate the interconnection of Wi-Fi control devices, microcontrollers (development cards) for IOT and proposals for the best way to integrate them, as well as sensors (presence, temperature, etc.) and actuators (motors, to open doors, etc.) to existing or planned electrical installations. This project demonstrates the procedures that will be carried out and in the same way the results that have been obtained during the conduct of said investigation. To conclude, this project is developed by students of the Higher Technological Institute of Felipe Carrillo Puerto of the Industrial Engineering and Computer Systems degree.

Key Words: *Microcontrollers, Internet Of Things, Sensor, Wi-Fi, Routers, Embedded Systems*

INTRODUCCIÓN

El Internet de las Cosas está cambiando la manera en la que nos relacionamos, en esta tecnología ya no solo los seres humanos podemos enviar información. Ahora los objetos o las cosas también tendrán esta capacidad. Se podría pensar que es una tecnología del futuro, la realidad es que hoy podemos encontrar aplicaciones del IoT que se están usando en diferentes sectores como el industrial, el doméstico y las ciudades inteligentes. Uno de estos sectores es el que involucra nuestra propuesta. Crear nuestras propias aplicaciones del IoT para usar en nuestras casas o ciudades. Pero si, esta opción se te complica y no puedes crear tu aplicación, se puede optar por una aplicación profesional ya terminada, claro esto genera un costo mayor, pero puede facilitar la automatización. En la actualidad existen varias opciones para incorporar una vivienda de “clase media” a la tecnología del Internet de las cosas (IOT). De las opciones disponibles se puede hablar de dos grandes grupos: El primero, aquel donde los usuarios deben “armar”, configurar e instalar del modo que les parezca más conveniente, los componentes necesarios para controlar apagadores y contactos domésticos; el segundo, donde el usuario adquiere focos, contactos y otros dispositivos que únicamente monta o conecta en su instalación, configura en alguna aplicación y toma el control internet. Podría decirse que la tecnología del primer grupo es la base de desarrollo de los dispositivos del segundo grupo.

IOT tiene miles de aplicaciones, en nuestro caso nos vamos a centrar en el campo de la domótica, es decir, sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicio de gestión energética, comunicación, seguridad, etc

Antecedentes

IoT o Internet of Things (Internet de las Cosas) está cambiando la manera en la que nos relacionamos, en esta nueva tecnología ya no solo los seres humanos podemos enviar información. Ahora los objetos o las cosas también tendrán esta capacidad. Pareciera que es una tecnología del futuro, la realidad es que hoy podemos encontrar aplicaciones del IoT que se están usando en diferentes sectores como el industrial, el doméstico y las ciudades inteligentes.

El IoT hace referencia a la posibilidad de añadir un pequeño chip a los objetos cotidianos para que envíen información importante a la nube y puedan ser controlados, o bien por personas o bien por otros equipos especialmente diseñados para ese fin. Entre las múltiples aplicaciones del IoT, se tiene como una de la más conocidas y relevantes es aquella que nos permite tener una casa inteligente. Gracias a diferentes aplicaciones móviles, por ejemplo, podemos enviarle un mensaje a la lavadora cuando salimos del trabajo para que nos espere con la ropa limpia, o activar o desactivar un apagador, solicitarle a la cámara que inicie grabación, al microondas que empiece a calentar la comida cuando estamos a punto de llegar a casa.

Muy presentes en nuestras vidas, los “wereables”, por definición, son todos aquellos dispositivos que nos podemos poner. Unos de los más conocidos son los SmartWatch o relojes inteligentes con los que lo controlamos todo desde nuestra muñeca: las llamadas, los mensajes, las noticias de última hora, la temperatura, etc. Pero también pueden ser zapatillas de correr que registren diariamente el número de kilómetros recorridos o las rutas realizadas mediante sistemas GPS y que a través de una app se puede llevar registro de los kilómetros recorridos.

Uno de estos sectores es el que involucra nuestra propuesta. Crear nuestras propias aplicaciones del IoT para usar en nuestras casas o ciudades. Pero si, esta opción se te complica y no puedes crear tu aplicación, se puede optar por una aplicación profesional ya terminada, claro esto genera un costo mayor, pero puede facilitar la automatización.

En la actualidad existen varias opciones para incorporar una vivienda de “clase media” a la tecnología del Internet de las cosas (IoT). De las opciones disponibles se puede hablar de dos grandes grupos: El primero, aquel donde los usuarios deben “armar”, configurar e instalar del modo que les parezca más conveniente, los componentes necesarios para controlar apagadores y contactos domésticos; el segundo, donde el usuario adquiere focos, contactos y otros dispositivos que únicamente monta o conecta en su instalación, configura en alguna aplicación y toma el control internet. Podría decirse que la tecnología del primer grupo es la base de desarrollo de los dispositivos del segundo grupo.

Las principales diferencias de ambas tecnologías y grupos mencionados son en primer lugar los costos asociados al control de cada dispositivo (foco o contacto) de la instalación y en segundo lugar el nivel de capacitación para instalar, configurar y operar los “sistemas” resultantes de cada una de estas dos vertientes tecnológicas orientadas al mismo fin, el IoT.

Aunque en el segundo grupo las instalaciones eléctricas en general requieren casi ninguna modificación, como se ha mencionado la diferencia de costos puede ser importante y se tiene la hipótesis que ligeras modificaciones a las instalaciones eléctricas convencionales, así como arreglos “típicos” normalizados de ciertos componentes “genéricos” permitirían acercar más esta tecnología a los ciudadanos que por cuestiones de costos no están interesados.

Posteriormente todos estos automatismos destinados a edificios de oficinas, se han ido aplicando también a las viviendas de particulares u otro tipo de edificios donde el número de necesidades que hay que cubrir es mucho más amplio, dando origen a la vivienda domótica.

Existen muchas ventajas en el internet de las cosas que los consumidores no aprovechan hoy en día para una buena interconexión de casas-habitación o en industrias para tener una buena relación y familiarizarse a una nueva tecnología que resulta muy beneficioso para la humanidad. Como se sabe en la actualidad la tecnología va evolucionando año tras año y es por eso que hay que aprovechar las ventajas que el internet de las cosas nos trae con base a la programación ya que según (González, 2017) Arduino (plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware

flexibles y fáciles de usar) y Raspberry Pi son dos plataformas muy diferentes pero complementarias. Las soluciones para Internet de las Cosas (IoT), implican el uso de sensores de muy diversos tipos, conectados a nodos que puedan enviar los datos a Internet, estos nodos se pueden construir tanto con Arduino como con Raspberry Pi.

La importancia que tienen estos objetos en nuestro estilo de vida actual contrasta fuertemente con el conocimiento que la población en general tiene de los mismos. Las personas promedio ven los circuitos micro procesados como algo incomprensible y cuya programación e implementación está fuera de su alcance. Es por esta razón que se llevan adelante ciertas iniciativas que buscan vincular a la población general con el desarrollo de hardware y software de manera sencilla y dinámica, estos son las iniciativas de hardware y software libre.

Muy rápidamente los dispositivos WiFi para automatizar y controlar equipos domésticos adquieren popularidad y un extenso mercado. Por otro lado, los fabricantes desarrollan tecnología que si bien tiene aspectos “comunes” hay variantes importantes que si no se consideran pueden terminar en una mala inversión y experiencia por parte del usuario que adquiere tecnología costosa que no es compatible, que no entiende o a la que debe invertir mucho más para ponerla en marcha.

Por otro lado, si bien no se puede condicionar a los fabricantes más allá de cumplir las normas y especificaciones de los componentes y equipos en cuanto a materiales por ejemplo; si es posible buscar los aspectos de conectividad, accesibilidad, programación y configuración que el usuario debe verificar como mínimos necesarios para asegurar el resultado final deseado en cuanto al control que requiere, así mismo aspectos comunes en los procedimientos de instalación y puesta en servicio de cada fabricante o técnico que ensambla y programa los componentes que se hayan considerado en el sistema.

En este sentido porque es importante analizar las ventajas y limitaciones de las tarjetas de desarrollo vs microcontroladores para automatizar una vivienda.

En la actualidad lo que las personas requieren es buscar una posible solución para hacer su vida más placentera, eficaz, soluciones sustentables, por ejemplo, reducir el alto consumo de la energía eléctrica y facilitar la interconexión de las casas- habitación, es decir, domotizar una vivienda usando el internet de las cosas con el sistema de

configuración de las tarjetas electrónicas IoT. Se entiende por domótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, cableadas o inalámbricas y cuyo control satisface la necesidad de la humanidad dentro o fuera del hogar. La domótica es una tecnología aplicable fundamentalmente a las viviendas (casa, departamentos, etc.).

La tecnología de la domótica tiene el principal objetivo de brindar la mayor seguridad posible, con el mayor ahorro energético y calidad de confort.

En este proyecto lo que requerimos es aprovechar las ventajas que la domótica nos otorga, es decir, eficientar el ahorro de la energía eléctrica que nos favorecerá a los consumidores a nivel económico, social y ambiental, cabe mencionar que es por ello que se plantea este proyecto para buscar una solución y aprovechar lo que la tecnología del actual nos ofrece.

Cada vez más dispositivos IoT orientados a la automatización son adquiridos e instalados en casas-habitación por usuarios que no aprovechan todas las ventajas tecnológicas de estos componentes. El ahorro de energía y la seguridad, ambas, se ven impactadas en el buen sentido siempre y cuando los componentes WiFi se elijan, instalen y configuren correctamente. En algunos casos los componentes no embebidos como son tarjetas de desarrollo, módulo de relevadores y fuente se pueden integrar para obtener una versión más económica de un controlador de última generación, pero entonces el técnico instalador y el usuario deben alcanzar competencias más avanzadas. El proyecto está pensado en afianzar la parte eléctrica, ya que es la rama de la ingeniería estudiada, pero, además, introducir y aprender de nuevos temas novedosos como bien se menciona la configuración y programación de elementos del internet de las cosas.

El proyecto que se estará llevando a cabo con elementos que a veces también permiten el control: elementos conectados en una red como internet que facilitan la automatización proporcionando confort a los seres humanos y por ello es conveniente y/o factible al menos para los consumidores. Esta propuesta de innovación tecnológica que repercute en la humanidad a la transformación de los dispositivos ordinarios a “dispositivos inteligentes” y de ese mismo modo brindarnos de un buen beneficio ya que contaremos elementos de control que pueden automatizar acciones, lo que resultaría en realizar las

cosas de una manera ágil de programar las “cosas”, un sistema embebido está diseñado para realizar pocas funciones en tiempo real, en nuestro alrededor están conectadas, transmitiendo y recibiendo información a través de componentes inteligentes para así facilitarnos la vida y volverlo tan eficiente.

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICO

Objetivo general

Determinar las ventajas y limitaciones de las tarjetas de desarrollo de dispositivos wifi para el control por Internet en casas-habitación, desarrollar una metodología para optimizar la utilización de diferentes microcontroladores utilizados en sistemas de control domótica

Objetivos específicos

Análisis de las ventajas y limitaciones de las tarjetas de desarrollo vs (microcontroladores) para el Internet de las cosas, así como de dispositivos de control wifi embebidos de fábrica

Elaborar fichas técnicas sobre las ventajas y limitaciones de las tarjetas de desarrollo.

Configurar componentes reprogramados. Interrelacionar las aplicaciones de fabricantes y sistemas operativos para optimizar el uso de los dispositivos de marcas reconocidas compatibles con algún asistente de sistemas operativos para telefonía móvil y tabletas electrónicas.

Realizar las recomendaciones necesarias para la ubicación óptima, cableado y encapsulado de cada componente, especialmente los realizados con elementos no embebidos.

Hipótesis o Pregunta de investigación

Preguntas de investigación

¿Es posible de acuerdo a un análisis de las diferentes tarjetas de desarrollo y microcontroladores homologar sus secuencias de programación?

¿Se puede generar un procedimiento poco complejo que le permita al usuario configurar y adecuar cualquier tarjeta de aplicación a un sistema de control IoT?

¿Cómo lograr la vigencia máxima de los componentes de un sistema de control desarrollado con tarjetas de desarrollo?

¿En qué grado pueden los dispositivos “domóticos” de control Wi-Fi con sistemas embebidos desplazar completamente a las “tarjetas” de desarrollo como una opción para automatizar una casa-habitación?

¿Pueden competir las propuestas para sistemas IoT basadas en Tarjetas de Desarrollo con los dispositivos embebidos para la misma finalidad?

¿La formación en escuelas desde el nivel medio incorporan competencias en programación suficientes para que un usuario se “libere” y pueda optar por sistemas IoT basados en tarjetas de desarrollo que requieren estos conocimientos?

Hipótesis

Es posible desarrollar una metodología para optimizar el desempeño de diferentes microcontroladores y/o (tarjetas) de desarrollo utilizados en sistemas de control automático para IoT

METODOLOGÍA

Microcontroladores.

(Velazco, 2019) Según Velazco, un micro controlador es un pequeño ordenador que contiene en su interior básicamente un procesador, soporte (reloj y reset), memoria y puertos de entrada-salida, todo ello dentro de un pequeño chip que podemos programar con total flexibilidad y relativa facilidad.

(EcuRed, 2019) Para EcuRed, un micro controlador es un Procesador con su sistema mínimo en un chip (incluye memoria para programa y datos, periféricos de entrada / salida, conversores análogos – digital (AD) y digital – análogo (DA), módulos especializados en la transmisión y recepción de datos).

(mecatrónica, 2019) Según mecatrónica, Un micro controlador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del micro controlador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora.

Internet en las cosas.

(Karen Rose, 2015) El término "Internet de las cosas", el "IoT", describe el amplio y creciente conjunto de dispositivos digitales, que actualmente son miles de millones y que operan a través de redes de escala potencialmente global. A diferencia del Internet normal (de las personas), el IoT se compone solo de sensores inteligentes y otros dispositivos. Entre sus usos se encuentran la recopilación de datos operativos de sensores remotos en plataformas petrolíferas, la recolección de datos meteorológicos y el control de termostatos inteligentes.

(Andrés, 2018) El término Internet de las Cosas se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana.

Sensor.

(Díaz, 2016) Se le considera un sensor a un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente pulsos eléctricos, que seamos capaces de cuantificar, manipular y controlar.

(Lab-Volt, 2001) El término sensor se refiere a un elemento de medición que detecta la magnitud de un parámetro físico y lo cambia por una señal que puede procesar el sistema. Al elemento activo de un sensor se le conoce comúnmente como transductor.

Wi-Fi.

(Salazar, 2019) Wi-fi es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos, como computadoras, tablets, smartphones o celulares, etc., mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información.

(Francisco de Borja Nafria Oñate, 2018) En informática, se conoce como Wifi (derivado de la marca Wi-Fi) a una tecnología de telecomunicaciones que permite la interconexión inalámbrica entre sistemas informáticos y electrónicos, tales como computadores, consolas de videojuego, televisores, teléfonos celulares, reproductores, punteros, etc.

Router.

(Polak, 2017) El router o enrutador es un dispositivo que opera en capas de nivel de 3. Así, permite que varias redes u ordenadores se conecten entre sí y, compartan una misma conexión de Internet valiéndose de un protocolo de enrutamiento, que le permite comunicarse con otros enrutadores o encaminadores y compartir información entre sí para saber cuál es la ruta más rápida y adecuada para enviar datos.

(Orgnet, 2009) Un router o un enrutador es un dispositivo externo al ordenador que se encarga de establecer un nexo de conexión en una Red entre un punto de partida (Emisor de la señal) hacia un terminal que oficia como el punto de llegada de esta comunicación (es decir, el Destinatario de la señal)

Sistemas embebidos.

(Fernández, 2016) Los componentes de un sistema embebido, son los siguientes, en la parte central se encuentra el microprocesador, DSP, etc. La CPU o unidad que aporta la capacidad de cómputo del sistema, pudiendo incluir memoria interna o externa, un micro con arquitectura específica según los requisitos.

(Rojas, 2018) Generalmente tienen un consumo energético bajo y como no están ligados a una arquitectura específica tienen alta flexibilidad en su diseño. Generalmente están asociados a comportamientos de tiempo real. Tienen recurso de hardware limitados

Procedimiento

El proyecto consta de elementos importantes para llevar a cabo el proyecto, la investigación en parte documental y de análisis conlleva una etapa de pruebas y experimentación, de intercambio de opiniones y experiencias de las personas usuarios, estudiantes y técnicos que utilizan o son proveedores de esta tecnología. El procedimiento propuesto para concluir correctamente la hipótesis planteada ha sido el siguiente:

Analizar los diferentes tipos de tarjetas IOT para desarrollar los sistemas de configuración de acuerdo a las instalaciones eléctricas residenciales (Domótica).

Identificar y detallar las características técnicas de las diferentes y más usuales tarjetas de desarrollo utilizados en proyectos de control domótico (automatización de casas-habitación). Las diferentes marcas, plataformas o aplicaciones requeridas, las posibilidades de configuración

Identificar y detallar las características técnicas de los diferentes y más usuales dispositivos WiFi (sistemas embebidos) utilizados en para control domótico (automatización de casas-habitación) o IOT. Las diferentes marcas, plataformas o aplicaciones requeridas, las posibilidades de configuración

Establecer las ventajas y desventajas de ambas tecnologías desde enfoques del: Fabricante, del técnico y del Usuario “experto”

Pruebas funcionales con las diferentes tarjetas y dispositivos y recopilación de los aspectos; conocimientos, rutinas, procedimientos semejantes entre unas y otras.

Elaboración de una recopilación a modo de resumen de las tecnologías y los dispositivos estudiados. Manual con principales detalles técnicos.

Elaboración de diagramas y procedimientos genéricos para la selección, implementación y puesta en servicio de los diferentes componentes utilizados en las tecnologías para domótica e IOT.

RESULTADOS

Se identificaron una gran cantidad de tópicos relacionados con la investigación, que pueden abrir “espacio” a más proyectos de investigación y de ingeniería aplicada. Tal como se había supuesto, existen una gran variedad de componentes “suelos” para desarrollar “a la medida” dispositivos de control, también existen una importante cantidad de dispositivos ya integrados (embebidos) para el control automático. Todos usan diversas aplicaciones y protocolos que no siempre son compatibles, pues deben integrarse en primer lugar a las instalaciones eléctricas disponibles, aparatos a controlar, tipo y características del punto de acceso (módem) y al sistema operativo de celular, tableta o computadora desde donde se controlará todo.

Los resultados pueden listarse de la siguiente manera:

Se adquirieron conocimientos básicos sobre configuración, características y limitaciones de las placas de desarrollo utilizadas.

Se adquirieron habilidades de programación de diferentes tipos de tarjetas usando el mismo software e incluyendo programas de Arduino

Se obtuvo las habilidades y el conocimiento de las características de las tarjetas IOT con base a la elaboración de un manual para facilitar el uso de esta nueva tecnología.

Se analizaron la ventajas y desventajas de cada una de las placas de desarrollo teniendo como resultado la opción más viable para la selección de una de las tarjetas para llevar a cabo el proyecto.

Se realizaron las pruebas funcionales de la configuración y aplicación de un sistema montado con las tarjetas de desarrollo y microcontroladores.

Se generaron las bases para un sistema de control residencial automatizado que garantice la funcionalidad y el confort de los sistemas instalados.

Promover un sistema de energía eficiente y de más bajo costo.

Elaboración de un manual de manejo de tarjetas, mencionando su configuración, compatibilidad y programación.

Elementos de control IoT para realizar prácticas de laboratorio para la carrera de sistemas

Se ha preparado el protocolo para iniciar el registro para la propiedad intelectual en la opción de “modelo de utilidad”

Bien pueden resumirse:

Se listaron y detallaron en una matriz para comparación las ventajas y limitaciones de las tarjetas de desarrollo y de dispositivos de control wifi ya integrados para el control automático por Internet en casas-habitación.

