

INGENERÍA Y CAPITAL HUMANO



ASOCIACIÓN MEXICANA DE
MECATRÓNICA A.C.

José Emilio Vargas Soto
Ángel Adrián Ortiz González
Juan Francisco Ávila García

Ingeniería y Capital Humano

1ª Edición

**Vargas Soto José Emilio
Ángel Adrián Ortiz González
Juan Francisco Ávila García**

“Ingeniería y Capital Humano”

Vargas Soto José Emilio

Ángel Adrián Ortiz González

Juan Francisco Ávila García

© Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C.
Prolongación Corregidora Norte No. 168, interior E
Col. El Cerrito, C.P. 76160, Querétaro, Qro.
México.

Internet: <http://www.mecamex.net>

1ª Edición, 14 de Mayo del 2018.

ISBN 978-607-9394-13-4

Derechos reservados.

Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos a la editorial. Las opiniones y la información que se muestran en los capítulos del libro son exclusivas de los autores de cada capítulo y no representan la postura de la Asociación Mexicana Mecatrónica A.C. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización por escrito del propietario de los derechos del copyright.

Impreso en México – Printed in Mexico.

Índice

Capítulo 1 Mejoramiento de la Productividad por medio de la Capacitación de Capital Humano García Rosas Juan Manuel, Gutiérrez Martínez Alan Eduardo, Villalba Cervantes Jonathan Sergio, Kido Miranda Juan Carlos y Hernández Pastrana Verónica Petra.	1
Capítulo 2 Diseño de Hidrapulper para la Obtención de Celulosa a partir de Reciclado de Envases Multicapa Meneses Márquez Tonatiúh, González Hernández Yuridia y Márquez Pallares Lucila.	12
Capítulo 3 Elaboración de Bio-plástico como Modelo de Negocio Garzón Peñuela Laura Milena, Ríos Triviño Daniela y Uribe Ramírez Marcela Katherine.	24
Capítulo 4 Análisis de Ausentismo y Rotación de Personal en una Unidad Minera Domínguez Amador Ma. Del Rocío, Ceceñas Jacquez Marco Iván, Cuevas Zapata Jessica Ivón, Pinedo Reza Lucila Ernestina y Castrejón Álvarez Ma. Nely.	39
Capítulo 5 Determinar el Clima Organizacional y su Relación con el Desempeño Laboral en el ITSZO Domínguez Lerma Gloria, Pinedo Reza Lucila Ernestina, Castrejón Álvarez Ma Nely, Cuevas Zapata Jessica Ivón y Ceceñas Jáquez Marco Iván.	53
Capítulo 6 Descripción Dimensional Durante el Diseño de un Producto Aguilera Del Val Nisme Yusseltmy, de la Rosa Serna Daniel Ivan, Nava Ríos Gustavo Alonso, Carreón Emiliano Gandy Dariel, Avila Rondón Ricardo Lorenzo y Jurado Bichir Lorena Elizabeth	67
Capítulo 7 Administración de Cartas Descriptivas de las Asignaturas de la Escuela de Sistemas de Torreón Mediante PostgreSQL, AngularJS y NodeJS Alva Sánchez Karla Liliana, Muñoz Ávila Diego, Huerta Soto José Alberto, Ávila Rondón Ricardo Lorenzo y Ojeda Núñez Martha Iveth.	74

Índice

Capítulo 8	
Gestión de Datos para Agilizar el Ensamble Mecánico	82
Ibarra Guzmán Jaquelin, Tabares Martínez Guillermina, Ramos Castillo Mario, Cuitláhuac Guerrero Islas, Ávila Rondón Ricardo Lorenzo y Meléndez Gurrola Ana Carolina.	
Capítulo 9	
¿Eficiencia o Eficacia Terminal? Cambio de Paradigma en la Gestión Administrativa Escolar	92
Arnulfo Soto Moreno, Saraí Córdoba Gómez y Antelmo Orozco Raymundo.	
Capítulo 10	
Factores Motivacionales de acuerdo a la Teoría de Frederick Herzberg en el Departamento División Cuartos del Hotel San Francisco, Tapachula, Chiapas	99
Aceituno Campos Alejandro, Martínez Chávez Josefina y Hanse Rojas Alicia.	
Capítulo 11	
Mecanismos del Robot Bípedo TGK	109
Sánchez Arce Isidro, Sánchez Almazán Abraham, Marín Torres José María, Vázquez Hernández Enrique Alejandro y García Liñán Gerardo.	
Capítulo 12	
Mejora al Proceso de Rectificado del Bastidor para Compresor de Eficiencia Media	121
Cortés Alférez Noe Guadalupe, Vázquez Hernández Enrique Alejandro, García Zugasti Pedro de Jesús y García Liñán Gerardo.	
Capítulo 13	
El Impacto de un Programa de Motivación al Capital Humano Responsables de Servicios Municipales	135
Zazueta Villavicencio Blanca Esthela, Rodríguez Leyva Eduardo, Agüero Franco Cruz Elena, Peralta Durazo Enedina y Laprada León Adalberto.	
Capítulo 14	
Robot TGK y su Contribución a la Seguridad Laboral	149
Valdez Martínez Ludy Magnolia, Sánchez Reyes María de Lourdes, Sánchez Almazán Abraham, Quintero Martínez Luis Alberto y García Liñán Gerardo.	

Índice

Capítulo 15

Sistema Mecatrónico del Robot TKG

Soto Martínez Jonhatan Abel, Hernández y Hernández Jesús Alejandro,
Vázquez Hernández Enrique Alejandro, Quintero Martínez Luis Alberto
y García Liñán Gerardo.

160

Mejoramiento de la Productividad por medio de la Capacitación de Capital Humano

García Rosas Juan Manuel, Gutiérrez Martínez Alan Eduardo, Villalba Cervantes Jonathan Sergio, Kido Miranda Juan Carlos y Hernández Pastrana Verónica Petra

Instituto Tecnológico de Iguala

Resumen

El mejoramiento de la productividad es la labor principal de los ingenieros industriales. Es sabido que éstos han venido asumiendo toda esta tarea. En forma simultánea, han desarrollado sistemas y técnicas eficaces para este esfuerzo de la ingeniería industrial, uno de ellos es la capacitación de capital humano. Los resultados de esos desarrollos se han puesto en marcha en cooperación con el personal afectado. En la actualidad, el trabajo de desarrollo de la productividad se ha convertido en la preocupación de todos los empleados de una organización y, por lo tanto, se realiza mejor en equipos de trabajo bien organizados de manera lógica. [1]

Se realizó una investigación de campo en una maquiladora del Estado de Guerrero, con la finalidad de conocer cómo se realizan las capacitaciones de los operarios ya que constantemente hay rotación de capital humano y es necesario que aporten el 100% de su potencial para lograr la meta diaria que tienen en la misma.

El presente trabajo inicia con la detección de defectos en las diferentes secciones de la planta, ubicando el área con mayor porcentaje, se muestra cómo se capacita el capital humano de nuevo ingreso y de producción a los que a través de la toma de tiempos se obtiene el porcentaje de eficiencia aterrizándolo en la curva de aprendizaje, en conjunto para conocer algunas de las posibles causas de baja eficiencia y proponer áreas de mejora que coadyuve en una mayor productividad para la empresa.

Palabras clave: Capacitación, mejoramiento, productividad, capital humano, eficiencia.

1. Introducción

En el Estado de Guerrero debido a la situación socio-económica y geográfica la industria de la maquiladora ha sido desde hace muchos años la única opción de generación de ingresos seguros durante todo el año generando empleos directos e indirectos contribuyendo a la reducción de la inmigración a los Estados Unidos, las empresas se han preocupado por contar con capital humano capacitado para que contribuyan a la productividad de la misma, por ello una de las principales actividades en las maquiladoras es el control de la eficiencia de los trabajadores a través de la toma de tiempos para establecer estándares que permitan medir dicho rendimiento.

Según ISO 9000 al generar una estrategia de desarrollo, conduce una estrategia de capacitación que conlleva a una serie de actividades, donde encontramos un pequeño ciclo, desde el desarrollo de competencias, las necesidades de capacitación, que de acuerdo al presente trabajo surgen desde la detección de problemas en la producción por baja eficiencia en los operarios, los planes de capacitación, las acciones de capacitación que están bajo responsabilidad de los responsables de capacitación y de los supervisores de producción y calidad que detectan o llevan el

control de la problemática, y la evaluación de resultados que nos conducen nuevamente a retroalimentar y generar una necesidad de capacitación. La capacitación del proyecto debe aprovechar fundamentalmente: “el sistema de evaluación del desempeño de forma tanto individuales como colectivas.” [2]

Uno de los objetivos principales que tienen las empresas es de ser lo más eficiente posibles pero la desorganización, la falta de estandarización de los procesos, la carencia de retroalimentación y descoordinaciones provocan pérdidas de diferente naturaleza y magnitud tanto en tiempo de ciclo, servicio, calidad y costo.

2. Capacitación de capital humano

2.1 Sistemas de calidad dentro de la capacitación.

Con la inclusión del concepto “competencia laboral” en la nueva versión de los sistemas de gestión de calidad (ISO 9001:2000), se ha cubierto el vacío que las versiones anteriores tenían en cuanto al aseguramiento de las capacidades de capital humano.

En la versión 1994 de la norma ISO 9000, las directrices y orientaciones que complementan la norma, contenidas en el punto 5.2.4 de ISO 9004, indicaban que sería conveniente determinar el nivel de competencia, experiencia y capacitación necesarias para asegurar la capacidad laboral del capital humano. No obstante, esta norma se limita a precisar que el capital humano cuyas actividades afectan la calidad, “debe estar calificado y tendrá que ser capacitado”. [3]

Ahora en esta nueva versión, se estipula que el personal debe ser “competente”, exigiendo que la organización:

- Determine los perfiles de competencia requeridos,
- Ejecute la capacitación orientada a desarrollar las competencias,
- Seleccione y asigne al capital humano por las competencias demostradas,
- Asegure que el capital humano esté consciente de la importancia y relevancia de sus actividades y de cómo contribuye a los objetivos de la calidad,
- Evalúe la efectividad de la capacitación otorgada, y
- Mantenga actualizados los registros de educación, capacitación, calificación y experiencia del capital humano.

Si bien todos los aspectos que involucra la ISO 9001:2000 acerca de RR. HH son importantes, es necesario destacar dos de ellos, que son los que marcan la diferencia fundamental con relación a la versión anterior:

- “Estar calificado” versus “ser competente”.
- “Capacitar solamente” versus “evaluar la efectividad de la capacitación”.

Estas diferencias representan un cambio notable en el modelo de gestión, al incluir como elemento importante y fundamental recurso humano en el sistema de calidad.