Se elaboraron las fichas técnicas de cada componente necesario para en conjunto con las tarjetas (microcontroladores) de desarrollo se tuviera a la mano toda la información necesaria para “armar” programar, configurar, armonizar y la puesta en marcha del “conjunto” diseñado, desde el hardware (tarjeta, fuente, módulo de relevadores, sensores) hasta el software (IDE, librerías, rutinas típicas, repositorios en línea); las variantes utilizadas para un mismo microcontrolador.

Se elaboraron también la compilación y complementos de información de los dispositivos ya integrados de fábrica, puntualizando sus requisitos técnicos más importantes como por ejemplo velocidad de los puntos de acceso (modem), sistemas operativos, tipo de redes.

Se propone un diagrama de flujo para explicar una metodología con un par de variantes para optimizar la utilización de diferentes dispositivos y microcontroladores utilizados en sistemas de control domótico e IOT, desde la selección, la necesidad de “aplicaciones” hasta la programación o configuración. Los aspectos comunes para su implementación y puesta en servicio exitosa.

CONCLUSIONES

La implementación de las tarjetas de desarrollo aplicadas a un sistema domótico residencial da como resultado el inicio de una nueva era, la era del confort entre el hombre y la máquina. En el ámbito personal, ayuda a brindar salud preventiva a menores costos, ahorro de energía en el hogar, conducción más segura y más formas de interactuar con la familia. Colectivamente ayudará al ambiente, mejora el servicio al cliente y aumenta la seguridad en varias dimensiones.

Fomentar estos tipos de sistemas de control contribuye a que la sociedad tenga un punto a favor sobre las decisiones a tomar, basta con imaginar el gran campo de aplicación que esta tecnología ofrece, desde facilitar las labores día con día, ya sea para uso residencial o aplicaciones en la industria de la construcción.

Los sistemas inteligentes de distribución de electricidad permiten a los proveedores de servicios públicos administrar y monitorear de forma remota. Con los sistemas conectados, las personas, compañías pueden administrar la distribución de energía y re direccionar la energía durante las interrupciones, también se pueden vigilar el consumo de varios recursos no renovables y consumir conscientemente, podemos decir que el internet de las cosas es un avance tecnológico y gracias a la tecnología, en esta nueva sociedad digital que se nos presenta, la comunicación con el entorno será la clave para que funcionemos. Pero además de hablar con nuestras zapatillas inteligentes para que nos monitoricen cuando salimos a correr, podremos también comunicarnos con personas de todo el mundo con las que compartiremos.

Las comunicaciones M2M, que sientan las bases del IoT, ayudan a reducir los costos de una gran gama de elementos. Cuando el IoT se convierta en un hecho de la vida cotidiana y todos los dispositivos se conviertan en elementos manejables de una sola red, será

incluso más fácil administrar todo de forma remota. mejorar la vida de las personas, ya que para muchos es considerado una utopía completamente salida de lugar, porque en realidad con el internet de las cosas se puedes lograr accesibilidad a una parte de la ciencia que antes ni siquiera se imaginaba.

Referencias Bibliográficas

- Andrés, M. B. (19 de septiembre de 2018). Internet de las cosas. Obtenido de Internet de las cosas : https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf
- Díaz, D. V. (13 de Enero de 2016). Sensores . Obtenido de Sensores : <http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DanielVegaDiaz.pdf>
- EcuRed. (18 de 09 de 2019). EcuRed. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Microcontroladores_PIC.
- Fernández, M. A. (19 de Febrero de 2016). INGENIERÍA DE LOS SISTEMAS EMBEBIDOS . Obtenido de INGENIERIA DE LOS SISTEMAS EMBEBIDOS :<http://www.mecamex.net/Libros/2016-Libro-SistemasEmbebidos.pdf>
- Francisco de Borja Nafria Oñate, M. A. (29 de Junio de 2018). Redes Wi-Fi. Obtenido de Redes Wi-Fi: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81269/3/fbnafríaTFM0618memoria.pdf>
- González, L. M. (11 de Marzo de 2016). Instalaciones domóticas . Obtenido de Instalaciones domóticas : <https://www.casasdigitales.com/la-domotica-donde-nacio/>
- González, M. Á. (22 de Abril de 2017). Ventajas y desventajas de las placas arduino. Obtenido de Internet de las cosas : <https://es.quora.com/Cu%C3%A1les-son-las-ventajas-y-desventajas-de-Arduino-y-Raspberry-Pi-para-las-soluciones-de-hardware-de-IoT>
- Karen Rose, S. E. (05 de Octubre de 2015). Internet de las cosas . Obtenido de Internet de las cosas : <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Lab-Volt. (04 de Febrero de 2001). Fluídos de sensores . Obtenido de Fluídos de sensores : <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/ManualesIng/FluidosySensores-O.pdf>
- Orgnet, V. K. (09 de Diciembre de 2009). La vida social de los routers . Obtenido de La vida social de los routers : <file:///C:/Users/Manuel%20Hau/Downloads/53009-61192-1-PB.pdf>
- Polak, B. W. (29 de Abril de 2017). Introduccion a la configuracion de routers cisco. Obtenido de Introduccion a la configuracion de routers cisco: <https://www3.ort.edu.uy/fi/pdf/configuracionroutersciscomatturro.pdf>

Rojas, J. C. (16 de junio de 2018). sistemas embebidos . Obtenido de ingeniria electronica : https://www.researchgate.net/publication/322775767_Sistemas_Embebidos

Salazar, J. (19 de Septiembre de 2019). Redes Inalámbricas. Obtenido de Redes Inalámbricas: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

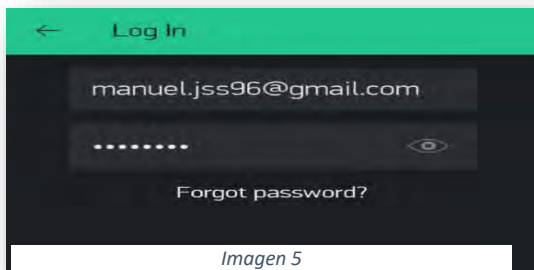
Velazco, N. (18 de 09 de 2019). bibings.us.es. Obtenido de bibings.us.es: [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontrolado res.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontrolado%20res.pdf)

ANEXOS:

Tarjetas	Elementos wifi
 	 
Software /control	configuración

⁴ Imágenes de tarjetas controladoras y elementos wifi

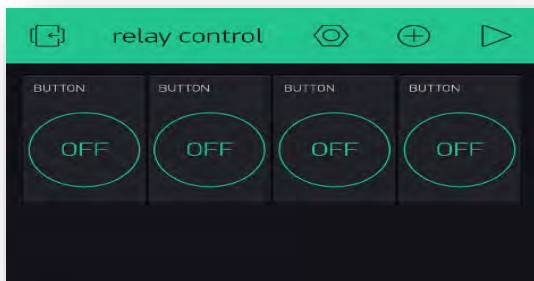
5



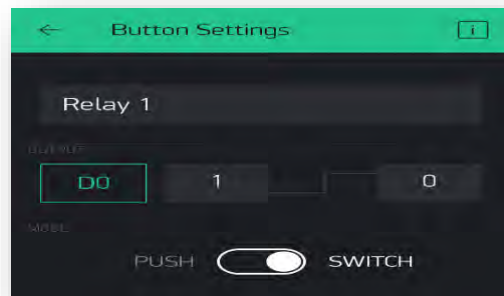
6



7



8



⁵ Para poder vincular esta aplicación lo primero que se debe realizar es descargar las librerías de Blink para poder vincularlo con el IDE de Arduino para que de esa misma manera no tengamos ningún detalle al momento de controlar dichos componentes

⁶ Imagen 5. Se observa el inicio de sesión de una aplicación existente en la play store Blynk

⁷ Una vez iniciada la sesión dentro de ello nos vamos en la pestaña de agregar nuevo proyecto y elegimos la tarjeta con la que estaremos trabajando en este caso la Nodemcu.

⁸ Imagen 8. Utilizaremos 4 botones ya que en esta ocasión usaremos un banco de relé de 5v para poder controlar 4 componentes diferentes dentro de las instalaciones eléctricas

DISEÑO DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL PARA EL ESTUDIO DE VARIABLES DE INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA.

ANIBAL GAUDENCIO LÓPEZ CABRERA¹ LILIANA FUENTES ROSAS² BEATRIZ MORALES CASTILLO³

RESUMEN

Factores como el agua, la tierra y otras sustancias, generan que el municipio de Tierra Blanca sea una zona endémica de enfermedades renales, indicó la presidenta de la Asociación Mexicana de Enfermeras en Nefrología A.C, (AMENAC, 2018). En el caso de Veracruz, se tiene registrado al municipio de Tierra Blanca como una zona endémica a consecuencia de diversos factores, como la presencia de contaminantes en el agua o en la tierra y factores genéticos. El municipio de Tierra Blanca, en Veracruz, es la población con mayor número de muertos por insuficiencia renal crónica en México (Noticieros Televisa, 2015).

Preocupados por esta situación se decide crear una red neuronal que permita el estudio de algunas variables involucradas en el desarrollo de la misma. Para ello se determinarán variables que tengan aportación significativa a este padecimiento y se diseñará un instrumento de recolección de información para obtener los datos correspondientes con la finalidad de construir dicha red neuronal.

Palabras clave: Salud, Insuficiencia Renal, Red Neuronal, Tierra Blanca.

ABSTRACT

Factors such as water, soil and other substances generate that the municipality of Tierra Blanca is an endemic area of renal diseases, said the president of the Mexican Association of Nurses in Nephrology A.C. (AMENAC, 2018). In the case of Veracruz, the municipality of Tierra Blanca is registered as an endemic zone as a result of various

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca anibalglopezc@outlook.es

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca liliana.fuentes@itstbedu.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Beatriz.morales@itstb.edu.mx

factors, such as the presence of contaminants in the water or soil and genetic factors. The municipality of Tierra Blanca, in Veracruz, is the population with the highest number of deaths due to chronic renal insufficiency in Mexico (Noticieros Televisa, 2015).

Concerned about this situation, it was decided to create a neural network that allows the study of some variables involved in the development of the same. To this end, variables that have a significant contribution to this condition will be determined and a data collection instrument will be designed to obtain the corresponding data for the purpose of constructing the neural network.

Keywords: *Health, Renal Insufficiency, Neural Network, Tierra Blanca.*

INTRODUCCIÓN

Tierra Blanca, zona endémica de enfermedades renales a causa de diversos factores: asociación.

(Diario de Xalapa, 2018) Factores como el agua, la tierra y otras sustancias, generan que el municipio de Tierra Blanca sea una zona endémica de enfermedades renales, indicó la presidenta de la Asociación Mexicana de Enfermeras en Nefrología A.C, (AMENAC). Alertó que, de acuerdo a estudios médicos, nueve de cada 100 mexicanos tienen un daño renal.

En el caso de Veracruz, se tiene registrado al municipio de Tierra Blanca como una zona endémica a consecuencia de diversos factores, como la presencia de contaminantes en el agua o en la tierra donde se cultivan los alimentos que consume la población de la zona. Así como factores genéticos que podrían influir en que esta zona de Veracruz exista tantas personas enfermas del riñón, como diabetes, hipertensión, hábitos de consumo de tabaco y alcohol, entre otros.

“Lo que pasa es que es difícil decir, es esto, porque influyen muchos factores, puede ser el agua, la tierra que esté contaminada y al tomar los alimentos se contamine, puede ser que utilicen sustancias para trabajar, algún químico o elemento que se vaya directo al agua. El agua que es natural tiene lo que llamamos elementos pesados, que son nocivos para nuestro organismo y que no se pueden detectar fácilmente”.

Incrementan enfermedades renales en Tierra Blanca, Veracruz

(xeu, 2019) La presidenta de la Asociación Mexicana de Enfermeras en Nefrología A.C., afirmó que el municipio de Tierra Blanca es la zona en donde se da el mayor número de enfermedades renales, las cuales han ido en incremento. Los principales factores de riesgo, dijo, son el agua, uso de químicos, la genética y personas con antecedentes de diabetes, de hipertensión arterial, fumadores crónicos y el alcoholismo.

Aunque no existen datos concretos, la calidad del agua "sí pudiera ser un factor debido a las sustancias químicas que pudiera contener o bien a los metales pesados que pudieran encontrarse en el agua". Señaló que la Asociación Mexicana de Enfermeras en Nefrología no ha realizado estudios específicos en Tierra Blanca sobre qué origina las enfermedades de ese tipo, sin embargo, por la experiencia, el consumo de agua con químicos sí es un factor predominante. A nivel nacional, de cada 100 habitantes 10 tienen daños renales y en cada estado hay zonas con un alto índice de enfermedades en el riñón.

Enfermos renales en Tierra Blanca, 10 veces más que en resto del país

(Noticieros televisa, 2015) CIUDAD DE MÉXICO, el municipio de Tierra Blanca, en Veracruz, es la población con mayor número de muertos por insuficiencia renal crónica en México. El presidente del Comité Pro Desarrollo Cuenca Papaloapan, A.C. "¡No es humanamente justo! la vida de un enfermo de los riñones es ¡Muy dura!" "¡Este es el mapa de la ciudad de Tierra Blanca, yo le llamo: "el mapa de la muerte" porque aquí en los puntos rojos están las muertes de insuficiencia renal crónica, y vemos que prácticamente toda la ciudad está plagada de este problema!". Ante la impotencia de los más de 100 mil habitantes del poblado de Tierra Blanca, los fallecimientos por insuficiencia renal crónica han aumentado de manera alarmante en los últimos años. En el municipio de Tierra Blanca ha aumentado 3 veces más la mortalidad, de 1998 a la fecha." En 1990 se comenzó a detectar en este municipio un aumento inusual en la incidencia de enfermedades renales. En ese entonces los reclamos de los afectados no fueron atendidos por las autoridades municipales ni estatales.

Ante la falta de información oficial la Asociación Civil "Comité Pro Desarrollo de la Cuenca del Papaloapan" comenzó a recabar casa por casa los primeros datos sobre personas

fallecidas por insuficiencia renal crónica. Cada año se registran “45 muertos en Tierra Blanca nada más” por el problema. La salud de los riñones es fundamental para nuestro organismo, al ser los órganos encargados de filtrar la sangre y eliminar los deshechos que genera nuestro cuerpo. Los riñones también eliminan el exceso de agua y producen hormonas. La insuficiencia renal es un mal silencioso. Señala la presidenta de la Sociedad Mexicana Toxicología A.C. “Es una enfermedad terrible porque no tiene remedio, es decir, si se deja que avance hasta el punto que ya hay síntomas la enfermedad no tiene remedio.” De acuerdo con la Secretaría de Salud del Estado de Veracruz, entre los años 2008 y 2012 se presentaron 265 defunciones por insuficiencia renal en Tierra Blanca. Anterior a ese periodo el problema ya era grave como lo hizo constar en un documento el Instituto Nacional de Cardiología. En la Ciudad de México, al atender en el 2003 a 40 pacientes de Tierra Blanca con Insuficiencia Renal. Otros 110 enfermos del mismo municipio esperaban tratamiento.

Investigan causas de insuficiencia renal en Tierra Blanca

(unotv, 2016) La Secretaría de Salud conformó una comisión multidisciplinaria que se sumará a la labor que realiza el gobierno de Veracruz para determinar las probables causas de insuficiencia renal en Tierra Blanca, ya que se han reportado varios casos de esta enfermedad en esa localidad. Autoridades veracruzanas informaron que de los 89 pacientes que acuden al hospital de Tierra Blanca a recibir su tratamiento de hemodiálisis, el 15% es de Oaxaca y los demás corresponden a Veracruz, pero no todos son originarios de dicho municipio.

La Secretaría de Salud dijo que en ese lugar existen antecedentes de diabetes e hipertensión que, sumados a las altas temperaturas, conllevan a la deshidratación que al no ser atendida de manera oportuna y adecuada, ésta deriva en daño renal agudo que luego se convierte en crónico.

Una red neuronal artificial está compuesta por neuronas simples organizadas en capas. Cada neurona recibe un impulso de las neuronas de la capa previa y envía un impulso a las neuronas de la siguiente capa. Los impulsos entre las neuronas tienen un peso que varía. Conforme la red va aprendiendo, los pesos se van ajustando hasta que la red tiene un comportamiento óptimo. (Orbe, 2017).

Para definir totalmente una red neuronal no basta con describir el comportamiento individual de sus componentes, sino que hay que especificar también el interconexionado existente entre ellas. Éstas se agrupan en capas, cada una de ellas con un conjunto de neuronas de número variable y comportamiento similar, constituyendo varias capas una red neuronal (Pino Díez et al, 2001).

Cada capa está conectada a la inmediata posterior total o parcialmente, excepto la última capa, que constituye la salida total de la red neuronal (Flores López, 2008). Existen tres tipos de capas:

Capa de entrada: El número y tipo de neuronas que constituyen esta capa, depende de los datos del problema.

Capa intermedia: Dependiendo del tipo y complejidad del problema puede ser más de una.

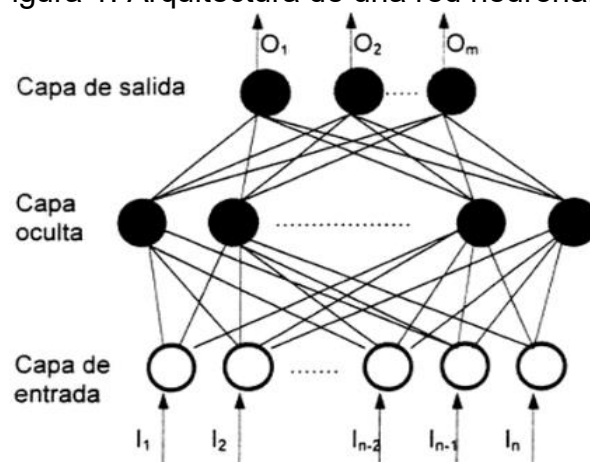
Capa de salida: El número de neuronas de esta capa depende del formato esperado de salida de la red.

La arquitectura de una red neuronal artificial depende de cuatro parámetros principales:

- 1.- El número de capas del sistema.
- 2.- El número de neuronas por capa.
- 3.- El grado de conectividad entre las neuronas.
- 4.- El tipo de conexiones neuronales.

La Figura 1 representa la arquitectura común de una red neuronal artificial.

Figura 1. Arquitectura de una red neuronal.



Para la investigación se diseñará una red neuronal artificial que permita estudiar el comportamiento de variables que impactan en la insuficiencia renal crónica. Por lo tanto, se describe a continuación de la metodología para el desarrollo del estudio.

METODOLOGÍA

Con el propósito de obtener un resultado exitoso en el diseño de la red neuronal artificial se desarrollará la siguiente metodología.

Selección de variables.

Recopilación de información.

Elaboración de base de datos.

Diseño de la red neuronal artificial.

Selección de variables.

Para el diseño de la red neuronal artificial se determinaron las variables de entrada y salida respectivamente las cuales se describen a continuación.

Variables de entrada

Las variables de entrada están conformadas por los siguientes conjuntos de datos: de índole personal, historial clínico, hábitos, actividades cotidianas y antecedentes clínicos de familiares.

Datos personales:

Este conjunto está formado por la siguiente información: Género, Escolaridad, Origen étnico, Nivel socioeconómico, Unidad Médica, Edad, Peso, Talla, Glucosa, Presión, IMC y Obesidad.

Historial clínico:

La información que se recopila en este conjunto es la siguiente: Diabetes Mellitus, Hipertensión arterial, Urolitiasis, Hiperuricemia, Hiperplasia prostática, Antecedente de preeclampsia/eclampsia, enfermedad hipertensiva del embarazo, Lupus Eritematoso Generalizado, Antecedente de Parto Pretérmino, Infecciones en vías urinarias de repetición, Consumo frecuente de antiinflamatorios no esteroideos, Proteinuria en orina.

Hábitos:

En este conjunto de datos se encuentra: Ingesta de líquidos (agua libre), TSFR, Consumo crónico de drogas ilícitas, Ingesta semanal de bebidas azucaradas.

Actividades cotidianas:

La información perteneciente a este grupo es: Trabajo físico, Historial ocupacional en labores del campo, Exposición a pesticidas, Exposición en horas por día al sol y ambientes calurosos al aire libre.

Finalmente un último dato: Antecedente familiar de ERC (número de personas cercanas).

Variable de salida:

La variable de salida es el diagnóstico de insuficiencia renal crónica, es decir, si los pacientes padecen o no esta enfermedad.

Recopilación de información.

Con las variables definidas se procede a realizar un instrumento para la obtención de información (ver Figura 2), considerando además de las variables descritas anteriormente, el tiempo de evolución de las enfermedades que padecen, la cantidad en unidades correspondientes a los consumos, las horas de exposición al sol y de esfuerzo físico.

Figura 2. Instrumento para la obtención de información.

Instrumento de recolección IRC											
Marque la opción que corresponda						Escriba en los recuadros los datos correspondientes					
Género:	M	F				Edad:		años		meses	
Escolaridad:	Sin/esco	Primaria	Secundaria	Media	Superior	Peso:		kg		Presión:	
Origen étnico:	Afroamericano	Hispano	Nativo	Americano	Otro	Talla:		m		IMC:	
Nivel socioeconómico:	Bajo	Medio	Alto			Glucosa:		mg/dl		Obesidad:	
Unidad Médica:	General	IMSS	ISSSTE	Regional							
Marque la opción si o no y a continuación indique la observación.											
Antecedente familiar de ERC (número de personas cercanas).	Si	No									
Diabetes Mellitus.			Tiempo de evolución:		años		meses				
Hipertensión arterial.			Tiempo de evolución:		años		meses				
Urolitiasis.											
Hiperuricemia.			Tiempo de evolución:		años		meses				
Hiperplasia prostática.											
Antecedente de preeclampsia/eclampsia, enfermedad hipertensiva del embarazo.											
Lupus Eritematoso Generalizado.											
Antecedente de Parto Pretérmino.											
Infecciones en vías urinarias de repetición.			Tiempo de evolución:		años		meses				
Consumo frecuente de antiinflamatorios no esteroideos.			Numero de tabletas /dosis por semana:								
Consumo crónico de drogas ilícitas.			Numero de tabletas /dosis por semana:								
Ingesta semanal de bebidas azucaradas.			Numero de botellas/semana:								
Historial ocupacional en labores del campo.			Tiempo:		años		meses				
Exposición a pesticidas.											
Exposición en horas por día al sol y ambientes calurosos al aire libre.			Tiempo de exposición:		años		meses				
Trabajo físico.			Horas a la semana:								
Proteinuria en orina.											
Ingesta de líquidos (agua libre) .			Litros por día								

Se entrevistan entonces a los pacientes para obtener información inicial para la red neuronal artificial.

Elaboración de base de datos.

Con los datos recopilados se procede a la elaboración de una base de datos para el tratamiento de la información. Dicha base de datos se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Vista parcial de la base de datos.

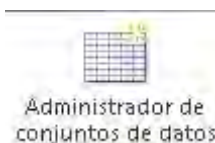
Paciente	Genero	Edad	Escolaridad	Origen étnico	Nivel socioeconómico	Unidad médica	Peso	Talla	Glucosa	Presión	IMC	Obesidad	Antecedentes
1	M	66.42	P	HIS	B	IMSS	60	1.51	89	120/70	26.31	NO	NO
2	M	68	S	HIS	M	IMSS	61	1.52	106	120/80	26.4	NO	NO
3	M	63.25	P	HIS	B	IMSS	78	1.50	82	130/80	33.77	SI	NO
4	F	64.17	SIN	HIS	M	IMSS	57	1.48	108	120/80	26.02	NO	NO
5	M	60.5	P	HIS	M	IMSS	67	1.64	160	110/70	25	NO	NO
6	M	51.83	S	HIS	M	IMSS	61	1.73	180	90/60	22.76	NO	NO
7	M	67.42	P	AF	M	IMSS	54	1.5	90	130/70	24	NO	NO
8	F	53.67	S	HIS	M	IMSS	72	1.67	180	150/90	25.89	NO	NO
9	F	52.17	P	HIS	M	IMSS	59	1.59	128	160/90		NO	1
10	M	53.67	P	HIS	M	IMSS	66	1.65	90	180/110	24.26	NO	NO
11	F	73.5	P	NA	M	IMSS	55	1.6	96	120/80	21.48	NO	2
12	F	83.5	P	HIS	M	IMSS	72	1.44	104	130/80	34.72	SI	2
13	F	60.83	SIN	NA	B	IMSS	53.5	1.36		130/80			1
14	F	62	P	NA	M	IMSS	61.5	1.58	96	120/70	26.61	NO	NO
15	M	73.5	P	NA	M	IMSS	71	1.6	150	120/80	27.73	NO	NO
16	M	65.41	P	NA	B	IMSS	67	1.65	271	120/70	25.21	NO	SI
17	F	56.08	P	NA	M	IMSS	96	1.42	110	120/80	47.6	SI	1
18	M	66.58	M	NA	M	IMSS	73	1.68	123	120/70	25.86	NO	3
19	F	45.66	S	NA	B	IMSS	67	1.47	160	120/70	31	SI	5
20	M	57.33	SU	NA	M	IMSS	97.3	1.73	110	125/80	32.51	SI	NO
21	M	50.66	S	NA	M	IMSS	63.1	1.56	95	120/80	25.92	NO	NO
22	F	63.75	S	NA	M	IMSS	66.5	1.46	165	130/80		SI	2
23	M	52.5	P	NA	M	IMSS	93.9	1.68	73	180/60	33.26	SI	1
24	F	68.75	P	HIS	M	IMSS	42	1.47		120/80			2
25	F	75.16	S	HIS	M	IMSS	64	1.43	124	110/70	31.29	SI	1

Diseño de la red neuronal artificial.

A continuación, se muestran los pasos para obtener la red neuronal artificial con ayuda de la herramienta Neural Tools 7.6.

Una vez creada la base de datos dentro de neural tools dar clic en el botón Administrador de conjuntos de datos (Ver Figura 4) para definir el conjunto de datos y variables que corresponderán a la red neuronal artificial.

Figura 4. Administrador de conjuntos de datos



En la ventana emergente resultante modificar lo siguiente (Ver Figura 5):

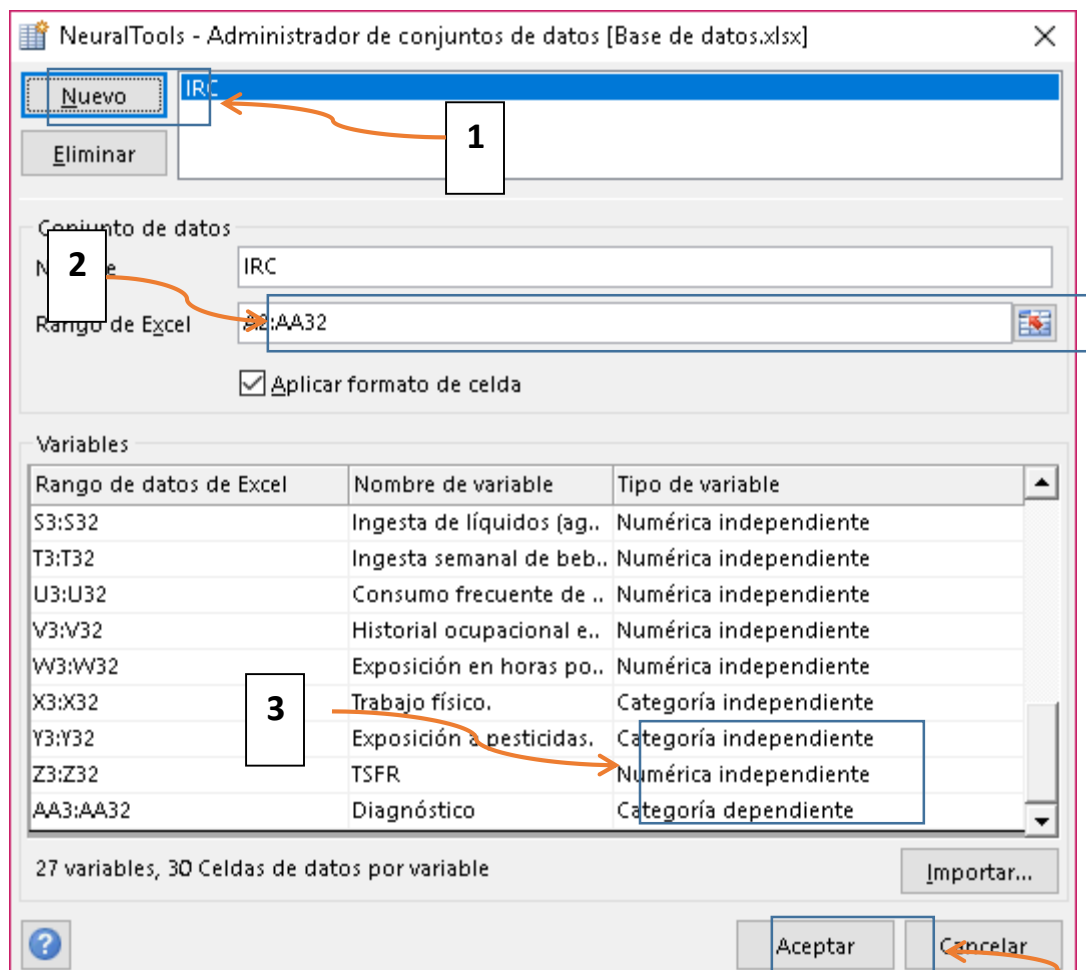
Dar clic en new y renombrar el archivo. En este caso lo nombramos IRC

Seleccionar el rango de datos en este apartado.

Definir el tipo de variable, estas son categoría independiente, numérica independiente y categoría dependiente.

Dar clic en aceptar.

Figura 5. Edición preliminar de la red neuronal artificial.



Una vez concluida la edición puede notarse que los datos se encuentran enmarcados en un contorno de líneas punteadas y los títulos de las columnas resaltados con azul turquesa como se observa en la figura en la Figura 6, esto quiere decir que el software ha reconocido los datos como una red a entrenar y no solo como información.

Figura 6. Reconocimiento de base de datos como una res.

Paciente	Genero	Edad	Escolaridad	Origen étnico	Nivel socioe	Peso	Talla	Glucosa	IMC	Obesidad	Antecedent
1	M	66.42	P	HIS	B	60	1.51	89	26.31	NO	0
2	M	68	S	HIS	M	61	1.52	106	26.4	NO	0
3	M	63.25	P	HIS	B	78	150	82	33.77	SI	0
4	F	64.17	SIN	HIS	M	57	1.48	108	26.02	NO	0
5	M	60.5	P	HIS	M	67	1.64	160	25	NO	0
6	M	51.83	S	HIS	M	61	1.73	180	22.76	NO	0
7	M	67.42	P	AF	M	54	1.5	90	24	NO	0
8	F	53.67	S	HIS	M	72	1.67	180	25.89	NO	0
9	F	52.17	P	HIS	M	59	1.59	128	25	NO	1
10	M	53.67	P	HIS	M	66	1.65	90	24.26	NO	0
11	F	73.5	P	NA	M	55	1.6	96	21.48	NO	2
12	F	83.5	P	HIS	M	72	1.44	104	34.72	SI	2
13	F	60.83	SIN	NA	B	53.5	1.36	0	25	NO	1
14	F	62	P	NA	M	61.5	1.58	96	26.61	NO	0
15	M	73.5	P	NA	M	71	1.6	150	27.73	NO	0
16	M	65.41	P	NA	B	67	1.65	271	25.21	NO	1
17	F	56.08	P	NA	M	96	1.42	110	47.6	SI	1
18	M	66.58	M	NA	M	73	1.68	123	25.86	NO	3
19	F	45.66	S	NA	B	67	1.47	160	31	SI	5
20	M	57.33	S	NA	M	97.3	1.73	110	32.51	SI	0

Posteriormente se entrenara la red neuronal artificial, para ello dar clic en el botón entrenar que se muestra en la Figura 7.

Figura 7. Botón entrenar.



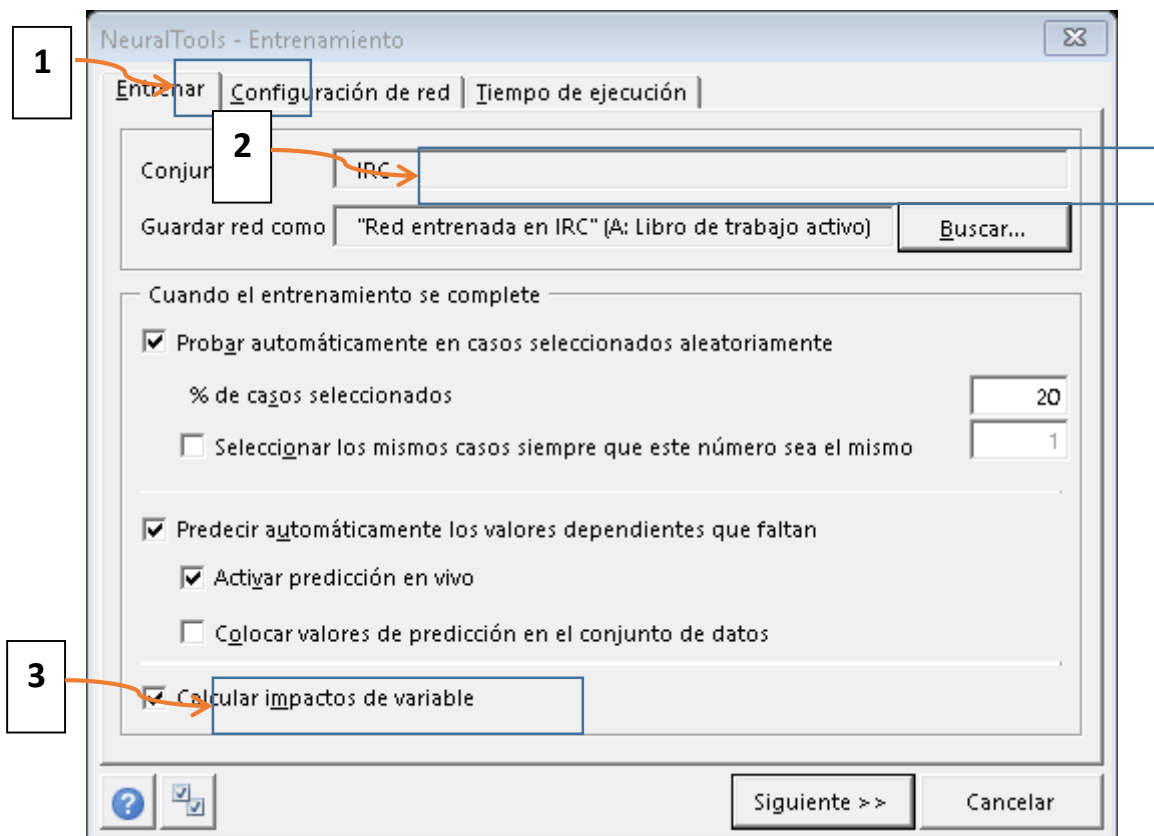
En esta ventana emergen se editan los siguientes campos que se muestran en la Figura 8:

En la pestaña entrenar modificar:

Conjunto de datos.

Activar la casilla de calcular impactos de la variable.

Figura 8. Pestaña entrenar.



Una vez editada esta pestaña se editaron las de configuración de red y tiempo de ejecución con: tipo de red, “red MLF” y tiempo de ejecución o número de pruebas: 2 horas y un millón respectivamente. Después de realizar la configuración del entrenamiento, dar clic en siguiente>>, automáticamente aparece una ventana donde muestra un pequeño resumen de cómo se llevara a cabo el entrenamiento, y los posibles errores que puedan existir para corregirlos antes de que el entrenamiento comience, oprimir el botón Entrenar.

RESULTADOS

Una vez terminado el entrenamiento, se generan el reporte que se muestra en la Figura 9. En este caso se observa el porcentaje de malas predicciones que se realizaron durante esta etapa, el porcentaje de entrenamiento de la red nos indica que fue muy eficiente, debido a que el porcentaje mencionado fue 0 %.

Figura 9 Porcentaje de malas predicciones.

NeuralTools: Entrenamiento y Auto-Prueba de red neuronal

Ejecutado por: jesan0502

Fecha: martes, 5 de noviembre de 2019 23:56:09

Conjunto de datos: IRC

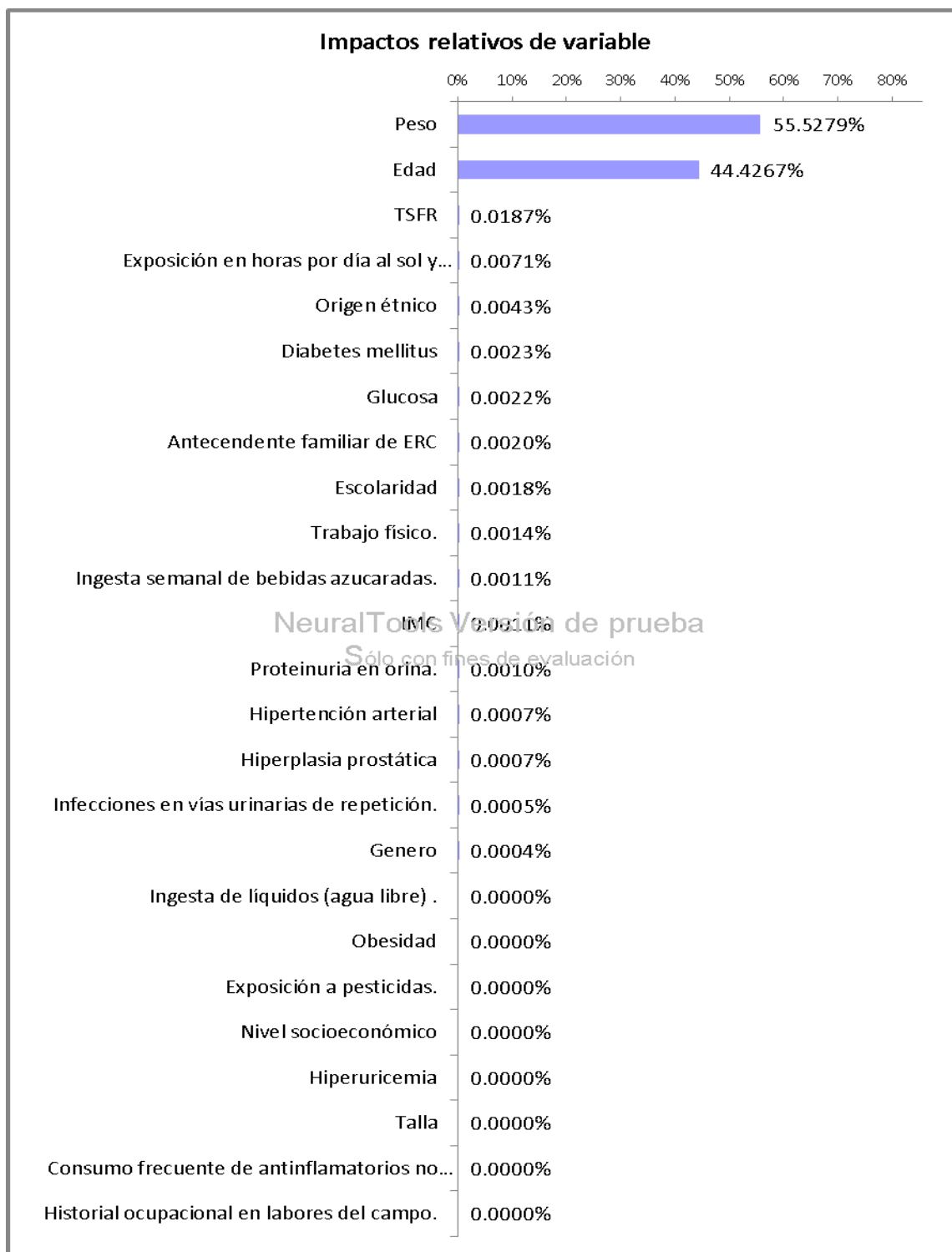
Red: Red entrenada en IRC (2)

Resumen	
Información de red	
Nombre	Red entrenada en IRC (2)
Configuraciones incluidas en la búsqueda	PNN, MLFN 2 nodos
Mejor configuración	Predicción de categoría PNN
Localización	Este libro de trabajo
Variable de categoría independiente	8 (Genero, Escolaridad, Origen étnico, Nivel socioeconómico, Obesidad, Proteinuria en orina., Trabajo físico., Exposición a pesticidas.)
Variables numéricas independientes	17 (Edad, Peso, Talla, Glucosa, IMC, Antecedente familiar de ERC, Diabetes mellitus, Hipertensión arterial, Hiperuricemia, Hiperplasia prostática, Infecciones en vías urinarias de repetición., Ingesta de líquidos (agua libre)., Ingesta semanal de bebidas azucaradas., Consumo frecuente de antiinflamatorios no esteroideos., Historial ocupacional en labores del campo., Exposición en horas por día al sol y ambientes calurosos al aire libre., TSFR)
Variable dependiente	Var. de categoría (Diagnóstico)
Entrenando	
Número de casos	24
Tiempo de Entrenamiento	00:00:00
Número de pruebas	155
Razón de la parada	Auto-Parada
% de predicciones incorrectas	0.0000%
Probabilidad incorrecta media	3.6650%
Desviación estándar de probabilidad incorrecta	10.0285%
Probando	
Número de casos	6
% de predicciones incorrectas	0.0000%
Probabilidad incorrecta media	0.0000%
Desviación estándar de probabilidad incorrecta	0.0000%
Conjunto de datos	
Nombre	IRC
Número de filas	30
Etiquetas manuales de caso	NO

% de predicciones incorrectas

Mientras tanto en el gráfico 10 se muestra el impacto que cada una de las variables tiene sobre la variable de salida o variable dependiente.