Toda organización que desee participar con éxito en esta economía globalizada, con sus elementos implícitos y explícitos, deberá por lo menos desarrollar las estrategias que le permitan alcanzar el nivel mínimo requerido para una gestión eficiente de su capital humano, para lo cual deberá preocuparse de lo siguiente:

- Definir el modelo de competencias requerido, en cuanto a su orientación y cobertura.

- Elaborar los perfiles de competencias.
- Generar una malla de desarrollo de competencias.
- Evaluar las competencias individuales.
- Capacitar a aquellas personas que lo requieran.
- Evaluar la efectividad de la capacitación.
- Todo lo anterior, ha de ser realizado en forma sistemática, organizada y con base en una cultura de calidad que ha de estar presente en la organización.

2.2 Capacitación en la maquiladora.

La Maquiladora del estado de Guerrero actualmente tiene una producción de 720 sacos, el área de saco cuenta con 5 secciones, desglosadas de la siguiente manera: primera sección, forro, segunda sección, tercera sección y plancha, además de almacén.

La planta está a cargo de un gerente general, para lograr la producción el capital humano está formado por 5 supervisores de producción, 5 supervisores de control de calidad, de corte de telas 42, con respecto a los operarios en primera sección son 27, forro 29, segunda sección 23, tercera sección 26, plancha 27 y en producto terminado 10. La jornada laboral para el operario es de 9.5 horas al día, trabajando de lunes a viernes, en el mes de enero trabajan un sábado o dos, por la carga de producción que tienen y por falta de capital humano al inicio de año.

Uno de los factores a considerar para detectar las necesidades de capacitación, es conocer el número de defectos por actividad y por sección, para ello se utilizó el formato de descarte de calidad que utiliza el supervisor de producción de la tercera sección, el cual es una hoja de verificación, en el que las(os) operarias(os) que realizan la supervisión del saco marcan el tipo de defecto que se detecta, obteniendo así una estadística del número de defectos por sección que deben arreglarse o reprocesar en el día de producción si es posible. Con los datos del número de defectos en las secciones se analiza cuáles son las causas de los defectos para proponer alternativas de solución y capacitar a los operarios(as) en las actividades de mayor estadística y costo para la empresa.

2.3 Capacitación de capital humano de nuevo ingreso.

La capacitación y el desarrollo que se aplica en las organizaciones deben concebirse precisamente con modelos de educación a través de los cuales es necesario formar una cultura de identidad empresarial basada en los valores sociales de la productividad y la calidad en las tareas laborales. [4]

Las Necesidades de Capacitación pueden des-adicionarse en:

- Necesidades por Discrepancia, Necesidades por Cambio, Necesidades por Incorporación:
- Por Discrepancia: Cuando una actividad o función se realiza de forma contrariada. Es decir, los resultados de la administración difieren de aquellos esperados.
- Por Cambio: Cuando una actividad o función ha padecido una modificación o sufriría una modificación en la manera de su realización y los conocimientos, habilidades y destrezas presentes no posibiliten la apropiada realización presente y futura.
- Por Incorporación: Cuando nuevas actividades o funciones han sido añadidas o deben ser añadidas y los individuos que deben realizarlas desconocen cómo llevarlas a cabo e implementarlas.

Al ser capital humano de nuevo ingreso, lo importante es hacerlo sentir parte de la empresa, por lo que el departamento de Recursos Humanos tiene la obligación de difundir la misión, visión y valores de la maquiladora, además de la jornada laboral, hora de entrada, hora de salida, hora de comedor, sueldo y prestaciones, actividad a realizar.

En la maquiladora se inicia la capacitación del operario(a) desde el primer día de su contratación, existe en la empresa una persona responsable de dar capacitación al capital humano de nuevo ingreso y a los operarios(as) que estén dispuestos(as) a aprender otras operaciones para aumentar de nivel y sueldo.

La capacitación consiste en: enseñarle el material y maquinaria con que debe contar para iniciar su trabajo, como el tipo de aguja, el hilo, las partes de la máquina y el manejo de la misma, colocar y cambiar el hilo en la aguja, dar a conocer los parámetros de calidad, los trazos del diseño, el tipo de costura y medidas para confeccionar de acuerdo a las especificaciones que el cliente requiere o que la empresa establece, el método de trabajo, para que su trabajo lo realice de forma óptima, es decir los movimientos que tiene que realizar como por ejemplo el cómo colocar la prenda.

Al capital humano de nuevo ingreso que desconoce de la confección de prendas la primera operación que se enseña en la costura en línea recta (Figura 1), hasta llegar a la operación que realizará en la producción.



Figura 1. Capacitación inicial

Al capital humano de nuevo ingreso que tiene experiencia en costura, se le asigna una actividad donde desde el primer día de trabajo ya va a producir por hora para la empresa, se le proporciona el formato de toma de producción individual, cuyo objetivo principal es conocer la producción que tiene por hora y llevar así un registro del avance y conocimiento en la operación que está realizando.

2.4 Capacitación al capital humano en producción.

La educación (actividad de aprendizaje, *coaching*, horas de capacitación), entre otros elementos inductores de competencias, contribuye a desarrollar las competencias laborales. En este sentido, la forma de medir la relación de estas competencias con la productividad no ha sido objeto de estudios anteriores, aunque algunos estudios se han preocupado por la relación entre las actividades de aprendizaje y la productividad [5]. Para Arias (2006) [6] la capacitación es “el proceso de proporcionar competencias para un trabajo o actividad”, y desarrollo como “el proceso para acentuar o adquirir valores, estilos, trabajo en equipo y otras facetas de la personalidad”.

Una vez que los(as) operarios(as) han alcanzado del 30 al 50% de eficiencia son asignados a una sección, el supervisor de producción se encarga de continuar con la capacitación hasta que el operario(a) alcance el 100% de eficiencia; es decir alcance la cuota diaria de prendas establecidas. Cuando estos empleados o recurso humano de una empresa no logran los objetivos de su cargo, en

algunas circunstancias es posible resolverlos por medio de un proceso de instrucción, dirigido a satisfacer las deficiencias localizadas, es decir, mediante capacitación. [7]

Para lograr el 100% de eficiencia del operario el supervisor de producción realiza toma de tiempos diariamente y registra el número de prendas realizadas por hora con la finalidad de conocer el rendimiento del operario(a) al día y continuar con el adiestramiento, el cual se registra para obtener la curva de aprendizaje del o la trabajadora, motivándolos en el transcurso de la jornada a elevar el número de prendas.

2.5 Eficiencia de los Operarios.

Se inicia el trabajo con la toma de tiempos de cada operación, fueron 11 ciclos para conocer la eficiencia del trabajador, es decir el número de prendas que elabora por hora, con tolerancias y sin tolerancias.

Tolerancia del capital humano. Es aquél tiempo que se concede a un empleado para cuestiones personales como:

- a. Platicar con sus compañeros sobre temas que no conciernen al trabajo.
- b. Ir a los sanitarios.
- c. Beber
- d. Cualquier otra razón controlada por el operador para no trabajar

El tiempo del capital humano apropiado de acuerdo a Meyers Freud E. [8] es de aproximadamente un 5% del día de trabajo.

Tolerancia por fatiga. Es el tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio. Se da a los empleados en forma de detenciones en el trabajo conocidas como descansos. Si un empleado aplica menos de 10 lb (5kg) de esfuerzo durante la realización de su trabajo, entonces es normal una tolerancia por fatiga del 5%. Se acepta un incremento del 5% en la tolerancia por fatiga por cada aumento de 10 lb en el esfuerzo del empleado.

Tolerancias por retrasos. Se consideran inevitables porque están fuera del control del operador. Algo ocurre que impide que el operador trabaje. La razón debe conocerse y hay que registrar el costo para justificarlo. Entre los ejemplos de retrasos inevitables se encuentran:

- a. Esperar instrucciones o tareas.
- b. Esperar material o equipo de manejo de materiales.
- c. Ruptura o mantenimiento de máquinas.
- d. Instrucción a otros (capacitación de nuevos empleados).
- e. Asistencia a juntas, en caso de estar autorizado.
- f. Esperar la puesta en marcha. Debe alentarse a los operadores para que pongan en marcha sus propias máquinas. Una puesta en marcha está completa cuando control de calidad lo aprueba.
- g. Lesiones o asistencia con primeros auxilios.
- h. Trabajo sindical.
- i. Repetición de trabajos por problemas de calidad (no por culpa del operador).
- j. Trabajo que no es estándar (máquina equivocada u otros problemas).
- k. Afilar herramientas.
- l. Nuevos trabajos cuyo tiempo aún no ha sido estudiado.

En la empresa la tolerancia total que se le da al operario es de 20%.

3 Resultados

3.1 Defectos en las prendas por Sección.

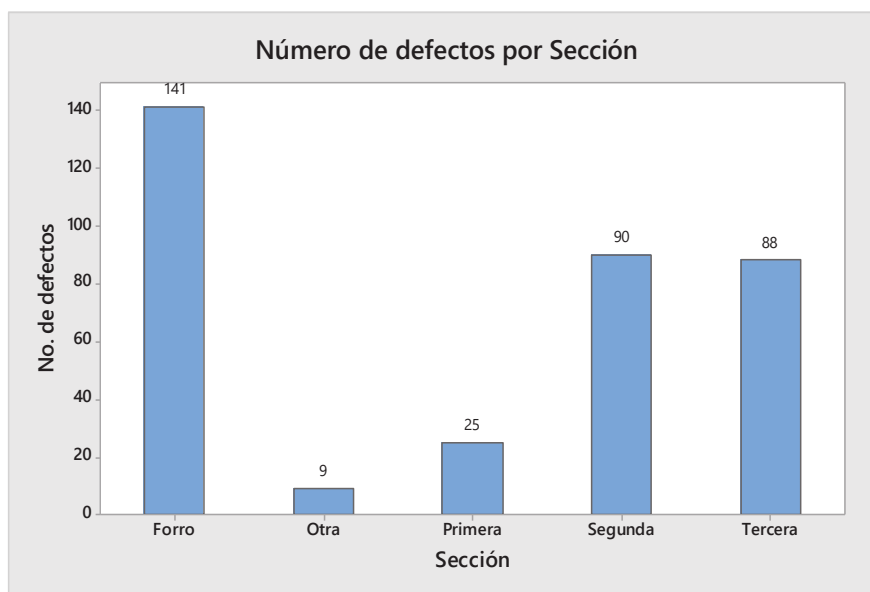
En la tabla 1 Descarte de Calidad por Sección, se muestra el número de defectos encontrados por hora, el número total de defectos por sección, así como el número de defectos total en la parte inferior del formato (los cuales fueron 45), el porcentaje obtenido de prendas defectuosas (6.7 %) y total de prendas descartadas al día fueron 675.