Gráfico 1. Porcentaje de impacto de las variables en la variable dependiente.



Como puede observarse en la figura las variables que más impactan en el diagnóstico positivo de la variable de salida de la población estudiada son la variable edad con el 55% relativo, la variable peso con el 44% y la variable TSFR con apenas el 1.8%.

TRABAJO A FUTURO

Las fases de creación de una red neuronal artificial consideran entre otras actividades el diseño de la arquitectura, definición de las variables de impacto, el entrenamiento de la red, probar datos, la validación y obtener predicciones. Por lo que como puede observarse los trabajos que quedan por realizar, de forma general corresponden a la validación y obtención de predicciones.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial en los últimos años ha tenido un crecimiento sustancial debido a la diversidad de áreas donde puede aplicarse, aunque su esencia parece un tanto ingenieril también abarca campos como la medicina dando en esta área contribuciones que permiten mejorar el manejo de información. Las redes neuronales artificiales tratan de imitar el comportamiento de las neuronas del cerebro basadas en el aprendizaje a través de experiencias.

Se concluye entonces que se tiene una red neuronal artificial que permitirá estudiar algunas variables de la insuficiencia renal crónica donde las variables de impacto son tres (Edad, Peso y TSFR) de la población bajo estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Flores López, R., & Fernández Fernández, J. M. (2008). Las Redes Neuronales Artificiales. La Coruña, España.
- García Serrano, A. (2017). Inteligencia Artificial: Fundamentos, práctica y aplicaciones. Ciudad de México: Alfaomega.
- Orbe, A. (2017). Una mirada al futuro: Inteligencia Artificial, abundancia, empleo y sociedad. Ciudad de México: Alfaomega.
- Pino Díez, R., Gómez Gómez, A., & de Abajo Martínez, N. (1995). Introducción a la Inteligencia Artificial: sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva.
- Ponce Cruz, P. (2010). Inteligencia Artificial: Con aplicaciones a la Ingeniería. México, D.F.: Alfaomega.
- Russell, S., & Norvig, P. (2004). Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno. Madrid: PEARSON Prentice Hall.
- <https://noticieros.televisa.com/mexico-estados/problemas-renales-causan-mas-muertes-tierra-blanca-veracruz/>
- <https://www.diariodexalapa.com.mx/local/enfermedades-renales-enfermeras-1918141.html>
- <https://www.unotv.com/noticias/estados/veracruz/detalle/investigan-causas-de-insuficiencia-renal-en-tierra-blanca-105544/>
- <https://www.xeu.mx/nota.cfm?id=983549>
- <https://www.smu.org.uy/publicaciones/libros/historicos/emr-1/cap7.pdf>
- https://www.anmm.org.mx/publicaciones/ultimas_publicaciones/ENF-RENAL.pdf

ANÁLISIS ERGONÓMICO POR EL MÉTODO RULA EN EL DEPARTAMENTO DE SOLDADURA EN LA EMPRESA JOMER SID S.A. DE C.V.

SAMUEL MORENO MACHADO¹ RITA JESÚS BRANDO SOLIS² ISAAC OLGUIN RAMÍREZ³ GABRIEL SÁNCHEZ
MARTÍNEZ⁴ LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA⁵

RESUMEN

La presente investigación se fundamentó en la aplicación de la metodología de evaluación ergonómica RULA la cual proporciona el enfoque sistemático para mejorar las posturas en el desarrollo del trabajos de soldadura , dicho estudio se realizó en la empresa JOMER SID, la investigación fue de tipo descriptiva y cualitativa, basada en la observación, donde se tomó referencias las actividades realizadas por los obreros del departamento de soldadura, se procedió a recolectar y analizar la información para evaluar el nivel de riesgo, se tomaron medidas correspondientes para las mejoras en las posturas durante la aplicación de soldadura, mejorando con distintos equipos para que los riegos se disminuyan.

Con este análisis de metodología se encontraron las consecuencias de trabajar en posturas inadecuadas que afectaran directamente el cuerpo y aplicando este método se encuentra que se pueden mejorar y realizar las actividades de soldaduras sin dañar el cuerpo aplicando las posturas adecuadas.

Palabras Clave: rula, ergonomía, postura, musco esquelético

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca samomoreno@gmail.com.mx

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

jesusbrando_solis@yahoo.com.mx

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca gaby_23454@hotmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

ing_sanchez_gabriel@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca herdoza3@hotmail.com

ABSTRACT

This research was based on the application of the RULA ergonomic evaluation methodology which provides the systematic approach to improving postures in the development of welding work, this study was carried out in the company JOMER SID, the research was descriptive and qualitative, based on observation, where references were made by the workers in the welding department, information was collected and analyzed to assess the level of risk, they took appropriate measures for posture improvements during welding application, improving with different equipment so that irrigation is reduced. This methodology analysis found the consequences of working on inadequate postures that directly affect the body and applying this method is found that welding activities can be improved and performed without damaging the body by applying appropriate postures.

Keywords: *rula, ergonomics, posture, skeletal musco*

INTRODUCCIÓN

La ergonomía es la disciplina científica que diseña un puesto de trabajo a las necesidades individuales de cada usuario sin que la productividad se vea afectada, estableciendo un equilibrio entre el bienestar e integridad de los operarios y los beneficios económicos de la empresa. Este equilibrio puede verse perturbado debido a las exigencias del puesto de trabajo, donde el operario puede estar afectado de movimientos repetitivos, posturas forzadas, sobreesfuerzos, relativos a la complejidad de la tarea, o bien a exceso de carga mental y estrés relacionado con la organización de su puesto de trabajo y de ritmos de trabajo inadecuados. Desde el punto de vista ergonómico, estos factores negativos que pueden afectar al trabajador, tienen que ser eliminados o bien reducidos al máximo, para que el trabajador tenga un entorno de trabajo saludable que le permite desempeñar correctamente su tarea y así, la productividad de la empresa no se vea comprometida. (Seas, 2012)

Soldar es una actividad peligrosa ya que requiere de posiciones o posturas que pueden ocasionar un cierto nivel de cansancio en el soldador lo cual interfiera con la coordinación con movimientos necesarios para llevar y mantener el control del arco eléctrico en las

distintas posiciones. Si se adoptan posturas inadecuadas de forma continua en el trabajo se genera fatiga y, a la larga, pueden ocasionarse problemas de salud. A lo largo del tiempo y hasta hoy en día la raza humana ha desarrollado nuevas tecnologías que han sido utilizadas para lograr lo inimaginable. De igual forma este cambio rápido ha provocado que nos olvidemos de que las herramientas, el equipo y las estaciones de trabajo que son utilizadas por seres humanos cuyas características físicas varían de un país a otro, o de una región a otra. Hoy en día surge la Ergonomía como una ciencia que contribuye a la Salud y Seguridad del empleado, con miras a lograr un Confort en la realización de su trabajo y su respectivo impacto en materia de Calidad y productividad. (Galindo, 2000).

METODOLOGÍA

El método Rula permite evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos debido al mantenimiento de posturas inadecuadas que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Uno de los factores de riesgo más comúnmente asociados a la aparición de trastornos de tipo músculo-esqueléticos es la excesiva carga postural. Si se adoptan posturas inadecuadas de forma continuada o repetida en el trabajo se genera fatiga y, a la larga, pueden ocasionarse problemas de salud. Así pues, la evaluación de la carga postural o carga estática, y su reducción en caso de ser necesario, es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos de trabajo. (Seas, 2012).

Para una determinada postura RULA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado Nivel de Actuación. El Nivel de Actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. En definitiva, RULA permite al evaluador detectar posibles problemas ergonómicos derivados de una excesiva carga postural. (Seas, 2012)

El método RULA evalúa posturas individuales y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan

una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra. (Diego Mas, 2015)

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura. (Galindo, 2000)

En la empresa JOMER SID se ha decidió hacer el análisis mediante el método RULA, en distintas observaciones se identificó que las posturas de trabajo de los soldadores representaban un alto grado de incomodidad al realizarlas, por lo que se optó por aplicar el método RULA para identificar el nivel de riesgo.

RULA divide el cuerpo en dos grupos, el Grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B. La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados. (Diego Mas, 2015)

El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. (Diego Mas, 2015)

Figura 1. División del cuerpo en sus grupos basados en metodología rula



Fuente: www.ergonautas.com

Fases de aplicación del método

Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.

Seleccionar las posturas que se evaluarán. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutral.

Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho. En caso de duda se analizarán los dos lados.

Tomar los datos angulares requeridos. Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones.

Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo. Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.

Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación.

Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse. Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.

Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora. (Seas, 2012)

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de este análisis, se deben seleccionar las tareas y posturas más significativas, en relación a la duración, y la mayor carga postural. (Galindo, 2000).

El método RULA divide el cuerpo en dos grupos:

Grupo A: Conformado por los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas)

• Grupo B: Comprende los miembros inferiores (piernas, tronco y cuello).

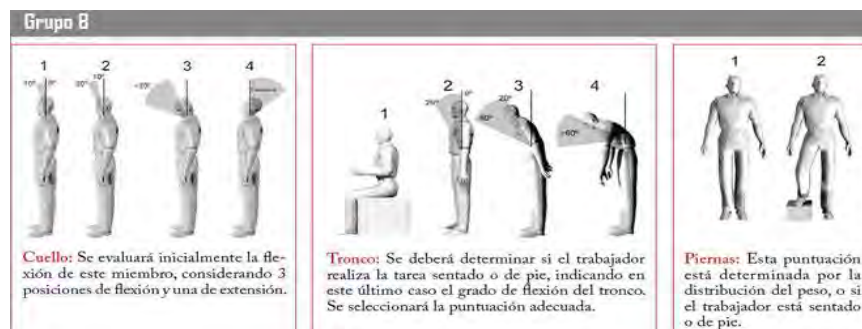
Mediante las tablas que entrega el método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco, etc.) para en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B. El valor final es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculo esqueléticas. El método comienza con la evaluación de los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas), en el llamado Grupo A.

Figura 2. División del grupo A.



(Galindo, 2000)

Figura 3. División del grupo B. referencia.



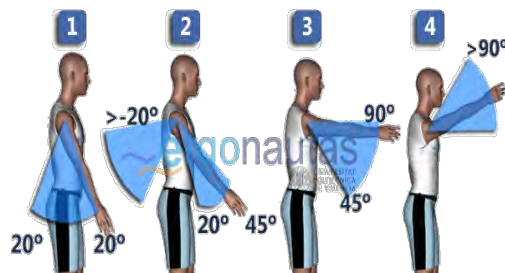
(Galindo, 2000)

Evaluación del grupo A

La puntuación del Grupo A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su grado de flexión/extensión. Para ello se medirá el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 4 muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la Tabla 1. (Seas, 2012)

Figura 4. Medición del ángulo del brazo.



Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 1. Puntuación del brazo. Fuente: www.ergonautas.com

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. La Figura 5 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la Tabla 2.

Figura 5. Medición del ángulo del antebrazo.

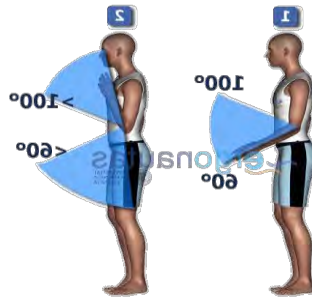
Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 2. Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Fuente: www.ergonautas.com

Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutral. La Figura 6 muestra las referencias para realizar la medición.

La puntuación de la muñeca se obtiene mediante la Tabla 3.

Figura 6. Medición del ángulo de la muñeca

Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 3. Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	2
Flexión o extensión $> 15^\circ$	3

Fuente: www.ergonautas.com

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que servirá posteriormente para obtener la valoración global del Grupo A. Se trata de valorar el grado de pronación o supinación de la mano (medio o extremo). Si no existe pronación/supinación o su grado es medio se asignará una puntuación de 1; si el grado es extremo la puntuación será 2 (Tabla 4 y Figura 7).

Tabla 4: Puntuación del giro de la muñeca.

Posición	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

Fuente: www.ergonautas.com

Figura 7: medición de giro de la muñeca.



Fuente: www.ergonautas.com

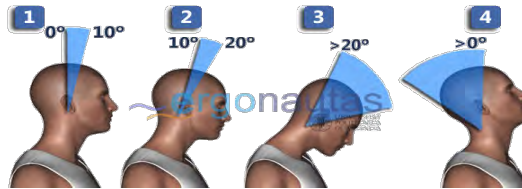
Evaluación del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (cuello, tronco y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro. (Diego Mas, 2015)

Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco, La Figura 8 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del cuello se obtiene mediante la Tabla 5. (Diego Mas, 2015)

Figura 8. Medición del ángulo del cuello



Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 5. Medición del cuello

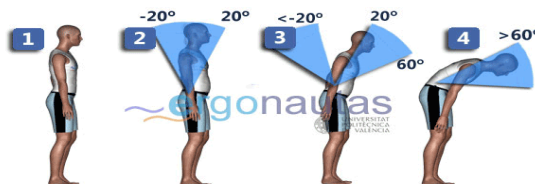
Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión >10° y ≤20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

Fuente: www.ergonautas.com

Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La Figura 12 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del tronco se obtiene mediante la Tabla 10. (Diego Mas, 2015)

Figura 9. Medición del ángulo del tronco



Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 6: medición del tronco

Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$	3
Flexión $>60^\circ$	4

Fuente: www.ergonautas.com

Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre las ellas, los apoyos existentes y si la posición es sedente. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la Tabla 10. (Diego Mas, 2015).

Figura 10. Medición de las piernas.

Fuente: www.ergonautas.com

Tabla 7: Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Sentado, con piernas y pies bien apoyados	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido	2

Fuente: www.ergonautas.com

METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación de riesgos ergonómicos, es necesario conocer de primera mano el trabajo real que el operario hace día a día en su puesto de trabajo, para así compararlo con la instrucción técnica para dicho trabajo y establecer medidas que corrijan desviaciones que puedan afectar a la salud del trabajador. Se realizó un análisis de estudio en la empresa JOMER SID, aplicando una metodología de ergonomía RULA, la cual nos ayudó a estudiar las posturas del trabajador (soldador) en el proceso de soldadura aplica. Se realizó un estudio de diseño descriptivo, no experimental. Es descriptivo ya que consistió en observar la tarea en su contexto natural para enseguida recopilar información que permitiera conocer las condiciones de las actividades, procesos, materiales utilizados y personas, es no experimental debido a que nunca se manipularon deliberadamente las variables del estudio.

Para la realización del estudio se analizó a los 16 trabajadores que laboran en distintas áreas y durante la observación se encontró que en el área de soldadura se realizan actividades que llevan posturas incómodas y opto por escoger a un soldador para hacer el análisis ; los criterios para incluirse en el estudio fueron: ser trabajador de la empresa JOMER SID, sin distinción de género, edad y antigüedad, además de no contar con antecedentes de Trastornos Musculo-esqueléticos en el miembro superior.

Al soldador seleccionado se le explico de manera clara y precisa y mediante fotos las posturas del cuerpo que estudia método RULA, para que identificara las posturas que le ocasionan molestias al desempeñar su actividad cuando solda.

Se ha observado al trabajador y se tomaron fotografías de cada acción con el fin de evaluar cada postura. Las grabaciones serán realizadas por el personal de la empresa JOMER SID. EL responsable de la evaluación de riesgos ergonómicos estudiará cada puesto de trabajo, identificará todos aquellos riesgos que, desde el punto de vista ergonómico, afecten al trabajador, evaluará dichos riesgos, y establecerá las medidas a tomar para anular o minimizar los riesgos encontrados.

Figura 11. Postura 1

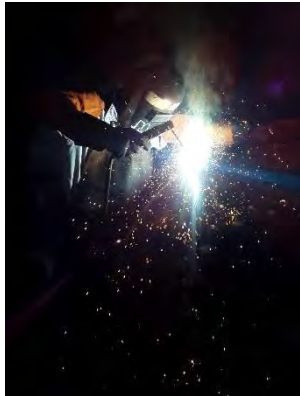
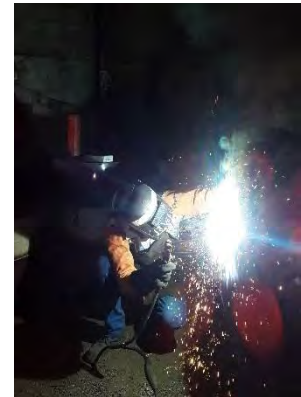


Figura 12. Postura 2



Figura 13. Postura 3



Posturas que demandan mayor esfuerzo en la aplicación de soldadura. Fuente propia

RESULTADOS

Tabla 8: Resultados de Aplicación de cada grupo.

			PUNTUACIÓN			
		GRUPO A			GRUPO B	
POSTURA	BRAZO	ANTEBRAZO	CUELLO	TRONCO	PIERNAS	GIRO DE LA MUÑECA
1	2	1	2	2	1	3
2	3	3	4	4	1	2
3	1	1	2	3	3	2

Fuente propia

Como se puede observar en la tabla anterior. En el grupo A las posturas con mayor puntaje de afectación son:

Postura 1: brazo y cuello

Postura 2: brazo, antebrazo y cuello

Postura 3: cuello

Como se puede observar en la tabla anterior. En el grupo B las posturas con mayor puntaje de afectación son:

Postura 1: tronco y giro de muñeca

Postura 2: cuello y tronco

Postura 3: tronco y piernas

Posteriormente, utilizando tablas ergonómicas preestablecidas, se obtuvieron las puntuaciones globales.

Tabla 9. Puntuación final grupo A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	4	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: www.ergonautas.com

Continuando con la aplicación de la técnica, se obtienen las puntuaciones C y D, sumando a cada una de las puntuaciones la actividad muscular desarrollada y fuerza aplicada, donde se asigna 1 punto por tratarse una actividad repetitiva.

Tabla 10. Puntuación final grupo B.

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Fuente: www.ergonautas.com

Con este estudio se efectuó un primer acercamiento en la evaluación de puestos trabajo de la empresa, por lo que fue seleccionada el área de soldadura.

Los resultados obtenidos en esta persona mediante el estudio RULA revelan que las posturas deben ser tratadas mejorando las aplicaciones de soldadura con las posturas para evitar tener riesgos o lesiones que afecten la salud del trabajador.

TRABAJO A FUTURO

Se establecerán medidas preventivas mediante capacitaciones en tiempo determinado, con fin de reducir los riesgos ergonómicos en posturas inadecuadas, para que, con ello, evitar mayores (Morales, 2015) lesiones musculoesqueléticas en el trabajador, para que el colaborador sea eficiente en su desempeño laboral. Se recomienda considerar evaluar utilizando la NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control.

CONCLUSIONES

La Ergonomía es una disciplina que aborda multitud de problemas que, en principio, no tienen relación entre sí. Lo que nos preocupa a los ergonomistas es la seguridad de las personas, dentro y fuera de sistema de trabajo. Nuestra actividad está encaminada a que no haya accidentes y las personas trabajen en unas condiciones de seguridad y bienestar óptimos. Para ello tenemos que abordar los múltiples aspectos que la seguridad operacional tiene con herramientas muy diversas. (Delgado, 2011)

La evaluación ergonómica de puestos de trabajo es un elemento fundamental en la prevención primaria de los trastornos musculoesqueléticos. La aplicación del método RULA en el área de soldadura de la empresa JOMER SID contribuyó a la obtención de resultados fiables, los niveles de riesgo observados con el método, indica que existe una mala postura para el desempeño de aplicación de la soldadura, este análisis se dividió en dos grupos: el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B (piernas, tronco y cuello), cuyos resultados obtenidos de 3 posturas de mayor riesgo.

Por todo ello, al evaluarse cada Se han cuantificado las tareas más conflictivas y de esta manera se han priorizado las acciones a tomar, elaborando un plan de acción. Se llega a la conclusión de que determinadas acciones que hacen que el operario adquiera posturas forzadas.

Ante de ausencia de riesgos encontrados se tomaron medidas de seguridad, se tomaron recursos para minimizar los sobreesfuerzos, posturas incómodas y se buscaron otras alternativas de puntos de apoyo.

Una vez implantadas las medidas correctoras, las tareas deben ser evaluadas nuevamente mediante el mismo método y en las mismas condiciones para valorar la eficacia de la medida a tomar. Si la medida implantada es eficaz, se deberá realizar un seguimiento continuo para asegurarse de que dicha acción no conlleva otros peligros asociados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPYME, A. (febrero 2010). Evaluación de riesgos ergonómicos en los trabajos de soldadura . manual de procedimientos para la evaluacion de riesgos y condiciones de trabajo desde el punto de vista ergonomico en los trabajos de soldadura , 15,16,18,19.
- Delgado, J. J. (2011). Ergonomía en los sistemas de trabajo . universidad de granada : UGT .
- Diego Mas, J. A. (2015). Evaluacion postural mediante el metodo rulas.
- Galindo, R. A. (2000). Ergonomía aplicada a las operaciones de soldadura para mejorar la calidad.
- Morales, D. G. (septiembre de 2015). EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS TRABAJADORES . Obtenido de EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS TRABAJADORES : <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23208/1/TESIS.pdf>
- Seas, s. r. (2012). Observatorio de enfermedades profesionales (CEPROSS) y de enfermedades causadas.
- Sebastián, R. (2014). Soldadura en colocación de camisa. Santo Tomas de Aquino: UNIVERSIDAD DE LA FRATERNIDAD DE.
- Ergonautas. (10 de octubre de 2019). Ergonautas. Obtenido de Universidad politécnica de Valencia: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

MODULO DIDACTICO E IMPLEMENTACION DE CONTROL SECUENCIAL CON PLC SIEMENS.

HÉCTOR MURILLO MARTÍNEZ¹ HERIBERTO PULIDO RUIZ² MARTIN MÁRQUEZ COLORADO³.

RESUMEN

Se presentan la aplicación de control de un sistema secuencial utilizando un PLC logo y un PLC 1200 de siemens, así mismo se diseña el modulo para la aplicación de este sistema, se pretende que dicho modulo pueda ser utilizado como elemento de aplicación de diferentes procesos de control en el que se vean involucrados controladores lógicos programables y elementos de mando neumático o hidráulico. El presente trabajo se establece el marco de referencia para sistemas secuenciales monoestables y biestables. En esta investigación se realiza pruebas previas en ambientes controlados que permitan el aprendizaje sin dañar el equipo o nuestra persona. Se busca mezclar la teoría con la práctica y que el alumno sea el artífice de su conocimiento.

Palabras clave: PLC 1200, control, automatización, electro neumático, modulo entrenador.

INTRODUCCIÓN

La automatización está presente en diferentes procesos y en industrias de todo tipo. Los ingenieros o personal dedicado a esta gran labor necesitan de conocimiento previo para manipular los diferentes componentes que integran los procesos de automatización como lo son sensores, actuadores y módulos de mando como los controladores lógicos programables (PLC) o también llamados autómatas.

Es importante que los nuevos ingenieros que interactúan por primera vez con estos componentes puedan llevar a cabo prácticas previas en ambientes controlados que les

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca M.e.murillo13@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Tierradelsur_6@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca Pepe_gringo@hotmail.com

permita desarrollar las competencias necesarias que implementaran algún día en su vida laboral como profesionistas.

Los movimientos generados en distintas industrias surgen de fuentes de energía eléctrica, neumática e hidráulica, la más utilizada es la eléctrica pero tiene límites en fuera, la siguiente es la hidráulica que en relación a algunos procesos donde intervienen alimentos tiene sus restricciones y a continuación la neumática considerada un tipo de energía limpia y muy utilizada en la industria moderna, cuando hablamos de neumática se presentan dos tipos: la electro-neumática y la neumática pura, la diferencia radica en el sistema de mando de válvulas, la electroneumatica utiliza señales eléctricas para hacer conmutar la válvula mientras que la neumática solo utiliza aire como elemento de conmutación en válvulas, aquí presentamos la metodología electroneumatico como apoyo para la elaboración del lenguaje escalera que se programara en el controlador lógico programable.

Cuando hablamos de control secuencial es porque existe una secuencia de operaciones bien definidas y condiciones detalladas en el sistema. Para modelar dichos sistemas debemos conocer los parámetros de estado o etapa, transiciones y acciones.

Este artículo muestra los pasos y etapas a desarrollar para conseguir la automatización de un proceso secuencial que surge de una necesidad emanada del entorno real y la vida cotidiana.

La educación en México está en proceso de transición entre un modelo tradicional a un modelo basado en competencia.

Para enfrentar los retos y los problemas que presenta el contexto, es necesario que el aprendizaje y la enseñanza logren sentido, tanto para el que aprende como para el que enseña, siendo esto un reflejo de la calidad del modelo educativo implementado. (José Ángel García Retana¹, 2011)

La enseñanza tradicional, supone un gran problema para las empresas en general, pero en particular para las pequeñas y medianas empresas. Por ello, la adquisición de nuevos conocimientos tecnológicos debe de realizarse a través de cursos específicos o de la amplia información de los equipos, con preferencia para los que contengan la tecnología

disponible en su empresa, para llegar a conocer sus máquinas aún más. (Alvarez Pulido, 2007).

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.(SIEMENS AG, 2009)

Hace poco tiempo el automatismo se llevaba a cabo por lógica cableada usando contactores y relevadores, los autómatas programables surgen por la necesidad de reducir los circuitos complejos que dificultaban más el diseño que el proceso a automatizar.

Los procesos de automatización en las diferentes fábricas o industrias deben de ser confiables y eficientes, es ahí donde el controlador lógico programable (PLC) juega el papel más importante como el cerebro del automatismo. El PLC fue introducido en 1970 y mejoro con microprocesadores de gran velocidad y componentes electrónicos de gran eficiencia y confiabilidad para el uso de estos PLC en ambientes peligrosos donde las altas temperaturas, vibraciones y condiciones ambientales adversas los hace idóneos y confiables para la operación la industria.

La formación de profesionistas en campos de automatización y control obedece a las tendencias de la industria respecto a la necesidad de contar con mano de obra capacitada, con lo cual pueden valerse de servicios internos y no depender de servicios subcontratados. Candia, Galindo, Carmona y González (2016) afirman que “la continua implementación de procesos basados en la filosofía Lean Manufacturing en el sector empresarial (sin importar el tipo de industria) obliga a los departamentos de planeación,

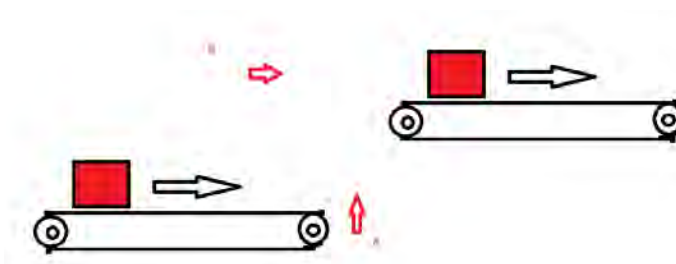
producción y mantenimiento a contar con profesionistas dedicados al control por PLC". La razón de ser y objetivos de la automatización industrial son los de "poder mejorar su productividad y realizar todas sus tareas o brindar sus servicios de una manera más exacta y reduciendo casi al máximo las pérdidas de producción" (Cañar, 2015). (Rincón Maltos, 2019)

METODOLOGÍA.

Propuesta del automatismo.

Cada proyecto de ingeniería surge de una necesidad, el automatismo debe de ser capaz de realizar las funciones de uno o varios operadores, la propuesta es la parte principal ya que implica la posible solución a la problemática y al mismo tiempo implica factores de costo-beneficios. Por ejemplo la situación ejemplificada en la figura 1 implica la propuesta de una secuencia neumática para levantar la caja y enviarla a un conveyors ubicado en la parte superior, este evento es como la toma de muestra de x empresa cada y productos empacados por ejemplo.

Figura No. 1 Representation basica automatismo.



(Elaboración propia, 2019).

La secuencia propuesta para este caso son la ubicación de dos pistones A y B , el primero para elevar el producto y el segundo para realizar la separación, por tal motivo la secuencia propuesta puede ser A+,B+,A-,B-.

La propuesta incluye los materiales o dispositivos a emplear para el logro de los objetivos la propuesta puede ser la siguiente.

2 Cilindro de doble efecto CDE (A y B).

2 válvulas 5/2 biestables.

2 pulsadores start y stop.

4 sensores finales de carrera.

PLC 1200 siemens.

Fuente de aire y alimentación 24 volts.

Conectores y herramientas diversas.

Los diferentes componentes y entornos de programación mencionados son a elección del presupuesto asignado para el proyecto ya que las marcas y precios varían conforme a los recursos del PLC. Por mencionar algunas marcas distribuidoras de componentes o entornos de programación en las cuales utilizamos son las siguientes:

Festo.

Festo, compañía de origen alemán cuenta con más de cuarenta años de presencia en México. En ese lapso, ha consolidado su liderazgo en automatización neumática, electro neumático y electromecánica ofreciendo soluciones integrales en su ramo. Ese liderazgo es responsabilidad de sus especialistas, quienes eligen a sus proveedores y compradores de forma muy selectiva. De esta forma, la empresa garantiza la óptima solución a requerimientos en los ramos industriales como: automotriz, alimenticia y del embalaje, farmacéutica, electrónica, química, papelera, textil, minero, entre otros.(Guadalupe Parral, n.d.)

La industria automotriz es la más importante para Festo, y desde el año 2000 ha tenido un crecimiento sin precedentes, lo que ha afectado positivamente a esta compañía. A este sector le sigue la industria de alimentos y bebidas, además de la de empaques, los cuales también han registrado alzas en los últimos años.(Anónimo, 2016)

SMC.

SMC ha establecido una amplia red de negocios global localizada en todos los países principales de América, Europa y Asia/Oceanía, y así como en países emergentes tales como Brazil, Rusia, India y China, mostrando nuestro activo compromiso con el mercado mundial.

Con una red de comunicación que se extiende a 400 sucursales a nivel global con presencia en 82 países, ponemos a tu disposición los engranes de un sistema de

desarrollo tecnológico, producción y distribución enfocado por completo a brindar la mejor solución a sus necesidades.(Anónimo, n.d.-b)

Siemens.

Es un conglomerado de empresas alemana con sedes en Berlín y Múnich considerada como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa con 190 sucursales a lo largo del mundo. Siemens opera en 4 sectores principales: el sector industrial, energético, de salud (Siemens Healthineers) y de infraestructuras y ciudades. La empresa se caracteriza por el desarrollo de equipamiento de diagnóstico médico generando un 12% de beneficios después de su división de automatización industrial. Siemens emplea 379.000 personas alrededor del mundo reportando ingresos globales de 83 mil millones de euros en el año 2018. El grupo está representado en 190 países y es una de las compañías más grandes del mundo en ingeniería eléctrica y electrónica.(Anónimo, n.d.-a)

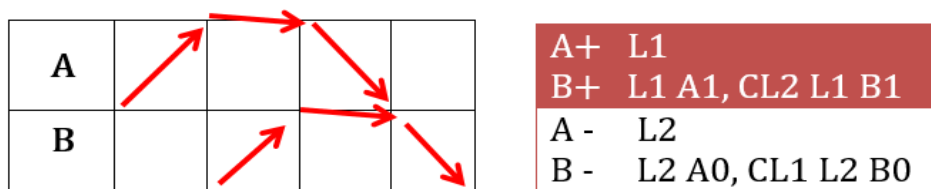
Propuesta en diagrama espacio-fase.

Para la automatización secuencial es importante tener en cuenta algunos aspectos que nos ayudaran a lograr nuestro objetivo entre ellos destacan los siguientes:

Diagrama de espacio-fase: donde la fase indica el cambio de estado del elemento de trabajo en este caso nuestro cilindro de doble efecto. La fase A+ indica que el embolo del cilindro A pasa de tener su vástago dentro a tenerlo fuera y viceversa para el caso A-. Este diagrama se puede apreciar en la figura 2 donde se puede deducir la secuencia a realizar representándola de esta forma.

El diagrama de espacio fase nos permite determinar el cambio de estado de un elemento de trabajo

Figura No. 2 Diagrama de espacio-fase



(Elaboración propia, 2019).

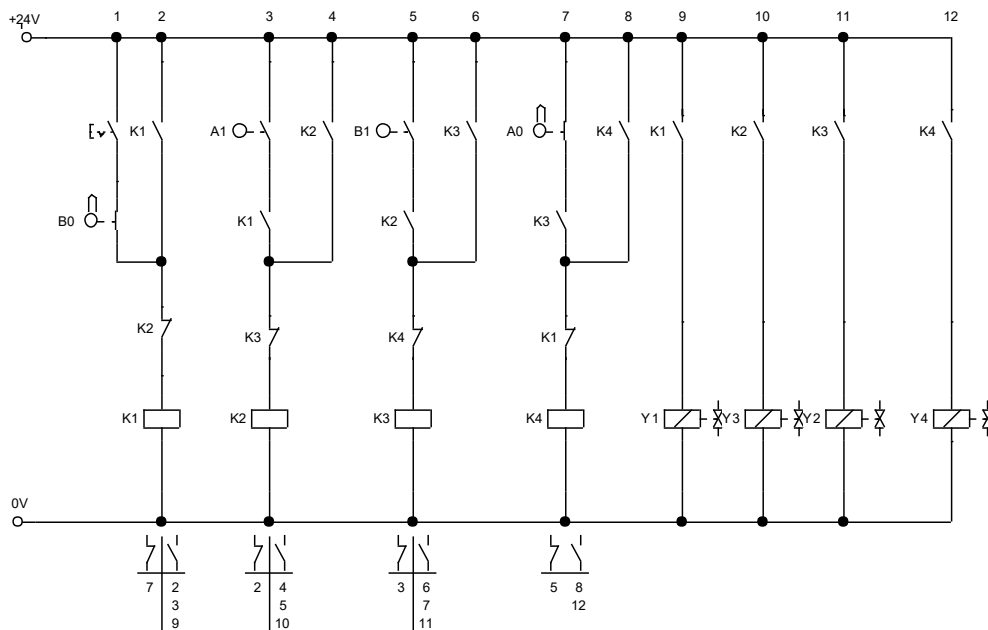
Por deducción del diagrama de espacio fase se puede apreciar que la secuencia a automatizar es A+B+A-B-

La secuencia se muestra en la figura 3, donde se aprecia el diseño electroneumático en fluidsim, este es la base para el lenguaje ladder o escalera utilizando en su elaboración elementos de lógica cableada donde se aprecia obturadores, franqueadores, pulsadores, relé, solenoides y obturador configurado a finales de carrera.

En electroneumática, la energía eléctrica sustituye a la energía neumática el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando.

Los elementos nuevos y/o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.(Mecafenix, 2016)

Figura No. 3 Diagrama electro neumático.



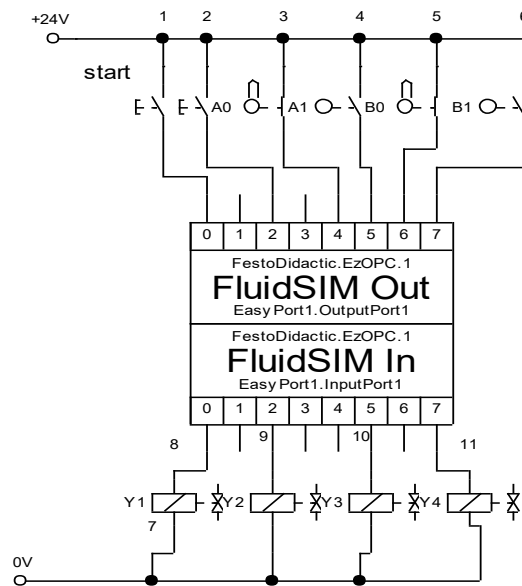
(Elaboración propia, 2019).

Prueba y simulación.

Para la prueba y simulación se utiliza fluidsim con codesys que integra una poderosa herramienta para simular. La figura 4 muestra 1 posible forma de diseño biestables, la figura 5 muestra la tabla de asignación de entradas, salidas y memorias, cabe mencionar

que en CODESYS solo se asigna el nombre de la variable seguida de un punto y el número de la entrada como se muestra en la figura 6.

Figura No. 4 SIMULACION EN FLUIDSIM/CODESYS



(Elaboración propia, 2019).

CODESYS es un entorno para programar controladores lógicos de acuerdo al estándar IEC 61131-3, este significa sistema de desarrollo de controladores. La empresa alemana 3S-smart de origen alemán es quien ha desarrollado y comercializado este software por todo el mundo.

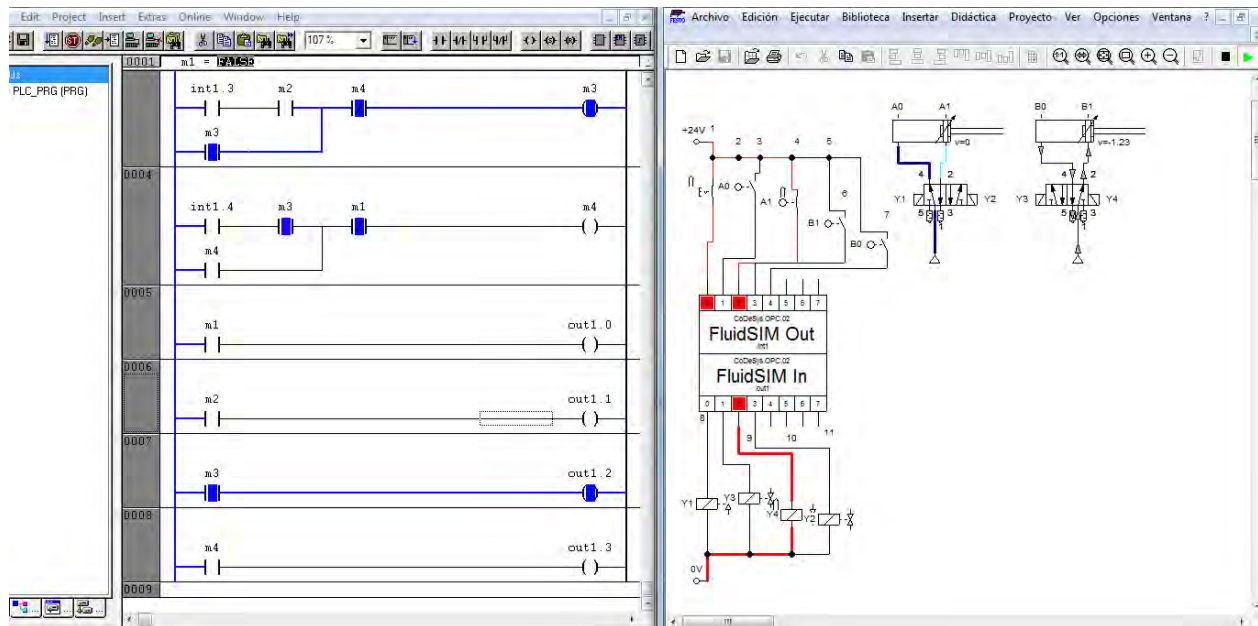
FluidSim es un software que nos permite crear y simular sistemas electro neumáticos entre otros sistemas, es fácil de usar y amigable con el usuario y distintos sistemas operativos. Se puede enlazar fluidSim-CODESYS figura 6 y TIA Portal-fluidSim figura 7.