MAQUILADORA DE GUERRERO																
Descarte de Calidad por Sección		Revisado Final de Saco							Fecha: 15 de enero 2018							
DEFECTOS		Total	08:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	OBSERVACIÓN	
PRIMERA	COSTADILLO															
	PINZA DE PECHO															
	ALETILLA															
	CARTERAS															
	VIVOS	3			I	II									Picado	
	BOLSAS															
TOTAL																
FORRO	COSTADOS	3					L		I	I					Saltado	
	ESPALDA															
	HOMBROS															
	COSTURA DE VISTAS	1			I										Descocido	
	VIVOS	1		I											Picado	
	ETIQUETAS															
	BOLSAS	8	I	II	I		L			II	I				Descocido	
	CENTRO DE ESPALDA															
	COSTADOS Y HOMBRO	1	I												Descocido	
	ZIGZAG CUELLO	1									I				Safado	
TOTAL																
SEGUNDA	MUESCAS DE CUELLO															
	PLANCHADO DE CUELLO	1						I								
	PEGADO DE CUELLO	1														
	PEGADO DE MANGAS	3				II	L								Pinza	
	OTROS	1	I												Paloma	
	OJALES DE MANGA															
	MARTILLO Y ENTREMANGA	1		I											Descocido	
	COSTURA DE CODO															
	PLANCHADO DE CODO															
	BOTONES DE MANGA	4			I		LI	I		I					Pinza	
TOTAL																
TERCERA	PEGADO DE MANGAS HOMBRERA															
	PEGADO DE CAIDA															
	MUESCA DE SOLAPA	5					L			III					Safado	
	OTROS															
	COSTURA DE PUÑOS															
	FORRAR ABERTURA															
FORRAR FAJILLA																
AFIANCE DE FAJILLA	1			I												
AFIANCE DE PUÑOS																
DESBORDE DE FILAS																

TOTAL	AFIANCE DE FORRO	3					LI	I							Puntas
	AFIANCE DE CUELLO														
	DESPUNTE DE ABERTURA	1	I												Descocido
	SANDRIA	3		I				L			I				
	OJALES DEL DELANTERO	4				III	L								
TOTAL	LIMPIEZA DEL SACO														
12	OTROS														
VARIOS	TEJIDO O FORRO DE TONO														
	MANCHAS	1					L								
	FALLAS DE TEJIDO														
Total	ROTOS														
1	OTROS														
Gran Total	PRENDAS DESCARTADAS		31	38	29	38	27	20	40	36	44	45			
Total			32	33	31	26	27	19	36	36	32	26			
45							3				4	22			
6.7	PRENDAS REVISADAS/HR		63	71	60	64	57	39	76	72	80	93			TOTAL
															675

Tabla 1. Descarte de Calidad por Sección.

Como muestra se registró el número de defectos de siete días de producción y la sección de mayor problema es la de Forro (Ver gráfica 1) con 141 (40%) defectos encontrados de un total de 356.



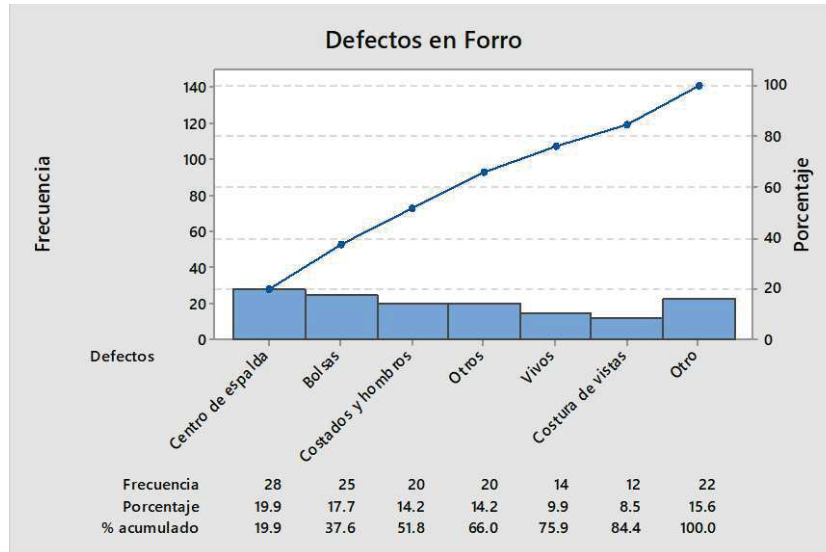
Gráfica 1. Número de defectos por sección.

Se elaboró un diagrama de Pareto (Gráfica 2) que es un método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos para encontrar la solución a los problemas. Los problemas o defectos se muestran en la tabla 2.

Razón de defecto	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total
Costura de vistas	1		3			5	3	12
Vivos	1	3	5		1	2	2	14
Etiquetas				1			1	2
Bolsas	8	5	2	2		2	6	25

Centro de espalda				2	4	20	2	28
Costados y hombros	1	1	4	7	2	2	3	20
Zigzag cuello	1							1
Muecas de cuello			3				1	4
Planchado de cuello								
Pegado de cuello	1		1	1			1	4
Pegado de mangas	3			1	2	4	1	11
Otros	1	1	1	6		1	10	20
Total	17	10	19	20	9	36	30	141

Tabla 2. Defectos en el área de Forro.



Gráfica 2. Diagrama de Pareto.

En la gráfica 2 se aprecia que el defecto Centro de espalda es el más frecuente (de mayor impacto), ya que representa 19.9% del total de los defectos, es importante mencionar que este defecto en el día 6 tuvo una frecuencia de 20 por lo que se tiene que investigar si en ese día hubo una descompostura de la máquina y/o el operario era nuevo en esa operación, continuando el análisis tal vez lo más conveniente sea tomar como problemas de impacto bolsas (17.7%) seguido de costados y hombros (14.2). En este problema es preciso centrar un verdadero proyecto de mejora para determinar las causas de fondo, las cuales podrían ser que el operario por sacar su producción diaria descuide la calidad de la prenda, el horario en el que ocurre el defecto es al final de la jornada laboral, la máquina necesite mantenimiento, la tela del saco es difícil de manejar para el operario, etc. Esta estadística nos sirve para mostrar al supervisor de producción de la sección forro la problemática que existe por lo que si considera que uno de los factores es la falta de capacitación debe plantearlo para darle solución en equipo con los operarios(as) y los supervisores de calidad del área.

3.2 Toma de tiempos para eficiencia del capital humano

Con los datos de la toma de tiempos se procedió a calcular la cuota estándar y la eficiencia del operario(a). A continuación se muestran los datos obtenidos para un trabajador en la operación de abrir pinza y costadillo. Se tomaron los tiempos en cuatro días para ver el avance del trabajador por día. (Ver tabla 3).

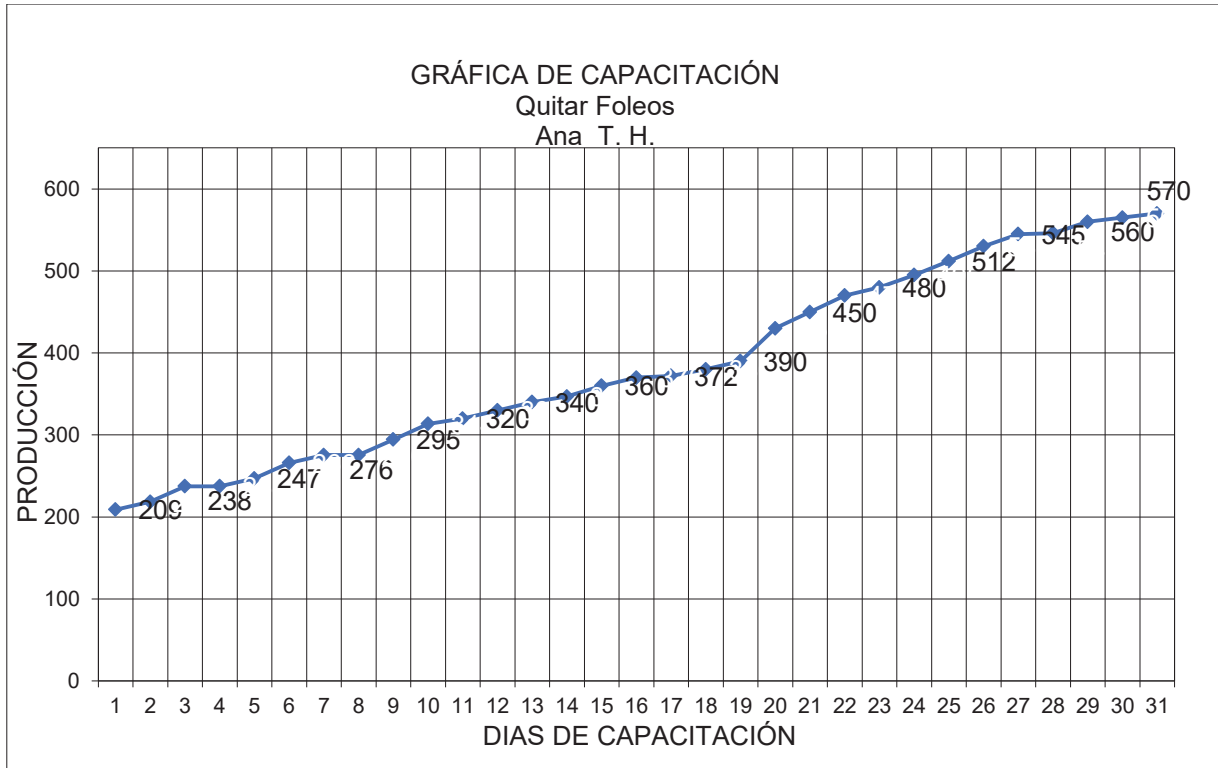
Día	Operación	Total de la toma de tiempos (seg)	Promedio (seg)	Tiempo comprimido (seg)	Real (seg)	Tiempo Estándar (min)	Cuota Estándar (prendas por hora)	Potencial (prendas por hora)
1	Abrir pinza y costadillo	1386	126	1.20	151	2.52	24	29
2	Abrir pinza y costadillo	1259	114	1.20	137	2.29	26	31
3	Abrir pinza y costadillo	1036	94	1.20	113	1.88	32	38
4	Abrir pinza y costadillo	660	60	1.20	72	1.20	50	60

Tabla 2. Cuota estándar de un operario.

Como se observa con la experiencia por día el trabajador inició con una cuota estándar de 24 prendas por hora y al cuarto día llega a 50 prendas por hora. La cuota estándar que establece la empresa es de 60 prendas por hora, por lo que el operario ha alcanzado el 83.33 %. Esta muestra fue de un operario cuya actividad la elaboraba con mucha eficiencia.