Figura No. 5 Asignación entradas salidas y memorias.

	F. Carrera	entradas	Solenoide	salidas
Inicio		Int1.0		
A+	a1	Int1.1	Y1	Out1.0
B+	a0	Int1.2	Y3	Out1.1
B-	b1	Int1.3	Y4	Out1.2
A-	b0	Int1.4	Y2	Out1.3

(Elaboración propia, 2019).

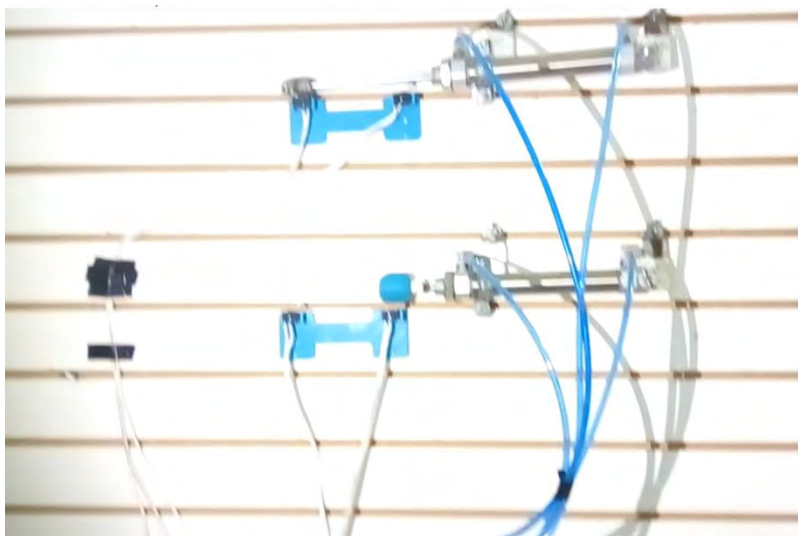
Figura No. 6 SIMULACION EN FLUIDSIM/CODESYS



(Elaboración propia, 2019).

En la preparación de prueba se realiza en un panel para la comprobación correcta antes de pasar al diseño y puesta en marcha del proyecto. Como se aprecia en la figura 7

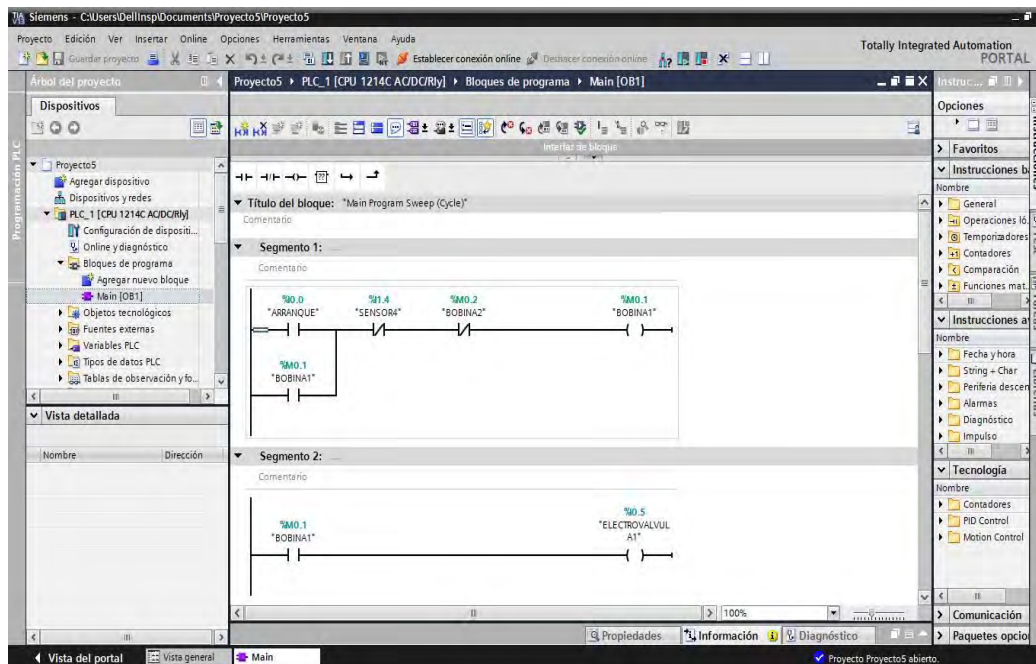
Figura No. 7 PRUEBA PREVIA FINAL



(Elaboración propia, 2019).

TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción. Conviene por su funcionalidad probada y por ofrecer un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento. (SIEMENS, 2018).

Figura No. 8 TIA portal v13 ladder



(Elaboración propia, 2019).

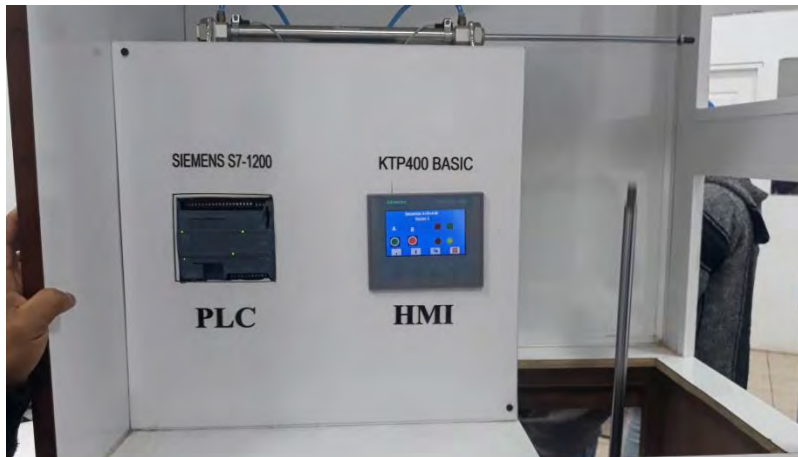
La implementación final se muestra en la figura 9 se aprecia el PLC 1200 con una HMI ktp400 y sus 2 cilindros de doble efecto montados en un módulo de prácticas que servirá para muchas generaciones dentro del instituto tecnológico superior de Tierra Blanca.

RESULTADOS.

Se obtiene una simulación y módulo de prueba para procesos secuenciales. Se busca la incorporación de nuevos dispositivos y elementos que le permitan al módulo desarrollarse a un proceso de manufactura completo.

Este módulo es alimentado por 120 Volts a la fuente y de esta a 24 Volts a todo el sistema, cuenta con una HMI adicional. Es fácil de usar y desplazar.

Figura No. 9 PRUEBA FINAL EN MODULO



(Elaboración propia, 2019).

En la figura 10 se aprecia el módulo de diferentes perspectivas, listo para ser puesto en práctica, este módulo contribuirá a desarrollar mas el proceso practico de la ingeniería y darle las habilidades necesarias a los futuros ingenieros así como seguridad al momento de estar en una empresa de clase mundial.

Figura No. 10 MODULO .



(Elaboración propia, 2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez Pulido, M. (2007). Controladores Logicos Programables.

Anónimo. (n.d.-a). SIEMENS AG. Retrieved from https://es.wikipedia.org/wiki/Siemens_AG

Anónimo. (n.d.-b). SMC. Retrieved from SMC website: <http://smc.com.mx/somos/>

Anónimo. (2016). Festo crece a doble dígito en México. Retrieved from reportero industrial website: <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Festo-crece-a-doble-digito-en-Mexico+113296>

Guadalupe Parral. (n.d.). No Title. Retrieved from ¿como elige festo a sus proveedores? website: <https://www.somosindustria.com/articulo/como-elige-festo-a-sus-proveedores/>

José Ángel García Retana1. (2011). Modelo educativo basado en competencia importancia y necesidad. Actualidades Investigativas En Educacion.

Mecafenix, F. (2016). Electroneumatica basica. Retrieved from ingenieria mecafenix website: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/electroneumatica-basica/>

Rincón Maltos, G. (2019). Propuesta de tablero de entrenamiento para automatización y control / Training Board Proposal for Automation and Control. RECI Revista Iberoamericana de Las Ciencias Computacionales e Informática, 8(16). <https://doi.org/10.23913/reci.v8i16.94>

SIEMENS. (2018). SIEMENS. Retrieved from SIEMENS website: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/tia-portal/tia_portal/pages/tia-portal.aspx

SIEMENS AG. (2009). PLC 1200 Siemens.

ANÁLISIS ERGONÓMICO EN EL PROCESO DE ENTREGA DE MUEBLES A TRAVÉS DEL MÉTODO RULA.

RICARDO XALATE AGUILERA¹ DIEGO ACEVEDO SÁNCHEZ² MARINA DEL CARMEN GONZÁLEZ RAMOS³ BEATRIZ MORALES CASTILLO⁴ LUIS MIZRAIM HERNÁNDEZ MENDOZA⁵.

RESUMEN

La realización de la presente investigación se encuentra basada en lineamientos establecidos por el método utilizado, a través de los cuales se vincula la importancia de estudios e investigaciones relacionadas con la prevención y control de enfermedades profesionales ocasionadas por las diferentes cargas laborales. Derivado de lo anterior se lleva a cabo un estudio de tipo descriptivo y cualitativo, basado en la observación de las posturas de trabajo en una tienda departamental, donde las actividades principales son de carga de objetos, el cual, mediante la utilización de la técnica RULA (Rapid Upper Limb Assessment), cuya metodología divide al cuerpo humano en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. (Payan, aplicación de técnica rula en el área de empaquetado mediante tecnología kinect, 2007), permitió identificar el nivel de riesgo al que están expuestos, con la finalidad de proponer acciones de mejora.

Palabras Clave: *Riesgo, Posturas, Lesiones, Ergonomía.*

ABSTRACT

The conduct of this research is based on guidelines established by the method used, through which the importance of studies and research related to the prevention and control of occupational diseases is linked caused by different workloads. Derived from the above, a descriptive and qualitative study is carried out, based on the observation of working

1 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca rickiaguilera33@gmail.com

2 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca acevedoo_98@hotmail.com

3 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca 19mar1gon90@gmail.com

4 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca bmora_7@hotmail.com

5 Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca herdoza3@hotmail.com

postures in a department store, where the main activities are of loading objects, which, through the use of the technique RULA (Rapid Upper Limb Assessment), whose methodology divides the human body into two groups, group A that includes the upper limbs (arms, forearms and wrists) and group B, comprising the legs, trunk and neck. (Payan, application of roller technique in the packaging area by means of kinect technology, 2007), allowed to identify the level of risk to which they are exposed, in order to propose improvement actions.

Keywords: Risk, Postures, Injuries, Ergonomics.

INTRODUCCIÓN

Los primeros estudios sobre el método Rula datan del siglo XVI, sin embargo, su aplicación se potenció tras la segunda guerra mundial cuando los cambios sociológicos propiciaron la evolución de los métodos de trabajo y con ello la necesidad de introducir estudios ergonómicos para mejorar las condiciones del mismo. Algunos de los factores que han provocado la necesidad de considerar aspectos ergonómicos en el trabajo son:

- 1.- Análisis del trabajo de las demandas e las tareas
- 2.- conocimientos de las capacidades físicas
- 3.- evaluación del entorno y las condiciones de trabajo en relación a las capacidades del trabajador
- 4.- valoración o estimación de las cargas de trabajo derivada
- 5.- realización del diseño del sistema, aumentando el nivel de seguridad bienestar y efectividad. (Murrell, 1949).

Existen varios métodos para analizar las posturas ergonómicas, pero en este caso solo utilizaremos el método Rula desarrollado para evaluar la exposición de personas a posturas, fuerzas y actividad muscular, que como es conocido contribuyen a la aparición de desórdenes músculo-esqueléticos de extremidad superior. En el método RULA, se observan y puntúan las posiciones de los segmentos corporales, incrementándose la puntuación a medida que las posturas están más desviadas de la posición natural. Las puntuaciones son primero calculadas por separado para el brazo, antebrazo y muñecas;

y el tronco, cuello y piernas. Estas son combinadas para obtener la puntuación final de la postura.

Pesos adicionales son otorgados a las posturas de acuerdo a las fuerzas o cargas manipuladas y a la ocurrencia de actividad muscular estática o repetitiva. (McAtamney, 1993)

El método rula nos ayudará a proteger al trabajador para tener mayor rendimiento útil de sí mismo para que no tenga problemas ergonómicos con el tiempo puesto que pueden ser fatales y daños irreversibles en su persona por excesos de carga o malas posturas de le mismo, se podrán evitar lesiones en el área de trabajo.

Identificar los riesgos ergonómicos en cada uno de los puestos de trabajo. Evaluar los riesgos ergonómicos en cada puesto de trabajo y, dentro de cada uno, en cada tarea realizada. Detectar los puntos críticos desde el punto de vista ergonómico de cada puesto de trabajo. Establecer un valor del nivel de riesgo de cada acción considerada como movimiento repetido, para cada puesto de trabajo, durante la realización del proceso de trabajo teórico y durante el proceso de trabajo real (en caso de detectarse desviaciones). Establecer medidas correctoras y preventivas aplicadas a cada puesto de trabajo generalmente y adaptadas a cada operario concretamente. Realizar un seguimiento de las medidas a tomar y comprobar su eficacia para cada operario en particular. Incorporar dentro de la planificación preventiva de la empresa las acciones derivadas del estudio de riesgos ergonómicos por TME (trastornos músculo esqueléticos). (Negro, 2012).

METODOLOGÍA

Para realizar la evaluación de los riesgos ergonómicos en cada puesto de trabajo desglosándolos por cada acción y tarea realizada, se debe seguir el siguiente proceso: - Analizar, desde el punto de vista del trabajo prescrito, la postura adoptada para cada acción desde un punto de vista ergonómico e identificar las fases más conflictivas, así como los ciclos de trabajo repetitivos y el sobreesfuerzo por cargas. Se entiende trabajo prescrito como la manera de desempeñar la tarea de forma adecuada según protocolos preestablecidos. Por el contrario, el trabajo real es aquel que realiza el operario, habitualmente, en su puesto de trabajo, adaptándose a las condiciones de su entorno y

de la tarea. - Tras evaluar el trabajo prescrito, se analizará el trabajo real, observando si los trabajadores cumplen la instrucción técnica o si, por el contrario, realizan alguna modificación en la misma. Se establecerá una comparativa entre trabajo prescrito y trabajo real y se tomarán las medidas correctivas correspondientes en los casos en que dicha diferencia suponga un riesgo para el trabajador. - Con esta información, se determinará qué acciones son las más peligrosas, desde el punto de vista ergonómico, y qué mejoras implantarse en el proceso. Si bien es cierto que hasta ahora se tienen unos objetivos concretos, que son el evaluar los riesgos ergonómicos referentes a posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, pero aún no se tiene un método concreto. (Macho, 2013)

Se desarrolló como un método de identificación de la exposición a un riesgo probable de trastornos de las extremidades superiores relacionados con el trabajo y da resultados que podrían incorporarse en una evaluación ergonómica más amplia en una tienda departamental donde hicimos los estudios adecuando para el análisis de ciertos movimientos en el área de trabajo. (Morales, 1993)

La aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de este análisis, se deben seleccionar las tareas y posturas más significativas, en relación a la duración, y la mayor carga postural. (Morales, 1993). El RULA divide el cuerpo en dos grupos: Grupo A: Conformado por los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). Grupo B: Comprende los miembros inferiores (piernas, tronco y cuello). Mediante las tablas que entrega el método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco, etc.) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B. El valor final es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. (Morales, 1993)

El método comienza con la evaluación de los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). (Morales, 1993)

Grupo A

Figura 1. Brazo se le asigna una puntuación, dependiendo del ángulo con respecto al eje del tronco. En función del ángulo formado por el brazo, se obtendrá su puntuación.

(Morales, 1993)

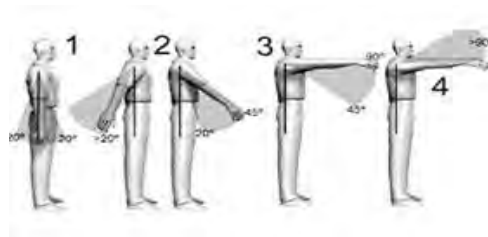


Figura 2. Ante brazo: la puntuación asigna a la ante brazo será nuevamente en función de suposición, si se encuentra en flexión o extensión. (Morales, 1993)

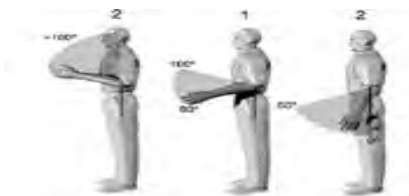
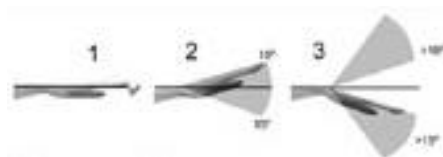


Figura 3. Muñeca: para asignar puntuación a la muñeca, se determinará el grado de flexión considerado. (Morales, 1993)



Grupo B

Figura 4. Cuello: se evaluará inicialmente la flexión de este miembro, considerando tres posiciones de flexión y un de extensión. (Morales, 1993)



Figura 5. Tronco: se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie, indicando en este último caso el grado de flexión del tronco se seleccionará la puntuación adecuada. (Morales, 1993)

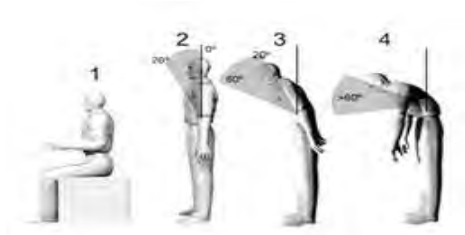


Figura 6. Pierna: esta puntuación está determinada por la distribución de peso, o si el trabajador está sentado o de pie. (Morales, 1993)



Puntuaciones

Habiendo obtenido la puntuación del grupo A y del grupo B, se obtendrá el puntaje global entre ambos grupos. Puntuación global para los miembros del grupo A: con las puntuaciones de brazo, ante brazo, muñeca y giro de muñeca, se asignará, mediante la tabla 1 una puntuación global para el grupo A. Puntuación global para los puntos B: de la misma manera, se obtendrán una puntuación general para el grupo B a partir de la puntuación de cuello, el tronco las piernas consultando la tabla 2. (Morales, 1993)

Tabla1. Puntuación global para miembro del grupo A. (Morales, 1993)

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1 Giro de Muñeca		2 Giro de Muñeca		3 Giro de Muñeca		4 Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 2. Puntuación global para miembro del grupo B. (Morales, 1993)

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Puntuación Agregada por Actividad Muscular o Fuerza Aplicada
 Esta puntuación global podrá verse aumentada de acuerdo a la actividad muscular y a la fuerza aplicada, según lo indicado en la Tabla 3. (Morales, 1993)

Tabla 3. Puntuación agregada por actividad muscular o fuerza aplicada
 (Morales, 1993)

Puntos	Posición
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitentemente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Puntuación Final

La puntuación obtenida de la suma del puntaje del grupo A y del correspondiente a la actividad muscular y debida a las fuerzas aplicadas se denominará puntuación C. De la misma manera, la suma del puntaje del grupo B y de la actividad muscular y las fuerzas aplicadas, se denominará puntuación D. Entonces, a partir de las puntuaciones C y D, se obtendrá una puntuación final global para la tarea, que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión.