3.3 Curva de aprendizaje.

En la gráfica No. 3 se presenta el avance de una operaria en la tercera sección con actividad de quitar foleos, la cuota estándar que establece la empresa es de 60 prendas por hora, al día 570 prendas, llegando al 100% de eficiencia en 31 días de capacitación. Cabe aclarar que la cuota estándar la alcanza un operario entre un mes y dos meses de acuerdo a la dificultad de la operación.



Gráfica 3. Curva de aprendizaje

El supervisor de producción realiza una toma de tiempos al operario(a) para conocer el número de prendas que puede sacar por hora, así mismo lleva un inventario por hora de las prendas que trabaja el operario(a), con la finalidad de tener la evidencia del avance o atraso en su actividad y establecer la estrategia o alternativa para que aumente la productividad, siendo muy importante la motivación que se le puede dar al trabajador para que alcance la cuota estándar de la empresa.

Existe un conjunto de herramientas básicas que se emplean en la administración y el desarrollo del capital humano de las organizaciones modernas, las cuales también pueden ser provechosamente utilizadas para la gestión de la capacitación; entre ellas, las principales son:

- Las descripciones y especificaciones de los cargos;
- Las especificaciones de los itinerarios de carrera interna;
- Los manuales de organización, procedimientos y métodos de trabajo;
- El sistema de evaluación del desempeño; y,
- Los expedientes del capital humano.

4 Conclusiones

De las estadísticas obtenidas se sabe que la empresa tiene alrededor del 6.7% de prendas defectuosas al día, lo que reduce la cantidad de prendas elaboradas y hace que se pierda tiempo y dinero al reprocesar o quedar mal con el cliente. La toma de tiempos brinda realmente el porcentaje de eficiencia alcanzando, un operario(a) llega al 100% en un mes a dos meses después de haber iniciado su capacitación en el área de producción. Los inventarios de prendas producidas por hora y día le brindan al supervisor de producción llevar el control de la producción que la empresa requiere para cumplir con las órdenes de trabajo de acuerdo al plan que realizó el gerente de la empresa. La capacitación al capital humano es un sistema cíclico de mejora continua ya que se tiene que tomar información con la cual trabajar para verificar y controlar la producción, proponiendo al final

alternativas de solución que optimicen los recursos con que cuenta la empresa, siendo el más valioso el Recurso Humano.

Al conocer el impacto de la capacitación en el incremento de los índices de producción en el desempeño de sus trabajadores, permitirá elevar la calidad de sus productos, disminuir costos de producción, reducir mermas, desperdicios de materias primas y optimizar el uso de la maquinaria/equipo.

Los beneficios de la capacitación del capital humano se podrán notar en los niveles de productividad y calidad que se alcanzan dentro de la empresa. Y su mantenimiento residirá en la disciplina y constancia que se tenga en la organización para la mejora de las actividades, desarrollando y potencializando sus habilidades, destrezas y conocimientos en la función o actividad que desempeñan, logrando la certificación de competencias laborales y obtener mayores ingresos al disminuir los costos de producción, mayores incentivos económicos y mejorar el ambiente laboral.

Los clientes obtendrán productos de calidad a bajo costo y en conformidad con los tiempos de entrega para garantizar la satisfacción.

Los beneficios que tiene una organización con la capacitación que se le da al capital humano es que mejora el conocimiento del puesto a todos los niveles, y por lo consecuente eleva la moral de la fuerza de trabajo, y al mismo tiempo estimulando a cada colaborador, mejorando la relación jefes-subordinados.

Referencias

- [1] Render, B. Principios de Administración de Operaciones. Editorial Pearson Educación. México, 1996.
- [2] Werther William B., Administración de Personal y de Recursos Humanos. Mc Graw Hill. México, 2007.
- [3] Kjell B. Zandin. MAYNARD, Manual del Ingeniero Industrial, Quinta Edición, (pág. 2123) México, Mc Graw Hill, 2011.
- [4] Aguilar, A. S. Capacitación y desarrollo de personal. En A. S. Aguilar, Capacitación y desarrollo de personal (pág. 17). México: Editorial Limusa, 2004.
- [5] Soto, E., Valenzuela, P. & Vergara, H. *"Evaluación del impacto de la capacitación en la productividad."* Santiago de Chile: Sofofa; Sence, Fundes, 2003.
- [6] Arias Galicia L. F. (2006). *Administración de Recursos Humanos*. 6ª Edición. Editorial Trillas. México.
- [7] HRFocus, A. D. Las 5 etapas del proceso de capacitación desarrollo. En A. d. HRFocus, Las 5 etapas del proceso de capacitación desarrollo. Nueva York: American Management Association Internacional, 1993.
- [8] Meyers F. E. & Stephens M. P. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, Pearson Educación, México, Tercera edición, 2006.

Diseño de Hidrapulper para la Obtención de Celulosa a partir de Reciclado de Envases Multicapa

Meneses Márquez Tonatiúh, González Hernández Yuridia y Márquez Pallares Lucila.

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Resumen

El presente estudio está dirigido a la obtención de celulosa a partir del reciclado de residuos de envases multicapa Tetra Pak® que su principal uso es conservar bebidas y algunos alimentos, estos envases por lo general, se encuentran en tiraderos de basura y en rellenos sanitarios que generan problemas ambientales en todo el mundo. La implementación de este estudio reducirá la explotación excesiva de los árboles de los bosques que se utilizan para la elaboración de celulosa así mismo disminuir los residuos de este tipo de empaques. También se pretende diseñar un Hidrapulper que será el equipo para realizar los análisis de la obtención de la celulosa.

La evaluación del diseño y rendimiento del Hidrapulper se realizará con el análisis de los resultados de la consistencia de la celulosa y la obtención de otros elementos como son plástico y aluminio se desarrollará con estadística inferencial.

La implementación del presente estudio ayudará a controlar los residuos de este tipo ya que la zona de Huichapan, Hidalgo comienza con un crecimiento económico muy importante debido a que colinda con el estado de Querétaro; este estado de igual forma mantiene un crecimiento industrial destacado
Palabras clave: Multicapa, Hidrapulper, residuos, celulosa, reciclado

Palabras clave: Palabras que por sí mismas dan idea del tema o área del artículo. Usar letras de tipo Arial, normal de 10 puntos.

1. Introducción

En épocas de crisis mundial, lo más importante es volver a lo esencial, a lo natural, y como principio básico, la concientización del daño ambiental ocasionado por actividades industriales y comerciales; una de las alternativas a considerar es la disminución en la tala indiscriminada de árboles, fabricando productos, a partir de desechos sólidos, que reemplacen los producidos con fibras de celulosa (madera orgánica) [1].

La creciente ola de generación de residuos de envases multicapa y los problemas socio-económicos que acarrea su disposición final constituyen un propósito claro para implementar acciones que permitan una transformación industrial del residuo, considerado como especial y de alto impacto ambiental para generar materiales sustentables como papel, plástico y aluminio que posteriormente se transformarían en productos económicos durables resistentes y estéticamente bien diseñados para satisfacer al consumidor [2].

Así mismo el presente estudio considera al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 que establece cinco metas nacionales entre las cuales se encuentra la Meta VI.4 México Próspero, que en su apartado 4.4 hace referencia a impulsar el crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo genere riqueza, competitividad y empleo; también cuenta con las características técnico-ambientales para desarrollar el estudio de la obtención de celulosa y el diseño de un prototipo hidrapulper que realizará el reciclado de los residuos de los empaques multicapa, se analizarán los productos obtenidos (celulosa, aluminio y plástico), que serán

aprovechados como materias primas en diversas industrias. La información que se presenta servirá como referente para aquellos sectores industriales del envasado interesados en darle un valor agregado a su empresa a partir de la implementación de sistemas de reducción de residuos, mostrando la rentabilidad generada por una posible inversión, que se pueda iniciar en la zona de Huichapan en el estado de Hidalgo.

2. Materiales y Métodos

2.1 Diseño del hydrapulper

El diseño pretende ser basado en materiales de reciclado de lugares locales donde podemos encontrar este tipo de elementos y así ser de bajo costo sin descuidar la funcionalidad del equipo. Los materiales que vamos a necesitar incluyen ángulos de hierro de 4 mm de espesor y 50 mm de ancho, platos de acero dulce de 2 mm de espesor, tubos rectangulares de acero de 2 mm de espesor, tubos de acero circulares de 2 mm y 3 mm, una válvula de compuerta, un reductor de velocidad 1,5: 1 y un motor eléctrico de 2HP.

2.2 Consideraciones de diseño y parámetros

- 1) El recipiente cilíndrico del hidrapulper fue diseñado para ser lo suficientemente rígido como para soportar la tensión interior que podrían desarrollarse dentro del recipiente una vez cargado con la mezcla de agua y empaques multicapa.
- 2) El acero dulce y el ángulo de hierro se pretenden utilizar como los principales materiales de construcción, ya que son fácilmente disponibles, poseen una resistencia adecuada y puede ser fácilmente formado y unido a través de atornillado y soldadura.
- 3) La base del recipiente está diseñada a ligeramente cónica uniformemente hacia su centro para facilitar la descarga de la pasta mediante la prevención de la sedimentación de fibras recicladas en los bordes de la base del contenedor.
- 4) Cuatro deflectores verticales triangulares hechos de hierro en ángulo se soldarán a la pared del recipiente a la misma distancia una de la otra para mejorar el proceso de desintegración.
- 5) Un motor eléctrico acciona una caja de engranes a través de un eje de rotación. El rotor de alta consistencia deberá estar unido al eje, así mismo el rotor promueve la acción de alto cizallamiento y el triturado suave con el fin de producir fibras de alta calidad.
- 6) La altura total del hydrapulper fue elegido ergonómicamente para mejorar su estabilidad durante la trituración de los empaques multicapa, proporcionar al operador con el máximo confort durante el uso y facilitar el mantenimiento general, así como la limpieza del interior.
- 7) Las seis patas de apoyo, que llevan el peso del recipiente y su contenido, se fabricarán de tubos huecos circulares para mantener la rigidez de hidrapulper en el suelo durante el funcionamiento.