(Morales, 1993)

Tabla 4. Finalmente, el resultado entre la puntuación C y D nos dará como resultado la puntuación final, indicándonos el nivel de riesgo y la actuación en virtud de este. (Morales, 1993)

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 5. Niveles acción y recomendaciones según puntuación final. (Morales, 1993)

Nivel de Acción 1
Una puntuación de 1 o 2 indica que la postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largo tiempo.
Nivel de Acción 2
Una puntuación de 3 o 4 indica que podrían requerirse investigaciones complementarias y cambios.
Nivel de Acción 3
Una puntuación de 5 o 6 indica que se precisa a corto plazo de investigaciones y cambios.
Nivel de Acción 4
Una puntuación de 7 indica que se requiere investigación y cambios inmediatos.

Tabla6. En la siguiente tabla se muestran los resultados de las evaluaciones finales de las actividades evaluadas por el método RULA.

Actividad	Tronco	Cuello	Brazo	Muñeca	Pierna	Total
Actividad 1	3	3	2	1	2	11
Actividad 2	4	4	3	4	2	17
Actividad 3	1	4	2	3	2	12
Actividad 4	3	2	3	2	1	11

RESULTADOS

Paso No.1 Analizar el proceso ergonómico en el proceso de entrega de muebles para detectar las posiciones incorrectas y corregirlas evitando a largo plazo lesiones en la persona y tenga un mejor rendimiento cuidando su salud. En la tabla se puede observar el resultado de los riesgos posturales de la actividad que se realizó.

Tabla1. Resultado de evaluación

Figura 1. Tronco ligeramente inclinado



Puntaje final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1-2	3	ALTO	Es necesario la actuación de inmediato

Tabla 2. Resultado de evaluación. Fuente propia

Figura 2. La muñeca tiene un giro de 35°



Puntaje final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1-4	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato

Tabla 3. Resultado de evaluación. Fuente propia

Figura 3. El cuello tiene una inclinación de 30° grados de inclinación



Puntaje final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1-4	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediata

Tabla 4. Resultado de evaluación. Fuente propia.

Figura 4. El brazo tiene un ángulo de 90° grados



Puntaje final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1-3	3	Alto	Es necesario la actuación de inmediata

TRABAJO A FUTURO

Se seguirán realizando estudios continuamente en los movimientos de cada trabajador al realizar cada actividad para poder ir evaluando los riesgos de las lesiones que se pueden generar en los músculos esqueléticos para tener un mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

En conclusión en la tienda departamental donde se hizo el análisis a través del método RULA por lo que se analizó los siguientes resultados cada figura tiene un nivel de riesgo alto por lo que en un tiempo futuro el trabajador tendrá lesiones si no se corrigen inmediatamente las posturas al realizar las actividades en tiempo laborable por lo que se analizó y se obtuvieron resultados no favorables para el trabajador, se pudo observar que personal responsable en el área de entrega de la tienda departamental corren un alto riesgo para cargar los artículos siendo que toman posturas inadecuadas por lo que la empresa a corto plazo vera en su personal lesiones impredecibles, la tienda departamental necesita tomar acciones inmediatas para evitar esas lesiones en las diversas parte del cuerpo para tener mayor rendimiento y cuidado del trabajador en el área de trabajo. Donde la magnitud de la puntuación postural, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular indicará al evaluador donde se pueden evitar problemas ergonómicos convenientemente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Macho, S. R. (2013). Evaluación De Riesgo Ergonómico Mediante el Método Rula.

McAtamney, C. S.-R. (1993). Rula.

Morales, A. F. (1993). Prevención De Riesgo Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Hsec.

Murrell, K. (1949). En M. .K.F.H, Ergonomic.

Negro, S. R. (2012). Evaluación de Riesgos Ergonómicos Mediante El Método Rula

Payan, E. B. (2007). Aplicación De Técnica Rula En El Área De Empaquetado Mediante Tecnología Kinect.

DESARROLLO DE HERRAMIENTA TECNOLÓGICA COMO PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE REPARACIÓN AUTOMOTRIZ.

LUIS ROMÁN VALENTINO MATAMOROS¹ XÓCHITL HERNÁNDEZ TORRES² DANIEL ARMANDO OLIVERA GÓMEZ³

RESUMEN

Los primeros datos registrados que se tienen sobre el parque vehicular en México corresponden a principios del siglo XX, cuando aparecen los primeros automóviles de combustión interna y por vez primera los automóviles de servicio particular y los vehículos de servicio público local. De acuerdo con estimaciones del Instituto Mexicano para la Competitividad.C. (IMCO), entre 1990 y 2015 el parque vehicular a nivel nacional aumentó a una tasa promedio anual del 5.3%, mientras que la población lo hizo a un ritmo del 1.5%. Datos del INEGI arrojan que en México circulan unos 45 millones de vehículos automotores entre automóviles, camiones, camionetas para pasajeros, camiones para carga y motocicletas, tanto de uso oficial, público y particular.

En este sentido, las empresas del sector automotriz buscan maximizar el rendimiento en la reparación y mantenimiento de los vehículos tanto en agencias como en talleres autorizados, siendo uno de los principales factores para lograr esta maximización la identificación de puntos en donde se detiene en mayor medida todo el proceso y aplicando medidas preventivas o correctivas, ejecutar las actividades de forma más fluida.

1 Universidad Veracruzana / Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas
luis_valentino@hotmail.com

2 Universidad Veracruzana / Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas
xhernandez@uv.mx

3 Universidad Veracruzana / Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas
doliverag@uv.mx

La propuesta presenta una herramienta inteligente con base tecnológica que incorporará un componente algorítmico para la optimización de tiempos en procesos de tipo automotriz. El resultado coadyuva en la identificación de oportunidades de mejora en los procesos clave realizado a través de una aplicación móvil viable y factible de uso multidisciplinar.

Palabras Clave: Herramienta tecnológica, procesos, optimización

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es una rama altamente competitiva que ha ido evolucionando a través de los tiempos. En diciembre pasado tan sólo en México se reportaron 29 millones 458 mil 389 automóviles particulares registrados, un incremento de 3.38 por ciento respecto al mismo mes de 2016, informó el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Esto incrementa el mayor número de vehículos en los establecimientos de talleres mecánicos.

Por lo que se refiere a los establecimientos dedicados a la prestación de servicios de mantenimiento y reparación automotriz, son tradicionalmente considerados como fuente de empleo para aquellas personas que poseen conocimientos y habilidades sobre el funcionamiento de automóviles. Dichos establecimientos son conocidos como "talleres automotrices" y se encuentran en un proceso de cambio, enfrentando problemas de naturaleza administrativa, productiva y laboral para poder tener un nivel de competitividad aceptable.

Actualmente una de las dolencias en el mercado se encuentra relacionada a la mala calidad en los servicios recibidos por parte del taller automotriz la cual depende de las personas y los procesos que se siguen dentro al llevar a cabo su trabajo.

Los primeros datos registrados que se tienen sobre el parque vehicular en México corresponden a principios del siglo XX, cuando aparecen los primeros automóviles de combustión interna y por vez primera los automóviles de servicio particular y los vehículos de servicio público local. De acuerdo con estimaciones del Instituto Mexicano para la Competitividad.C. (IMCO), entre 1990 y 2015 el parque vehicular a nivel nacional aumentó a una tasa promedio anual del 5.3%, mientras que la población lo hizo a un ritmo

del 1.5%. Datos del INEGI arrojan que en México circulan unos 45 millones de vehículos automotores entre automóviles, camiones, camionetas para pasajeros, camiones para carga y motocicletas, tanto de uso oficial, público y particular.

En este sentido, las empresas del sector automotriz buscan maximizar el rendimiento en la reparación y mantenimiento de los vehículos tanto en agencias como en talleres autorizados, siendo uno de los principales factores para lograr esta maximización la identificación de puntos en donde se detiene en mayor medida todo el proceso y aplicando medidas preventivas o correctivas, ejecutar las actividades de forma más fluida.

Análisis de fundamentos

La gestión por Procesos es una forma de organización diferente de la clásica organización funcional, y en el que prima la visión del cliente sobre las actividades de la organización. (Ruiz fuentes, Daysi; Almaguer Torres, Rosa Mercedes; Torres Torres, Isabel Cristina; Hernández Peña, Alejandro Miguel;, 2014)

Una forma de optimizar los procesos de una organización es a través del uso de herramientas tecnológicas, las cuales ayudan a sistematizar los procesos y organizar la información. Las herramientas tecnológicas según son instrumentos o acciones técnicas, mentales u organizacionales, que inician o apoyan un proceso de gestión del conocimiento, es decir, facilitan la fluidez de la información y el conocimiento en las organizaciones. (M.R., 2014)

Los clientes cada día son más exigentes, las expectativas del servicio a contratar se deben de considerar de acuerdo a lo determinado por los siguientes factores (Koenes, 1995):

Controlables directamente por la empresa

Comunicación de Marketing: Publicidad, promoción de ventas, relaciones públicas, argumentos de venta, etc.

Otras comunicaciones: Promesas de los empleados, cartas, instalaciones físicas, apariencia del personal, profesionalidad, etc.

Controlables indirectamente por la empresa

Experiencia personal con la propia empresa: Encuentros con el servicio que han tenido en el pasado los clientes con la empresa y que han condicionado su percepción sobre las características de los servicios recibidos por ella.

Comunicación boca a boca: Comentarios, opiniones, críticas, consejos, advertencias que se transmiten verbalmente de persona a persona.

No controlables por la empresa

Experiencia personal con otras empresas: Encuentros con el servicio que han tenido en el pasado los clientes con otras empresas y que han condicionado su percepción sobre las características que “deben” tener los servicios que reciben de cualquier empresa que les suministre servicios.

En este sentido, la propuesta toma en cuenta los controlables por la empresa, dado que la herramienta permitirá un control y seguimiento del servicio durante el proceso en el taller automotriz.

Análisis competitivo

Principales hallazgos de los artículos de investigación y publicaciones consultados

De acuerdo con un comunicado y estadísticas de la subprocuraduría de Servicios de la Profeco, al 31 de mayo se presentaron mil 470 inconformidades por parte de la ciudadanía.

En el operativo el procurador en funciones colocó sellos de suspensión en los talleres una empresa del giro de estudio, ubicados en una delegación de la ciudad de México, por no contar con contrato de adhesión vigente ante el organismo ni contar con lista de precios a la vista. En ese sentido, destacó que los usuarios tienen derecho a conocer cuánto les costará el servicio, el plazo en el que estará listo su vehículo y que se desglosen los costos de refacciones y mano de obra, así como los términos de la garantía. (Milenio, 2017)

En México, de los casi 29,000 talleres automotrices dedicados a la hojalatería y pintura, menos del 10% cuentan con herramientas técnicas y capacitación adecuada de su personal para reparar eficientemente una unidad que sufre un accidente y es susceptible a reparación. El Centro de Experimentación y Seguridad Vial (Cesvi), informó que por esta razón, los talleres que trabajan para las compañías de seguros y los talleres de los

concesionarios de las diferentes marcas automotrices son los más capacitados para realizar reparaciones profesionales (Forbes, 2014)

El software juega un papel cada vez más importante en los sistemas automotrices modernos debido a que son diseñados con el fin de mejorar la seguridad y reducir el consumo y las emisiones, muchas funciones nuevas e innovadoras en los sistemas automotrices son habilitadas e impulsadas por software. En los últimos 30 años, la cantidad de software automotriz ha crecido exponencialmente. El rápido aumento del software automotriz trae varios desafíos para el desarrollo del sistema automotriz.

Los desafíos provienen principalmente de las limitaciones restringidas en tiempo real, la seguridad crítica de los procesos físicos controlados y los complejos sistemas informáticos distribuidos (Yan, Wang, Che, & Li., 2014)

Dada esta investigación en artículos y publicaciones, vemos de suma importancia que los talleres automotrices integren herramientas de software como la que presentamos en esta propuesta, para eficientar la gestión de su negocio y obtener beneficios tales como: Reducción de costos. El software realiza trabajos que solían ser realizados de manera repetitiva por varias personas.

Incremento de la productividad. Ofreciendo mayor visibilidad de lo que sucede en el taller permitiendo tomar mejores decisiones en tiempos más cortos y reducir riesgo debido a una mala planeación.

Sistematización de procesos. El trabajo es eficiente y se cumplen los objetivos organizacionales.

Análisis de la Competencia

El estudio se llevó a cabo considerando el cuestionamiento sobre el servicio en soluciones de acuerdo a cada área de oportunidad/necesidad detectada de los clientes potenciales. Se analizaron a los principales 4 competidores y a partir de ellos se fundamenta nuestra propuesta. A continuación, se muestra la matriz comparativa:

Competidores	Necesidad que atiende	Descripción del Negocio	Observaciones
A	Administración automotriz, ordenes de servicio, administración de piezas y refacciones	Instalador y configuración en servidores locales. Maneja licenciamiento por uso	Desconocemos el precio que maneja por licencia, sin embargo entendemos que es muy costoso. Difícil de implementar y configuración por asesores es requerida.
B	Cotización de servicios de las órdenes de servicio. Cuenta con una enciclopedia de información que es muy valiosa para el staff de un taller mecánico	Software en la nube, El costo promedio de mensual de este servicio es aproximadamente de \$240 a 260 USD / mes. El contrato de servicio es al menos por 1 año	Ya conocemos la empresa y no satisface las necesidades de gestión de procesos de los talleres pero es competencia nuestra ya que varios talleres grandes lo utilizan porque las marcas de vehículos lo tienen autorizado para mejorar la atención de sus clientes
C	Control de órdenes de servicio, autos y clientes	Software en la nube. Maneja diferentes paquetes, el precio es por taller instalado. El precio va de 60 USD a 150 USD	La interfaz visual no es muy intuitiva y se requieren llenar muchos formularios para ejecutar acciones sencillas.
D	Cuenta con un módulo de Service Repair Orders	Maneja un instalador para servidores locales. El costo es de \$4,500 USD y las actualizaciones tienen costo	El software es muy bueno pero muy costoso. La interfaz es muy complicada para el usuario

Descripción del cliente objetivo al que va dirigido el producto

La propuesta bajo un modelo de negocio atiende dos tipos de segmentos Talleres automotrices que cuentan con un número importante de afluencia de vehículos y propietarios de vehículos. Personas que desean conocer el estatus actual de sus vehículos.

La industria automotriz es una rama altamente competitiva que ha ido evolucionando a través de los tiempos. Actualmente una de las ventajas competitivas en el mercado es la calidad en el servicio, la cual depende de las personas y los procesos que siguen al llevar a cabo su trabajo. La calidad en el servicio tiene un profundo impacto sobre la participación del mercado y la experiencia total del servicio, enfatizando en la satisfacción

total de los clientes se logrará crear clientes de por vida (Ramírez, Ramos, & Rojas, 2011).

El presente estudio surge de la necesidad de encontrar los valores exactos que ayuden a reconocer los puntos que se deben mejorar o innovar para no quedarse atrás en cuanto al valor agregado que se le puede brindar al usuario. Se buscó determinar los factores que incrementan la percepción de calidad del cliente.

A continuación, se muestran alguna de las opiniones en cuanto al servicio de calidad en los talleres automotrices:

El 22% opina que se debería efectuar una reducción de precios.

El 15% de los usuarios expone que se debe informar al cliente exactamente el servicio que recibirá.

El 10% de los usuarios opina que el servicio debe ser realizado bien desde la primera vez.

Una vez llevada a cabo la investigación se concluye que es de suma importancia crear un sistema que permita gestionar, optimizar y visualizar los costos del servicio así como realizar el seguimiento preciso de las etapas de reparación de cada vehículo que ingresa al taller automotriz.

PROPUESTA

Para la administración exitosa del proyecto se contemplan las fuerzas de Porter:

Rivalidad entre los competidores: Debido a la poca rivalidad entre los competidores y que no existen productos sustitutos con caracteres similares, lo representa un mercado muy rentable.

Poder de negociación: Al existir cada día mas clientes potenciales, las probabilidades de ser un negocio sumamente rentable son muy altas.

Nuevos competidores: Dada la naturaleza del producto/servicio y las barreras de entrada del mercado, es difícil que nuevos competidores se interesen en este mercado a corto plazo.

Productos sustitutos. Dada la naturaleza del producto y las patentes tecnológicas involucradas, es poco probable que existan productos sustitutos con características similares a corto plazo.

Como medidas que agilicen la administración del proyecto se seleccionaron las siguientes herramientas y actividades:

Project Management Institute (PMI por sus siglas en inglés) para cumplir con los objetivos establecidos.

También se usará una metodología de desarrollo de software iterativa e incremental que permitirá medir periódicamente los avances en la construcción de la plataforma web y móvil.

Como parte de la administración del proyecto se llevará un control de los pendientes, problemas y riesgos, los cuales se informarán de manera periódica a los involucrados.

Acciones que permitan administrar adecuadamente cualquier desviación en los objetivos del proyecto y ayudará a evaluar las acciones de mitigación o contingencia de necesidades para cumplir con los compromisos y metas del proyecto.

Se realizarán actividades de monitoreo y control donde se generarán indicadores de desempeño, claves que permitirán mantener informados a los involucrados sobre los avances del proyecto.

Para el pilotaje se realizarán actividades de capacitación y entrenamiento para la correcta puesta en producción del sistema, además de atender cualquier solicitud que amerita una pronta puesta en marcha por parte del equipo de implementación.

Creación de planes de contingencia con instituciones especializadas en temas concernientes al proyecto.

Estos puntos de acción más la experiencia de la empresa proponente en el desarrollo de productos de software permitirán el cumplimiento de las actividades comprometidas para la correcta ejecución del desarrollo de esta primera etapa, teniendo como enfoque 3 etapas posteriores de consolidación del producto y en los cuales teniendo el producto.

RESULTADOS

Como resultado de la ejecución de la propuesta, se espera obtener un sistema prototipo funcional con los siguientes elementos:

Plataforma web. Será el componente principal para la obtención y presentación de la información así como el seguimiento de los procesos dentro del taller.

Contará con módulos tales como perfiles de seguridad de usuarios, alta de órdenes de servicio, monitoreo y medición de tiempos de etapas de reparación, entre otros.

Aplicación móvil. Para el despliegue de información de forma portable y enfocada al usuario final para el monitoreo del estatus de su vehículo que ha ingresado a un taller que permita mejorar la percepción de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Yan, X., Wang, L., Che, X., & Li., Y. (23 de octubre de 2014). IEEE Xplore. (IEEE, Ed.)
Obtenido de IEEE Xplore Digital Library:
<https://ieeexplore.org/document/6933521/authors#authors>
- Forbes. (10 de febrero de 2014). Forbes México. Obtenido de sitio web de Forbes México/
Economía y finanzas: <https://forbes.com.mx/eficiencia-el-talon-de-aquiles-de-los-talleres-mecanicos/>
- Koenes, A. (1995). La fórmula del servicio excelente. (D. d. Santos, Ed.) Madrid, Madrid,
España: Diaz de santos S.A.
- M.R., R.-C. (2014). Herramientas tecnológicas como instrumentos para la gestión del
conocimiento en las organizaciones cooperativas. *Gestion empresarial* , 12 (22),
7-15.
- Milenio. (09 de junio de 2017). MILENIO. Recuperado el 10 de julio de 2019, de
www.milenio.com/negocios/profeco-verifica-talleres-mecanicos-quejas-usuarios
- Ruiz fuentes, Daysi; Almaguer Torres, Rosa Mercedes; Torres Torres, Isabel Cristina;
Hernández Peña, Alejandro Miguel;. (2014). La gestión por procesos, su
surguimiento y aspectos técnicos. (C. d. tecnológica, Ed.) *redalyc* , XX (1), 1-11.
- Ramírez, F., Ramos, V., & Rojas, N. E. (2011). (ANFECA, Ed.) Obtenido de
<http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/116.pdf>

INTENCIÓN EMPRENDEDORA SOCIAL DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO.