Algunos de los parámetros básicos considerados durante el diseño de la hidrapulper se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Parámetros básicos considerados durante el diseño de la Hidrapulper

Parámetro Conocido	Valor
Capacidad del hydrapulper	80 litros (0.08m ³)
Altura del contenedor	500mm
Tipo de pala de rotor	Rotor de alta consistencia
Máxima salida de torsión	15Nm
Máxima velocidad de rotación del eje	500rpm
Límite de elasticidad del acero dulce	250MPa (Craig, Jr. 1996)
Módulo de rigidez de acero dulce	80GPa (Craig, Jr. 1996)
Esfuerzo cortante máximo para el acero dulce	55MN/m ² (Hall et al, 1980)
Presión atmosférica	101325N/m ²
Densidad del agua	1000kg/m ³
Aceleración debida a la gravedad	9.81m/s ²

2.3 Diámetro del contenedor

El contenedor alberga al rotor que va unido a un eje giratorio que está accionado por una caja de engranes que está conectada al motor eléctrico. El movimiento del rotor provoca la desintegración de la carga de agua con los empaques multicapa. El volumen hidrapulper, tiene una capacidad máxima que se limita a 0.08m³ (80litros) con una altura total de 500 mm para facilitar la cómoda operación, limpieza y mantenimiento. El diámetro del recipiente se calcula a partir del volumen de un cilindro a través de la relación dada en la ecuación 1

$$\text{Volumen de un cilindro, } V = \frac{\pi D^2 h}{4} \quad (1)$$

Donde Di = diámetro interno del contenedor

h= altura del contenedor

$$Di = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}} = \sqrt{\frac{4 * .08}{\pi * 0.5}} = 0.4514 \text{ m}$$

$$Di \cong 0.45 \text{ m} = 450 \text{ mm}$$

2.4 El espesor de la pared del contenedor

El recipiente se considerará de pared delgada ya que la presión acumulada dentro del contenedor se produce por la agitación de la mezcla de agua y empaques multicapa durante la desintegración, se determina el espesor con la ecuación 2:

Para una pared-delgada tenemos

$$\frac{2t}{Ri} < 0.1 \quad (2)$$

Donde t = grosor del cilindro

$$t < \frac{0.1 * Di}{2}$$

$$t < \frac{0.1 * 450}{2} < 22.5 \text{ mm}$$

Suponiendo que el recipiente está a la atmósfera y se llena hasta su capacidad con agua, la máxima presión que se forma dentro del cilindro es da por la ecuación 3.

$$\text{Maxima presión, } P_{\max} = P_{\text{atm}} + \rho g(h_1 - h_2) \quad (3)$$

$$\text{Donde } P_{\text{atm}} = \text{presión atmosférica} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$\rho = \text{densidad del agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{aceleración por la gravedad} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$h_1 - h_2 = \text{altura del contenedor} = 500 \text{ mm} = 0.5 \text{ m}$$

$$P_{\max} = 101325 + 1000 \times 9.81 \times 0.5$$

$$P_{\max} = 106230 \text{ N/m}^2 = 1.06 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

Para dar cabida a las fuerzas resultantes de la acción de desintegración del rotor y la presión creada a través del movimiento de la mezcla de agua empaques multicapa con la pared del recipiente, un factor de seguridad de $n = 5$ fue elegido para el diseño. Por lo tanto, la tensión de trabajo del recipiente de acero dulce se da con la ecuación 4:

$$\text{Esfuerzo del trabajo, } \tau_{ws} = \frac{\sigma_{yp}}{n} \quad (4)$$

Dónde: τ_{yp} = esfuerzo de la tensión del acero dulce = 250 MPa

$$\tau_{ws} = \frac{250 \times 10^6}{5} = 5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Para un recipiente cilíndrico de pared delgada, la tensión tangencial (tensión de trabajo) se da con la ecuación 5:

$$\text{Esfuerzo tangencial, } \tau_{ws} = \frac{P_{\max} \cdot D_i}{2t} \quad (5)$$

$$t = \frac{P_{\max} \cdot D_i}{2 \cdot \tau_{ws}} = \frac{1.06 \cdot 10^5 \cdot 0.45}{2 \cdot 5 \cdot 10^7} = 4.77 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$t = 0.477 \text{ mm}$$

Los cuatro deflectores verticales están fabricados un perfil de ángulo de acero de 50 mm por 4 mm de espesor y 400 mm de largo están instalados internamente a la misma distancia alrededor de la pared interna del cuerpo del hidrapulper. La distancia entre los deflectores se calcula a través de la relación de la circunferencia de un círculo como se da en la ecuación 6:

$$C = \pi D_i \quad (6)$$

Donde C es la circunferencia por lo tanto tenemos:

$$C = \pi 450 \text{ mm} = 1413.72 \text{ mm}$$

Numero de deflectores $N_b = 4$

$$\text{Posición de los deflectores} = \frac{C}{N_b}$$

Finalmente tenemos:

$$\text{Posición de los deflectores} = \frac{1413.72}{4} = 353.43 \text{ mm}$$

2.5 Cálculos de la transmisión

Con un par de salida máximo deseado de 15 Nm, un motor eléctrico trifásico de velocidad media de 1750 rpm que se requiere para alimentar al sistema del reductor de velocidad con una relación de 1.5: 1 que a su vez hace girar el eje en el que se encuentra el rotor. El par de salida (torsión momento) del reductor de velocidad está dada por la ecuación 7

$$T_{out} = \frac{30P}{\pi n_m} U_g K_s \quad (7)$$

Donde:

P=Potencia del motor

Torque de salida=15Nm

nm = Velocidad del motor =1750 rpm

Ug= Relación de reductor de velocidad =1.5:1

Ks =Factor de Servicio que está dado por:

$$K_s = K_a \times K_t \quad (8)$$

Ka = Factor de aplicación,

Kt = Factor de trabajo.

Suponga que el reductor de velocidad trabaja en condiciones uniformes de operación, el factor de aplicación $K_a = 1.25$. Además, se considera que el reductor de velocidad está en funcionamiento 10hrs / día, el factor de trabajo $K_t = 1,0$.

Sustituyendo la ecuación 8 en 7 y despejando tenemos:

$$T_{out} = \frac{30 P}{\pi \times n_m} U_g K_a K_t \quad (9)$$

$$P = \frac{T_{out} \times \pi \times n_m}{30 \times U_g \times K_a \times K_t} \quad (10)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$P = \frac{15 \times 3.142 \times 1750}{30 \times 1.5 \times 1.25 \times 1.0} = 1466.26 \text{ W} = 1.46 \text{ kW}$$

Para conocer la potencia del motor la convertimos en HP por lo tanto $1 \text{ kW} = 1.32 \text{ HP}$

$P = 1.92 \text{ Hp}$

Comprobando que el motor seleccionado es en adecuado para el equipo.

2.6 Diámetro del eje

Para diseñar el eje basado en la fuerza, se emplea la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) código de diseño de material dúctil (acero dulce). La relación general se da en la ecuación 10.

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi d_0^3(1-c^4)} \sqrt{\left(k_m M + \frac{\alpha F_a d_0(1+c^2)}{8}\right)^2 + (k_t T_{out})^2} \quad (10)$$

Donde k_m y k_t son los factores de torsión para considerar la fatiga y choques del material.

Puesto que el eje se somete principalmente a único efecto de torsión, sin carga de flexión y la carga axial insignificante.

Debido al peso del rotor, el diseño del eje se basa en un factor de limitación de la tensión de cizallamiento generada por la torsión. El término flexión y la tensión axial se reduce a cero (como momento de flexión, $M = 0$ y la carga axial, $F_a = 0$). Por lo tanto, la ecuación 10 se simplifica a:

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi d_0^3(1-c^4)} k_t T_{out} \quad (11)$$

Donde:

$\tau_{allowable}$ = esfuerzo de torsión de la flecha

d_0 = Diámetro exterior de la flecha

$c = d_i/d_o$ = relación del diámetro exterior e interior de la flecha

Por lo tanto como la flecha es sólida $d_i = 0$.

La ecuación 11 se simplifica quedando de la siguiente forma:

$$\tau_{allowable} = \frac{16}{\pi d_0^3} k_t T_{out} \quad (12)$$

Despejando de la ecuación 12 el diámetro de la flecha tenemos:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \times \tau_{allowable}} k_t T_{out}} \quad (13)$$

Dónde: d = diámetro de la flecha en m

$\tau_{allowable}$ = esfuerzo aplicado a la flecha en N/m²

k_t = factor combinado de fatiga y choque aplicado a la flecha

T_{out} = momento torsional de salida de la flecha en Nm

Para el acero comercial tenemos los siguientes valores de esfuerzo máximo permisible $\tau_{max} = 55 \text{ MN/m}^2$ o 55 N/mm^2

Usando un factor de seguridad de $n=4$ tenemos:

$$\tau_{allowable} = \tau_{max}/n \quad (14)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$\tau_{allowable} = 55/4 = 13.75 \text{ n/mm}^2$$

El momento torsional es $T_{out} = 15 \text{ Nm} = 1.5 \times 10^4 \text{ Nmm}$

Sustituyendo valores en la ecuación 13 determinamos el diámetro de la flecha

$$d = 21.14 \text{ mm}$$

Por lo tanto, utilizaremos una medida comercial y estándar de 25mm de diámetro para la flecha.

2.7 Esquema de hidrapulper

A continuación, se muestran las partes principales del hidrapulper.

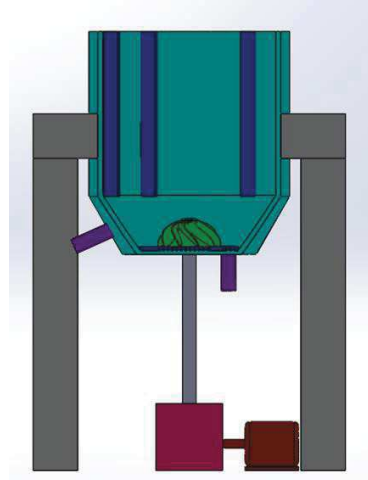


Figura 1. Partes principales del hidrapulper

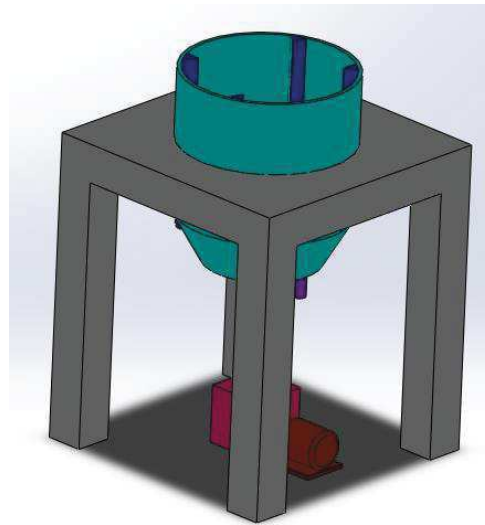


Figura 2 Vista Isométrica

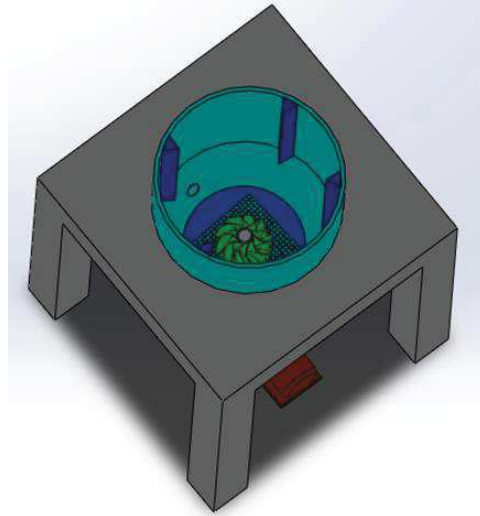


Figura 3 Vista Superior

2.8 Descripción de experimento

A continuación, se mencionan las consideraciones y las etapas que se realizaron para el desarrollo del experimento.

Las cajas de cartón de Tetra Pak® en desuso utilizados para este estudio fueron recolectados en gran parte de los residuos en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, en los hogares de estudiantes, y en el relleno sanitario municipal.

Se utilizaron envases multicapa de tres capacidades: 1 Litro, 500 ml y 250 ml. Incluyen envases de diferentes bebidas con logos de Tetra Pak® en sus solapas inferiores. Los envases recolectados se abrieron a lo largo de sus costuras con la ayuda de un cuchillo de mesa, posteriormente se lavaron suavemente con agua limpia, se secaron al sol durante un tiempo de 2 a 3 horas posteriormente se cortaron pequeñas piezas de: 60x80mm, 50x60mm de largo y de ancho con el fin de facilitar el proceso de desintegración. Estas piezas de cartones fueron empacadas en bolsas de polietileno y se almacenan en un lugar fresco y seco durante dos días.

Los procesos de desintegración se realizaron en tres diferentes consistencias que se calculan con la ecuación 15.

$$C = W_c / (W_c + W_w) \quad (15)$$

En donde C = consistencia (%), W_c = peso del envase (kg) y W_w = peso del agua (kg)

Así, para una consistencia deseada y un peso conocido de agua, el peso del envase que se requiere para la mezcla se calcula con la ecuación 16:

$$W_c = W_w (C / (1 - C)) \quad (16)$$

El rendimiento de la celulosa producido, por el Hidrapulper se calcula con la ecuación 17:

$$\text{Rendimiento de Celulosa} = \frac{\text{Peso de la celulosa producida después de la desintegración}}{\text{Peso de los envases antes de la desintegración}} \times 100 \quad (17)$$

2.9 Consideraciones

El equipo que se utilizó para la desintegración de los empaques fue un recipiente metálico con capacidad de 50 litros, un rotor de media consistencia y un motor eléctrico el cual se acondicionó para que girara continuamente el rotor a una velocidad de 500 rpm, el ciclo completo de desintegración fue de una hora, las pruebas se realizaron en un laboratorio.

La temperatura del agua que se utilizó fue a temperatura ambiente de alrededor de 24 °C, el llenado de la lavadora se realizó con su propia bomba de agua.

2.10 Procedimiento

- a) Los envases multicapa una vez que pasaron por el proceso de secado al sol como se mencionó anteriormente se procede al pesado de acuerdo con la consistencia que deseamos obtener. Los cálculos para obtener el peso de los empaques por experimento, así como la consistencia de la celulosa se obtienen de las ecuaciones (1), (2), (3). Los valores que se tomaron para las consistencias son: baja consistencia (3-5% de celulosa), consistencia media (6-9% de celulosa) y una alta consistencia (12-15% de celulosa) [13]. Por lo tanto, para 30 litros de agua usados para cada experimento los pesos son los siguientes: 0.93kg, 2,6 kg y 4,5 kg de piezas de empaques.
- b) Pesados los empaques para cada experimento se procedió a llenar el recipiente con el volumen de 30 litros de agua y depositar los empaques para realizar la desintegración.
- c) El proceso de desintegración se desarrolló durante un lapso de una hora a 500 rpm a temperatura ambiente.
- d) Terminado la desintegración se drenó el agua, para que la celulosa caiga por la salida inferior del recipiente y los residuos de aluminio y plástico se queden en el fondo.
- e) Finalmente se retiró la celulosa el plástico y el aluminio para continuar con el análisis de datos. Cada experimento se llevó a cabo la coherencia en 3 réplicas y los rendimientos de celulosa resultantes se analizaron por Análisis de varianza (ANOVA) en el nivel significativo del 5% utilizando el software Minitab para determinar si hay una diferencia significativa en los rendimientos obtenidos en las tres consistencias. [22]

3. Resultado y Discusión

El rendimiento de la celulosa de cada experimento en las tres consistencias se muestra en la tabla 2:

3.1 Tabla 2

Consistencia			
Replica	Baja	Media	Alta
1	58.06%	61.15%	57.56%
2	61.29%	60.38%	56.89%
3	60.32%	59.20%	59.22%
Media	59.89%	60.24%	57.89%

La tabla 2, se puede observar que los rendimientos de celulosa en todo el experimento varían de 56,89% de alta consistencia a 61,29% en condiciones de baja consistencia que indica que aproximadamente el 80% del componente de celulosa se puede recuperar al utilizar este tipo de rotor.

Los rendimientos de celulosa de la media que son: 59,89%, 60,24% y 57,89% para baja, media y alta consistencia, respectivamente, indican que la tasa de rendimiento de celulosa disminuye ligeramente a medida aumenta la cantidad de empaques mezclados. Este ligero aumento en el rendimiento a baja consistencia se puede atribuirse a la baja viscosidad de los residuos que se quedan diluidos en agua durante la desintegración. El resultado de la riqueza de la celulosa es de acuerdo con el 65% reportado en Tetra Pak CEA (2000) como el rendimiento mínimo de celulosa de la mayor parte de un hidrapulper comercial escala. El rendimiento de la pasta sin embargo se puede aumentar mediante el uso de tambor giratorio para separar las trazas restantes de fibras de los residuos de material de varias hojas.

4. Conclusiones

El presente trabajo solo está enfocado a las consistencias que se pueden obtener con cargas bajas en peso de cajas de Tetra Pak® y se recomienda seguir experimentando con las diferentes variables como son: la temperatura del agua, la instalación de varios deflectores en el contenedor para que las cajas de Tetra Pak® tengan más áreas donde desintegrarse, las revoluciones del rotor se propone modificar por medio de un variador de frecuencia, es importante considerar la posición del rotor si será en la parte superior de la tina o en la parte inferior, recabando más datos con las variables antes mencionadas se recomienda continuar realizando investigaciones para optimizar la obtención de celulosa.

Referencias

- [1] Abreu, M. Recycling the Fibres on Tetra Pak Cartons. Tetra Pak Canada Inc.2000
- [2] Abreu, M. Recycling of Tetra Pak Aseptic Cartons. Tetra Pak Canada Inc., Markham, Canada.2002
- [3] Aperebo, E.M. Design, Fabrication and Performance Test of Waste Paper Recycling Equipment. An Unpublished M.Sc. Thesis submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.2007

- [4] Collins, J.A., Busby, H. and Staab, G. Mechanical Design of Machine Elements and Machines. A Failure Prevention Perspective. John Wiley and Sons Inc. 2010.
- [5] Graig, R.R. Jr. Mechanics of Materials. John Wiley and Sons Inc. Publishers.1996
- [6] Hall, A.S., Holowenko A.R. and Laughlin, H.G. Theory and Problems of Machine Design. SI(Metric) Edition.Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.1980
- [7] Kolajo, T.E. Design and Fabrication of a Pulp Moulding Machine. An Unpublished B.Sc. Thesis Submitted to the Department of Agricultural and Environmental Engineering, Faculty of Technology, University of Ibadan.2009
- [8] Olorunnisola, A.O. Harnessing the Forester's Harvest for Sustainable Development. An Inaugural Lecture Delivered at the University of Ibadan on 16th May, 2013. Pp. 29.
- [9] Pablo, Paster Treehugger: In Defense of Tetra Pak. http://www.treehugger.com/greenarchitecture/in-defense-of-tetrapak.html?dct=th_rss. Obtenido el 01/09/2014.
- [10] Stearns, A. (2013). Tetra Pak Increases Carton Recycling Rate. <http://1800recycling.com/2013/10/tetra-pakincreases-carton-recycling-rate>. Obtenido el 09/06/2014
- [11] Tetra Pak Corporate Environment Affairs. Recycling of Tetra Pak Beverage Cartons. www.ekopaket.si/upload/file/Recikliranje%20Tetra%20Pak Obtenido el 26/10/2014.
- [12] Zdziennicki, Z. and Maciejczyk, A. Design Basic of Industrial Gearboxes. Calculations and Design Case Examples. Department of Vehicles and Fundaments of Machine Design.2014
- [13] Zhengzhou Guangmao ZDSD 23 Hydrapulper. A High Consistency Hydrapulper Manufactured in Zhengzhou Guangmao Machinery Manufacturing Co., Ltd. Zhengzhou, China. <http://papermachinery.en.made-in-china.com/product/JeoxbCDPbykQ/China-Hydrapulper.htm>.Obtenido el 21/09/2014.
- [14] L. Saderra I Jorba, El Diseño de experimentos clásico, Taguchi y Shainin, Bcelona España Marcombo 1995.
- [15] Kevin A. Lange, Steven C. Leggett, Análisis de modos y efectos de fallas Potenciales AMEF 4° Edición, EUA ,Daimler Crysler, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008.
- [16] L.M. Núñez Álvarez, El envase de cartón laminado tipo Tetra Brik un problema ambiental y sus posibilidades de aprovechamiento, Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, México 2005
- [17] L. Carvevale, Piracicaba vai reciclar embalagem longa-vida, Gazeta de Piracicaba, Piracicaba 2005
- [18] L. Frias Romero, Pirolisis de Recuperacion energética de los residuos urbanos con tecnología de plasma, Universidad Pontificia Comillas, Madrid España, 2008
- [19] J. Cases Rocati, Procedimiento para la recuperación de aluminio y energía a partir de envases usados tipo Tetra Birk y horno para realizarlo, Oficina Española de Patentes y Marcas, Madrid España, 1999
- [20] A. Corma Canos y J. Primo Millo, Procedimiento para la recuperar polietileno y aluminio de hojas de aluminio recubiertas de polietileno de residuos de envases tipo Pack, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia España 1997.
- [21] B.Froats, Apparatus for separating paper fibres from portions of polyethylene film material, Untitled State Patent, Ontario, 1979
- [22] L. Eriksson, E. Johansson, N Kettaneh-Wold, Wikström and S. Wold, Desing of Experiments Principles and Applications, Umetrics AB Umea, Suecia 2008.