CÉSAR AUGUSTO SEVERINO PARRA¹, VERÓNICA USCANGA HERNÁNDEZ², ZANDRA ELIZABETH FRANCO CRUZ³,
EVELIN SALGADO MORALES⁴

RESUMEN

El Tecnológico de Boca del Río dentro de su encargo social, está llamado a formar profesionistas que colaboren en la construcción de una sociedad más justa y humanística a través del emprendimiento social. En la presente investigación se determinó la intención emprendedora de los estudiantes del Tecnológico de Boca del Río, así mismo se evaluó la influencia de los docentes en la intención emprendedora social. Se investigó si la formulación de proyectos sociales desde la cátedra de los maestros ha inculcado entre los alumnos el deseo de emprender proyectos que puedan contribuir a la construcción de una mejor sociedad. Se aplicó una encuesta a una muestra de 260 estudiantes del ITBOCA con la finalidad de obtener la intención emprendedora social de los estudiantes.

PALABRAS CLAVES: Intención emprendedora social, emprendimiento social.

ABSTRACT

The Tecnológico de Boca del Río, within its social mission, is called to train professionals who collaborate in the construction of a more just and humanistic society through social entrepreneurship. This research determined the entrepreneurial intention of the students of the Tecnológico de Boca del Río, and also evaluated the influence of teachers on social entrepreneurial intention. It was investigated whether the formulation

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, rditboca@hotmail.com

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, veronicauscanga@bdelrio.tecnm.mx

³ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, zandrafranco@bdelrio.tecnm.mx

⁴ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río, evelynsalgado@bdelrio.tecnm.mx

of social projects from the teachers, chairhas instilled among students the desire to undertake projects that can contribute to the construction of a better society. A survey was applied to a sample of 260 ITBOCA students in order to obtain the social entrepreneurial intention of the students.

KEY WORDS: Social entrepreneurial intent, social entrepreneurship.

INTRODUCCIÓN

La educación tradicional se ha convertido en un obstáculo para el desarrollo del espíritu emprendedor de los estudiantes en nuestro país, muchos son los jóvenes mexicanos que se deciden a estudiar una carrera universitaria para poder al egresar buscar un mejor empleo y generar con esto los ingresos que ellos y su familia necesitan para alcanzar el nivel de vida deseado.

Es relevante comentar que el 94% de jóvenes desean lograr un impacto positivo en el mundo mientras generan ganancias monetarias (Achieve, 2014). Por este motivo el emprendimiento social se presenta como una fórmula para lograr el éxito combinando por un lado la generación de ingresos y por otro lado el impacto social que con esto se pueda generar.

Sin embargo, a pesar del elevado porcentaje de jóvenes que desean lograr un impacto positivo en la sociedad y en el País, pocos de estos saben cómo hacerlo y todo se queda solamente como buenas intenciones. El objetivo de este trabajo es investigar cuál es la intención emprendedora socialmente hablando de los jóvenes estudiantes del Instituto Tecnológico de Boca del Río y de qué manera influye las cátedras de sus profesores para lo cual se aplicó una encuesta a una muestra de 360 estudiantes del Tecnológico.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

La intención es un proceso necesario antes de llevar a cabo una acción. La investigación sobre comportamiento afirma que la intención tiene una capacidad de mayor explicación que otros factores, como por ejemplo, el carácter psicológico (Bird, 1988).

La teoría del comportamiento planificado, sostiene que la intención depende de la actitud, de la norma subjetiva y del control sobre la conducta que es percibido por el

individuo. (Ajzen 1991). La actitud está compuesta por la creencia y la percepción con relación a su conveniencia personal de ejecutar una determinada acción, que a la vez está relacionada con la expectativa sobre el impacto que tiene sobre el individuo los resultados de su comportamiento. (Ajzen 1991).

La intención hacia un comportamiento es la mejor manera de predecir ese comportamiento (Ajzen, 1991). Es así, ya que la intención nos muestra el grado de esfuerzo que se debe realizar para cumplir dicho comportamiento. (Liñán; 2004).

De acuerdo a Krueger et al. (2000) el emprendedor se distingue por una forma de pensar que enfatiza las oportunidades sobre las amenazas, en efecto, el proceso de identificación de oportunidades es claramente intencional, de este modo, las intenciones pueden ser concebidas como el primer paso de la creación de una nueva empresa. Así esta intencionalidad se convierte en un factor clave para comprender todo el proceso de emprendimiento (Krueger 1993). Se distingue las intenciones de emprender de las actitudes hacia el emprendimiento porque no todos los individuos que desean iniciar un negocio finalmente lo realizan, por ejemplo, individuos interesados en la creación de negocios no lo hacen debido a percepciones negativas del emprendimiento en su ambiente social (Giacomin et al., 2010). Así mismo iniciar un negocio sin el conocimiento necesario involucra un gran riesgo, incluso teniendo fuertes intenciones emprendedoras, en efecto, Krueger y Brazeal (1994) señalan que una persona no nace emprendedora sino que se convierte en emprendedor.

Otros autores que han ganado popularidad entre otros investigadores son Austin et al. (Emprendimiento Social y Comercial: igual, deferente o ambos?, 2006), cuya definición respecto al Emprendimiento Social es la siguiente: "...Actividad innovadora creadora de valor social que puede ocurrir dentro o a través de los sectores sin fines de lucro, negocios o gobierno" (Austin et al, 2006, p.2).

Siguiendo dentro de esta misma línea, se encuentran Guzmán y Trujillo (2008) quienes elaboran una revisión de definiciones en la literatura. Ellos definen Emprendimiento Social de la siguiente forma: "...como un tipo específico de emprendimiento que busca soluciones. (Factores que inciden en el emprendimiento social, 2013)

“UCV-HACER” Revista de Investigación y Cultura para problemas sociales a través de la construcción, evaluación y persecución de oportunidades que permitan la generación de valor social

sostenible, alcanzando equilibrios nuevos y estables en relación con las condiciones sociales, a través de la acción directa llevada a cabo por organizaciones sin ánimo de lucro, empresas u organismos gubernamentales” (Guzmán & Trujillo, 2008, p. 110).

“UCV-HACER” Revista de Investigación y Cultura realiza una definición instrumental: Se entiende por Emprendimiento Social aquellas acciones, actividades y procesos que son guiadas por un objetivo social, el cual busca la creación de valor social dentro de una comunidad determinada, y que ocupa un lugar prioritario entre todo el resto de metas que éste pudiese tener. De modo tal, que las oportunidades que sean aprovechadas, y co-construidas a través de su accionar, sirvan para corregir un problema social, generando soluciones innovadoras, ya sea en el producto/servicio entregado o en su modelo de negocio que impliquen una respuesta a dicho problema que sea mejor que el resto de opciones existentes (si es que existen). (UCV-HACER” Revista de Investigación y Cultura, Volumen 2, Número 2, Julio – Diciembre 2013)

Emprendedor Social:

Son personas que tienen atributos como:

- Ideas innovadoras para producir unos cambios sociales significativos
- Una visión emprendedora para realizar sus proyectos.

Características de Emprendimientos Sociales

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2006), respecto a los estudios de diversos autores sobre las empresas sociales entrega seis principios básicos que permiten distinguirlas de otros negocios, señalando que no son requisitos. Estos principios son: La utilidad no es el fin último; Beneficiar a la comunidad es un objetivo directo o indirecto; Viabilidad financiera es esencial; Decisiones son tomadas conjuntamente sin importar la participación de capital y la forma de incorporación; Participación conjunta de todas las partes afectadas.

En el estudio de Guzmán y Trujillo (2008) se cita Reis y Cohesy (2001) donde se señala que “...el emprendimiento social es fuertemente influenciado por el deseo del cambio

social y de sostenibilidad de la organización y los servicios sociales que presta" (Reis & Clohesy, 2001, p. 116. As cited in: Guzmán and Trujillo, 2008, p. 108). "...representa una variedad de actividades y procesos; quiere crear y sostener valor social; tiene distintos grados de innovación y cambio; utiliza enfoque emprendedor para lo social..." (Brouard & Larivet, 2010, p.45).

Empresa Social

Las características de la empresa social, no tiene por qué existir diferencia con una empresa comercial en cuanto a la forma de operación, salvo que el fin último de las iniciativas sociales apunta a la creación de un beneficio social, por lo que, aunque se oriente al mercado, sea competitiva y genere utilidades, todo eso es siempre guiado por la misión social, es decir, son medios que facilitan la consecución de dicha misión.

Innovación Social

Una de las primeras definiciones explícitas de innovación social, es la de Michael D. Mumford, quien indica que las innovaciones sociales son aquellas nuevas ideas (productos, servicios y modelos) que simultáneamente satisfacen necesidades sociales (de un modo más eficiente que sus alternativas) y crean nuevas relaciones sociales y colaboraciones (Mumford, 2002).

"La innovación social puede ser definida como el desarrollo e implementación de nuevas ideas (productos, servicios y modelos) para satisfacer las necesidades sociales, crear nuevas relaciones sociales y ofrecer mejores resultados. Sirve de respuesta a las demandas sociales que afectan al proceso de interacción social, dirigiéndose a mejorar el bienestar humano. ("Guía de la innovación social" Unión Europea. Febrero 2013.)

"La innovación social debe estar estructurada con el objetivo de satisfacer necesidades sociales (retos sociales). Debe contener nuevos, o significativamente mejorados productos, procesos, métodos de marketing y/o modelos de organización" (Selusi, instituto de investigación en innovación social centrado en el estudio de prácticas de dirección y organización empresarial).

MÉTODO

Es una investigación de carácter descriptivo porque recoger información sobre la intención de realizar algún emprendimiento social por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico de Boca del Río, la investigación abarca tanto aspectos cuantitativos como cualitativos.

Se aplican encuestas a una muestra de la población de 360 estudiantes de los semestres considerados como terminales del Tecnológico antes mencionado. En total se recopilan 360 encuestas. Es un proyecto de investigación porque la finalidad que persigue es conocer la intención que tienen los estudiantes de hacer emprendimiento social una vez que egresen de sus estudios universitarios. Se recolectaron datos a lo largo de la intervención en su contexto natural, mediante encuestas de las personas seleccionadas como muestra, teniendo como propósito el describir variables y analizar su incidencia e interrelación. El método utilizado para la recolección de información es a través de trabajo de campo y la técnica es la encuesta (Hernández, Fernández y Baptista, 2006) en Quijano, R. et. al, (2012).

El instrumento que se utilizo es el siguiente:

Buenos días, estamos realizando un estudio para conocer que tanto se fomenta en tu escuela el emprendimiento social a través de las materias y profesores del plantel, así mismo saber cuál es la intención de los estudiantes del ITBOCA de realizar un emprendimiento social una vez que egresen de sus estudios universitarios.

1. ¿Conoce usted algún proyecto social por parte de los estudiantes del ITBOCA?

Sí ____ No ____

Proyecto	

2. Las materias vistas en tu carrera ¿Te motivan a crear proyectos de carácter social?

Sí ____ No ____

3. ¿Se fomenta entre los estudiantes y docentes un entorno favorable para el desarrollo de emprendimientos sociales?

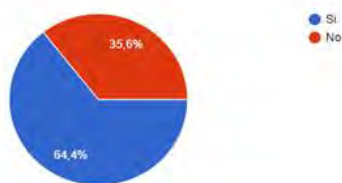
Sí ____ No ____

4. ¿Existe en el ITBOCA programas de apoyo para la creación de empresas sociales? (captación de capital semilla, incubadoras, etc.).
Sí ____ No ____
5. ¿Tengo los conocimientos necesarios para desarrollar un emprendimiento social?
Sí ____ No ____
6. ¿Cuento con habilidades suficientes para desarrollar un emprendimiento social?
Sí ____ No ____
7. Identificas si existe dentro de tu comunidad alguna problemática social
Sí ____ No ____ ¿Cuál es? _____
8. Al egresar de la escuela ¿pienso desarrollar una iniciativa de negocio que atienda los problemas sociales de mi región o comunidad?
Sí ____ No ____

RESULTADOS

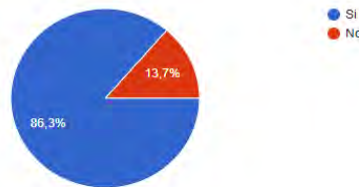
Los resultados arrojados en la aplicación de la encuesta a nuestros estudiantes del Instituto Tecnológico de Boca del Rio del Área Económico-Administrativa, de las carreras de la Lic. En Administración y de Ingeniería en Gestión Empresarial, fueron los siguientes:

1.- ¿Conoce usted algún proyecto social por parte de los estudiantes del ITBOCA?



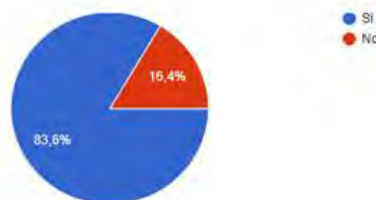
Podemos observar que, de los estudiantes encuestados el 65.4% respondió que SI y el 35.6% respondió NO, por lo que se considera que en su mayoría si conocen algún proyecto social por parte de los mismos estudiantes del ITBOCA.

2.- Las materias cursadas en tu carrera ¿Te motivan a crear proyectos de carácter social?



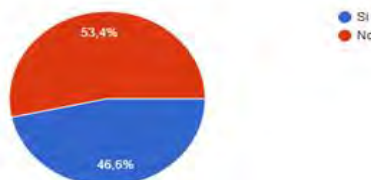
El 86.3% de los estudiantes consideran que las materias cursadas si les motivan a crear proyectos de carácter social y solo el 13.7% considera que no. Como se aprecia tiene un alto porcentaje los alumnos que consideran que sus materias si los motivan.

3.- ¿Se fomenta entre los estudiantes y docentes un entorno favorable para el desarrollo de emprendimientos sociales?



Como podemos observar la mayoría de los encuestados que representan el 78% consideran que se fomenta entre los estudiantes y docentes un entorno favorable para el desarrollo de emprendimientos sociales, solo el 16.4% considera que no es así. Se tiene como resultado que son muy pocos estudiantes consideran que no existe el fomento para los emprendimientos sociales contra los que si consideran que existe.

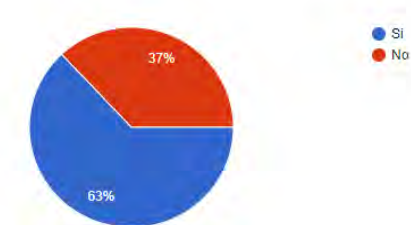
4.- ¿Existe en el ITBOCA programas de apoyo para la creación de empresas sociales ?(Captación de capital semilla, incubadoras y demás)



Como se puede observar el 53.4% de los encuestados considera que no existen programas de apoyo para la creación de empresas sociales dentro del ITBOCA, mientras

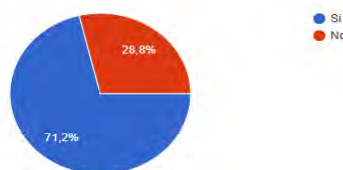
que el 46.6% considera que sí. Por tanto, la tendencia en la percepción de los estudiantes es que no hay apoyos para estos tipos de programas.

5.-¿Tengo los conocimientos necesarios para desarrollar un emprendimiento social?



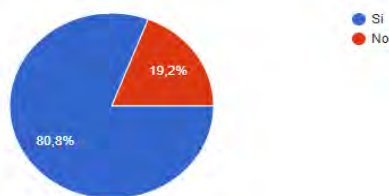
El 63% de los estudiantes del ITBOCA considera que tienen los conocimientos necesarios para poder desarrollar un emprendimiento social, por otro lado, el 37% considera que no los tiene. Como vemos que es mayor el porcentaje que considera si tener los conocimientos.

6.-¿Cuento con las habilidades suficientes para desarrollar un emprendimiento social?



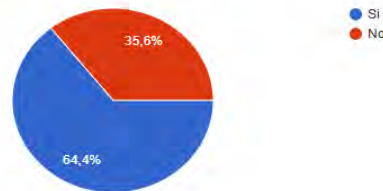
Los encuestados en su mayoría con el 71.2% considera tener las habilidades suficientes para emprender de manera social mientras que el 28.8% manifiesta que no tiene las habilidades suficientes. Con lo anterior podemos observar que hay un gran porcentaje que se siente seguro de contar con las habilidades necesarias para emprender socialmente.

7.- ¿Identificas si existe dentro de tu comunidad alguna problemática social?



En este caso el 80.8% manifiesta que identifica dentro de su comunidad alguna problemática social, por otro lado, el 19.2% dice no identificar ninguna. Como se muestra son más los estudiantes que identifican problemáticas sociales en su comunidad que los que dicen no identificarlas.

8.-Al egresar de la escuela ¿pienso desarrollar una iniciativa de negocio que atienda los problemas sociales de mi región o comunidad?



Por último, el 64.4% de los encuestados manifiesta que si piensa desarrollar una iniciativa de negocio que pueda atender los problemas sociales de su región o comunidad, siendo el 35.6% de los estudiantes que manifiesta que no. Como podemos observar son más los que si visualizan el poder atender alguna problemática dentro de su entorno al egresar.

De manera general, podemos decir que la mayoría de los estudiantes conocen los proyectos sociales entre ellos, sus materias, los docentes y los mismos estudiantes están en sintonía para motivar la participación de este tipo de emprendimiento social. También consideran tener los conocimientos y las habilidades necesarias para poder desarrollar sus proyectos, puesto que la mayoría identifica en su comunidad problemas sociales existentes y los cuales ellos mismos podrían trabajar para dar solución a la problemática. Sin embargo, consideran que falta apoyo y vinculación por parte de empresas que les pueda facilitar esa iniciativa de querer trabajar proyectos sociales, puesto que como estudiantes lo requieren.

CONCLUSIONES

Los estudiantes que se encuentran estudiando en estos momentos en los semestres terminales manifiestan a través de la encuesta que se les aplicó que si conocen lo que es un proyecto social, el 86.3% manifiestan que las materias que están llevando en sus programas educativos son de interés y contribuyen al fomento del emprendimiento de sus ideas de negocio aunque comentan también que en el Plantel hace falta programas de apoyo para la creación de empresas sociales como pueden ser; capital semilla, incubadoras, etc.

Los estudiantes manifiestan tener los conocimientos y habilidades necesarias para emprender y desarrollar una empresa social, y la gran mayoría identifica alguna problemática que se pudiera atender con el emprendimiento en favor de sus comunidades.

El 64.4% comento que al egresar de la escuela piensa desarrollar una iniciativa de negocio que atienda los problemas sociales de su región o comunidad y emprenderla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemaný, L., C. Álvarez, M. Planellas, y D. Urbano, Libro Blanco de la iniciativa emprendedora en España. ESADE (2011)
- Ajzen, I., and Fishbein, M. (1980). Understanding attitudes and predicting social behaviour. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ajzen, I. Theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(2),179- 211 (1991)
- Cabana-Villca, R, I. Cortés-Castillo, D. Plaza-Pasten, M. Castillo-Vergara y A. Alvarez-Marin, Análisis de las capacidades emprendedoras potenciales y efectivas en alumnos de centros de educación superior, Journal of Technology Management & Innovation. 8(1), 65-75 (2013)
- Chapa, E. A. Programa Emprendedor Obligatorio. Alternativa de Educación Integral Formación Universitaria, Formación Universitaria, 1(6), 35-39 (2008)
- (2006). En J. S.-S. Austin, Emprendimiento Social y Comercial: igual, deferente o ambos? (pág. 122).
- Factores que inciden en el emprendimiento social. (julio-diciembre de 2013). UCV HACER.Revista de investigación y Cultura, 2(2), 27-36.



ISBN: 978-607-8617-54-8



©RED IBEROAMERICANA DE ACADEMIAS DE INVESTIGACIÓN A.C. 2019