Elaboración de Bio-plástico como Modelo de Negocio

Garzón Peñuela Laura Milena, Ríos Triviño Daniela y Uribe Ramírez Marcela Katherine.

Universidad Militar Nueva Granada, Campus Cajicá, Cundinamarca, Colombia.

Resumen

Los efectos negativos de la globalización sobre el medio ambiente vienen siendo contrarrestados por la humanidad de diversas formas.

Con base en un trabajo experimental realizado por académicos de la Universidad Católica de Lima, Perú, se propone crear un modelo de producción para comercializar un plástico biodegradable elaborado con el almidón extraído de residuos de papa.

El modelo que se proyecta aquí es, por tanto, una forma de respuesta al uso de plásticos derivados de hidrocarburos por otros elaborados a partir del almidón de papa obtenida de desechos ocasionados en la cosecha.

El proyecto implica el análisis del mercado de insumos y su representación en el mercado, el proceso de producción, la maquinaria que requiere el proceso y su costo, la comercialización y el impacto en el sector agrícola, al que se proyecta beneficiar al formar un nuevo nicho de demanda de papa.

El plástico biodegradable producido tiene un primer mercado como bolsas y luego como materia prima para otros productos de uso corriente como recipientes.

Con la demanda de papa que genere la producción de este bioplástico se pretende impulsar la economía y mejorar las condiciones de vida de los agricultores de papa.

Palabras clave: Bioplástico, mercado de insumos, proceso de producción, innovación, modelo de negocio.

1. Introducción

De acuerdo con estudios de las Naciones Unidas, el 70% de los residuos contaminantes que genera la humanidad, provienen de los polímeros. El derivado más usado es la bolsa plástica, dado que en el mundo se consumen entre 500 millones a un billón de bolsas plásticas por año.

Una investigación realizada por Fenalco (Federación Nacional de Industriales de Colombia) demostró que en el país se consumen al mes aproximadamente 45.229.240 bolsas plásticas, impactando negativamente al medio ambiente. Según cálculos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá D.C., cada bolsa tarda entre 400 y 1.000 años en descomponerse.

Un grupo de científicos de la Universidad Católica del Perú (Lima, Perú) ha creado experimentalmente un plástico usando almidón extraído de la papa, producto que al ser biodegradable, puede ser una alternativa para mitigar la contaminación que ahora se causa.

Este antecedente se tomó como fuente para este proyecto, con el que se pretende crear un proceso industrial para fabricar y comercializar bioplástico de rápida degradación, cuya fuente principal es el almidón de papa, que sustituya al plástico convencional (derivado del petróleo), eliminando una fuente de la contaminación existente.

Inicialmente se usaron sobras de papa de los restaurantes de la Universidad Militar Nueva Granada (Sede Cajicá, Cundinamarca, Colombia) para obtener el almidón. Este proyecto amplía la fuente de materia prima al proponer el uso de sobrantes de papa que se generan por defectos del tubérculo o por daños ocasionados al hacer su recolección en el campo, o por excedentes de la

producción. De esa forma se genera un espacio de comercialización que favorecería a los campesinos productores de papa, que constituyen un alto número en la región donde inicialmente se produciría el bioplástico (Bogotá) y en el resto de Colombia.

El deterioro del medio ambiente hace necesaria la búsqueda de diversos mecanismos para contrarrestarlo y para hallar soluciones que permitan la sostenibilidad de la vida humana. De estas consideraciones se deriva la importancia de adelantar el proyecto aquí propuesto.

El proyecto está previsto para producir un plástico biodegradable que supla la demanda de diversos productos comercializables, tales como bolsas para usos domésticos e industriales, así como en el sector de empaque de alimentos en general.

En una etapa posterior podrían producirse diferentes artefactos de uso diario, a partir del bioplástico. Desde luego la investigación de mejores fórmulas químicas y procesos industriales y comerciales para mejorar los productos resultantes del almidón de papa, serán necesarios.

Para cumplir ese objetivo general es necesario implementar todo el proceso de producción y comercialización del bioplástico. De este aspecto se ocupa en forma detallada este documento.

2. Producción experimental del bioplástico

Se ha adelantado ya la fase de trabajo de producción básica del material que se propone producir en forma industrial y con amplias posibilidades de mercado. Esta fase comprendió trabajo en el laboratorio de la Universidad Militar Nueva Granada, teniendo como insumo desperdicios de papa originados en los restaurantes de la misma institución.

Al inicio de esta fase se realizaron dos experimentos con diferente concentración de los materiales y sustancias, creando así dos condiciones particulares.

El primer proceso consistió en aportar sustancias puras (concentración del 100%), con los siguientes materiales y proporciones: 12 g de almidón de papa orgánico, glicerina (Propanotriol), 15 ml de ácido acético y 30 ml de agua. Proceso: Se diluyeron los 12 g de almidón de papa en 30 ml de agua en un *beaker*, se revolviaron hasta diluir completamente, luego se colocó el *beaker* en el mechero para iniciar el proceso de mezcla y para controlar constantemente la temperatura. Se agregó el ácido acético cuando la temperatura alcanzó los 45 °C y el propanotriol cuando se alcanzaron los 55 °C. Se mezcló continuamente hasta que la sustancia formó una gelatina homogénea y se vertió en una placa de papel especial en la que se secó y solidificó completamente. El resultado fue una placa consistente y maleable que podría ser utilizada en la elaboración de diferentes productos biodegradables.

El segundo proceso experimental se realizó con materiales de baja concentración de los componentes utilizados en el experimento anterior: almidón de papa, vinagre, glicerina, agua destilada. Proceso: Se diluyeron 13 g de almidón de papa en 30 ml de agua, 15 ml de glicerina, y 15 ml de vinagre en un *beaker*, se revolviaron hasta diluir completamente, luego se colocó el *beaker* en el mechero para iniciar el proceso, controlando constantemente la temperatura hasta que alcanzó la textura adecuada. Por último, se mezcló continuamente hasta ver que la sustancia se compactó y una vez vertida la mezcla uniformemente sobre una placa de papel especial se dejó secar y solidificara completamente para obtener el bioplástico en condiciones de manipular y procesar.

Observando las características cualitativas del material resultante se determinó que el bioplástico más eficiente fue el realizado en el experimento número uno, teniendo en cuenta que este tiene como característica principal una mayor plasticidad, lo que permite mejor manejo de este, y teniendo en cuenta las cualidades cuantitativas, se determinó que este posee dichas características debido a su alta concentración.

A medida que fue avanzando el proyecto, se vio la necesidad de realizar un tercer experimento, con el objetivo de obtener un plástico orgánico elaborado a partir de almidón de papa y de esta

manera comprobar experimentalmente las propiedades físico-químicas de este, el cual se muestra el Anexo N°1.

Se plantearon objetivos tales como, extraer el almidón de papa para posteriormente integrarlo al proceso de elaboración del plástico orgánico, determinar el porcentaje de eficiencia con respecto a la cantidad de almidón y el bioplástico obtenido, modificar la dosificación de los componentes en los diferentes experimentos realizados de manera que se obtengan diversos tipos y presentaciones de bioplástico para someterlos a diferentes pruebas, tales como pruebas de tensión de rotura (UTS, Módulo de Young y alargamiento a la ruptura), a partir de lo cual se determinará la dosificación y condiciones necesarias y óptimas para cumplir con los requerimientos del mercado.

En el proceso de obtención del almidón, se comenzó por lavar los tubérculos de manera que se retiraron las imperfecciones que se encontraban adheridas a la piel, posteriormente se pesaron en la báscula, al obtener este dato de su peso se pelaron los tubérculos y se cortaron los trozos retirando las partes inapropiadas, consecuentemente se rallaron los tubérculos hasta convertirlos en una pasta fina y se añadió agua destilada, luego de obtener esta mezcla se utilizó un tamiz para separar el almidón de la celulosa, se vertió la lechada en un recipiente para su decantación; obtenido el almidón se sometió a calentamiento para que se seque completamente.

Se realizaron modificaciones en diferentes factores, que permitieron evaluar los tipos de bioplástico, tales como:

Obtención del almidón: Se llevaron a cabo cuatro métodos para la extracción del almidón, evaluando aspectos tales como el reproceso de la celulosa, además del tiempo de remojo de esta, los cuales consisten en:

1. Remojo: 3 horas; Proceso: Una vez.
2. Remojo: 3 horas; Proceso: Reprocesado.
3. Remojo: 1 ½ horas; Proceso: Combinado (Reprocesado y única vez)
4. Remojo: 17 min; Proceso: Dos veces reprocesado.

Se realizó variaciones en la dosificación de los componentes: Se aumentó la cantidad de almidón ya que se planteó la hipótesis de que este provea una mayor resistencia al plástico, se aumentó la cantidad de propanotriol con respecto a una hipótesis que se planteó ya que este otorga una mayor elasticidad, así mismo con la cantidad de ácido acético teniendo en cuenta que este mejora las propiedades de rigidez, con el fin de llegar a un punto de equilibrio entre este y el propanotriol.

Se realizó el proceso de verificación de temperatura adecuada: Se aplicó calor mediante un agitador térmico verificando que la gelatinización del almidón ocurrió entre 88°C y 95°C.

3. Mercado de insumos

3.1 Aspectos relevantes

La papa es uno de los productos agrícolas más importantes en Colombia, se ubica en la posición número 30 a nivel mundial con participación del 0,7% y producción de 2'751.837 toneladas para el año 2017, aumentando su producción en un 13.5% frente al año anterior.

Uno de los departamentos que más aporta a la producción nacional de la papa, es el departamento de Cundinamarca donde, en aproximadamente 60 municipios (48.265 hectáreas cultivadas) de los 115 que lo constituyen, conforman la zona papera que contribuye con cerca del 40% de la producción nacional. La producción total fue de 1'075.360 toneladas en el año 2017.

Los costos de producción se dividen en 7 aspectos: Transporte, mano de obra, maquinaria y equipo, arrendamiento de tierra, insumos, productos para la protección de los cultivos y empaques, donde los costos más altos son los de mano de obra, ya que guardan una relación con el desplazamiento del personal a otras actividades productivas con un alto crecimiento y la movilidad de la población de las zonas rurales a la zona urbana.

La pérdida y desperdicio de la producción agropecuaria responde a diferentes factores que se distribuyen de la siguiente manera: el 40,5 % (3,95 millones toneladas) lo hacen en la etapa de producción, el 19,8 % (1,93 millones de toneladas) se pierde en el proceso de poscosecha y almacenamiento y el 3,5 % (342 mil toneladas) en el procesamiento industrial.

La región que tiene el mayor nivel de participación en la pérdida nacional es la Centro-oriental (compuesta por Cundinamarca, Santander, Norte de Santander y Boyacá) cuya participación en el total nacional es del 27,7 %, es decir, 1,7 millones de toneladas.

3.2 Ventaja competitiva

La producción de artículos plásticos en Colombia tiene un valor de USD \$4.000 millones al año, según el presidente de la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas, Acoplásticos. El sector de plásticos procesa anualmente 980.000 toneladas de resinas, de las cuales la mitad son de producción nacional, y según un reporte del DANE, el sector genera más de 40.000 empleos directos.

A pesar de que las bolsas plásticas son una parte pequeña en la producción total de la industria, menor al 5 %, hay más de 30 empresas en el país que se encuentran en dificultades por la reducción en el uso de estos productos tras la aplicación del Impuesto Nacional al Consumo de Bolsas Plásticas, establecido desde el 1 de julio de 2017.

Esta producción de plásticos derivados de los hidrocarburos es la que afecta negativamente el medio ambiente. Su sustitución, a través del modelo de producción y comercialización que aquí se expone, es una oportunidad de aprovechar el recurso natural de la papa no usada para consumo humano, para producir un bioplástico a partir de almidón de papa que provea de insumo a las 6 empresas más representativas y con mayor participación de esta industria. De esta forma podrían sustituir la demanda de plástico convencional a base de petróleo por la de plástico biodegradable ciento por ciento.

4. Proceso de producción

La producción del bioplástico compromete los siguientes insumos: almidón de papa, glicerina y ácido acético. Para la preparación del insumo principal, la extracción del almidón, será necesario el uso de agua.

Los desperdicios ocasionados en la cosecha y en los procesos conexos a su comercialización, serán aprovechados al máximo para fabricar bioplástico a base de almidón de papa. El proceso productivo consta de dos etapas: la primera es la extracción del almidón de la papa; la segunda es la elaboración del bioplástico.

La materia prima es recibida en la planta de producción por operarios que controlan su cantidad, peso y calidad apropiados. Para la recepción de la materia prima básica (la papa) se usarán básculas industriales y recipientes de material inoxidable, en los que se transportarán al almacén por medio de transpaletas manuales. En el almacén los insumos se ubicarán por secciones para su conservación adecuada y con el fin de ser despachadas a las respectivas máquinas y recipientes. En este proceso se aplicará el método de inventario FIFO.

El proceso de producción del almidón extraído de la pulpa de papa implica la serie de operaciones que se describen enseguida.

Transporte mediante bandas mecánicas a la sección de un lavado previo; a lo largo de cada banda se realiza inspección visual del estado de la materia prima, para detectar y desechar aquella materia no apta, realizando así el pre-alistamiento del insumo apropiado, el cual será reincorporado a la línea de producción.

Los tubérculos seleccionados son transportados por medio de una banda inclinada a la lavadora y peladora. Esta máquina realiza de manera simultánea la operación de lavar y de pelar los tubérculos (usando un proceso abrasivo para retirar la cáscara o pellejo) con agua a presión; se obtiene de esta forma que el insumo básico, en condiciones óptimas, continúe el proceso de producción

Terminada esta operación la materia es llevada por banda transportadora al Molino Súper Raspador en donde son ralladas hasta convertirlas en una pasta fina; esta pasta es transportada y mezclada con agua en un tanque mezclador; se realiza en esta etapa la extracción del almidón. Para esta operación se hace uso de un extractor múltiple, el cual, por medio de fuerza centrífuga, tamiza el almidón de la celulosa.

El resultado de la extracción es "la lechada", componente líquido que contiene proteína, materia grasa y sustancias insolubles, esta es almacenada en tanques y se traslada, mediante una bomba, hacia los hidrociclones, los cuales filtran la solución con el fin de concentrar el almidón. El almidón se deja sedimentar en canteras rectangulares hasta minimizar, en la mayor cantidad, el agua que aún retiene.

Seguidamente el almidón se transporta para realizar otra etapa del secado mediante una maquina centrifuga hasta obtener una humedad del 38%; De este secador se transporta al secador instantáneo, o Flash Dryer, donde el almidón es secado mediante corriente de aire caliente hasta obtener un material pulverizado.

Finalizada esa primera etapa se inicia la segunda: el proceso de producción del bioplástico. Esta etapa consiste en otra secuencia de operaciones en que el almidón, junto con la glicerina y el ácido acético, son transportados al tanque mezclador, operación en la cual se le agrega agua. En esta etapa se verifica el estado de la mezcla para realizar los ajustes de insumos con el fin de obtener la homogeneización y pH adecuados para la siguiente etapa.

La mezcla se transporta al reactor autoclave, máquina en la cual se somete a altas temperaturas y simultáneamente se continúa mezclando, hasta obtener la consistencia adecuada para el tipo específico de bioplástico, según los requerimientos de la demanda de los clientes. En este estado del proceso el bioplástico se transporta a la máquina extrusora que realiza la compactación de la mezcla y ofrece el bioplástico.

El bioplástico puede ser moldeado en diferentes presentaciones, según los requerimientos de los clientes: láminas o gránulos en proporciones estandarizadas por volumen o por peso usando el sistema métrico decimal. Teniendo en cuenta esto, se expone la posibilidad de producir el bioplástico en láminas, mediante el transporte de la mezcla compactada en la extrusora a la máquina laminadora, la cual simultáneamente embala el producto final en rollos para su distribución y comercialización. Esta presentación es elegida debido a la facilidad de manipulación y flexibilidad que tiene a un posible posterior corte según las dimensiones en que el cliente lo desee.

Por otro lado, para producir el bioplástico en gránulos, la mezcla compactada en la extrusora es transportada por medio de una tina de enfriamiento, la cual está incluida en el ensamble de la máquina peletizadora, esta realiza el proceso adecuado para obtener el bioplástico en gránulos, los cuales son embalados en lonas para su posterior distribución y comercialización.

La maquinaria para realizar el proceso de elaboración del almidón y elaboración del bioplástico se describe y expone en el anexo adjunto N° 4 y N°5 respectivamente, así mismo en el anexo N°6 se encuentra el diagrama de flujo de proceso de producción del bioplástico.

5. Comercialización

La previsión de producir bioplástico en varias presentaciones se encamina a satisfacer las necesidades de la industria colombiana que usa el plástico como insumo básico.

El proceso descrito en el capítulo anterior estará en capacidad de dar como resultado bioplástico en diferentes presentaciones, de acuerdo con los requerimientos de los clientes.

Las empresas que requieren plástico para sus productos industriales suelen preferir como insumo el plástico granulado porque facilita el transporte y manipulación, así como su procesamiento para producir mercancías específicas. Pero también es usado el plástico en otras presentaciones, como láminas. Los gránulos por sus características, permiten ser transformados a diferentes estados (láminas o perfiles sólidos), porque son de fácil fundición, y pueden ser utilizados en distintos procesos productivos.

El moldeo por inyección es un proceso semi-continuo en el que se usa plástico fundido para inyectarlo en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde se da la solidificación del material, para posteriormente abrirlo y obtener la pieza deseada; Algunos de los productos que se pueden obtener son: Juguetes, muebles, piezas automotrices, botellas, plumas, cubetas, entre otros.

Se obtienen productos similares a través del moldeo por soplado, que es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material, el ejemplo más claro son los envases plásticos.

El bioplástico laminado será el primero y el más promocionado porque es una presentación que facilita su transformación mediante procesos de termoconformado o termoformado, dicho proceso consistente en calentar una plancha o lámina de plástico de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión, vacío, o mediante un contramolde.

El producto ofertado, en las formas que se han enunciado, suplirá progresivamente el uso de plásticos contaminantes de manera que contribuya eficazmente a la protección del medio ambiente, de la vida humana y de todas las otras formas de vida. Actualmente son muy pocas las empresas que adquirieren el compromiso de mitigar el impacto negativo de sus productos sobre el entorno ambiental, de manera que con el bioplástico que se pretende producir en forma industrial, ellos tienen la oportunidad de incorporarse a los procesos productivos protectores de la vida.

Para su distribución se tuvo en cuenta que el producto granulado se comercializará en lonas y el laminado en rollos, ambos con una etiqueta que le dará a conocer al cliente, la siguiente información: Marca, nombre, dirección de la empresa, contenido neto, número de registro, composición del producto (sin ser muy específica), código de barras, fecha de fabricación, lote y campaña de conciencia ecológica y protección al ambiente.

La distribución y transporte se hará mediante camiones de caja cerrada con la capacidad suficiente para transportar el producto en grandes cantidades.

El almacenamiento se hará en bodegas y se prestará asesoría a los distribuidores para que realicen un almacenaje adecuado al propósito esencial de protección ambiental. Como parte de la estrategia de mercadeo se incluirá la realización de conferencias empresariales dirigidas al sector de la industria dedicado a la producción de plásticos.

El producto que se proyecta industrializar con este modelo de negocio, tiene un mercado muy amplio si se tiene en cuenta que hoy la producción de plásticos se basa casi en su totalidad en los plásticos derivados del petróleo, en cantidades muy grandes, que son de difícil descomposición, luego es previsible que, ofertando productos bioplásticos de igual o mejor calidad que los actuales, el mercado se encontraría asegurado. El mercadeo se apoyará, precisamente, en publicitar las

bondades ambientales e industriales del bioplástico. La publicidad estará apoyada en las normativas vigentes de protección ambiental.

6. Impacto social

La producción de bioplástico presentada en este modelo, principalmente abarca el tema del manejo ambiental, debido a que se centra en minimizar el deterioro del entorno natural en el que habitamos, la contaminación y el desperdicio de desechos orgánicos, esto con el fin de aumentar la calidad de vida y propiciar un entorno sano para la buena convivencia entre especies.

Además de la ventaja ambiental, el proceso está diseñado de manera que permita generar oportunidades de trabajo digno; Es importante tener en cuenta que la producción de papa genera actualmente 264 mil empleos totales, de los cuales aproximadamente 75 mil son empleos directos y 189 mil indirectos. De la siembra y comercialización de la papa dependen cerca de 100.000 familias que se dedican a su cultivo, sin dejar de lado que existen mercados adyacentes tales como el mercado fresco, el autoconsumo y la producción de semillas.

Es decir, que se generará más empleo en mejores condiciones, y se incentivará la agricultura, principalmente de la papa, contribuyendo, de esta forma, al desarrollo social y económico con el criterio de equidad.

7. Conclusiones

Es objetivo que el mundo está en peligro de colapsar por el impacto de deterioro ambiental que tienen los plásticos derivados del petróleo, un componente importante. Se ha estudiado el informe obtenido sobre la producción de plástico biodegradable a partir de la pulpa de papa en la Universidad Católica de Lima, Perú y se han realizado pruebas de laboratorio para establecer que es posible implementar un modelo de producción y comercialización de bioplástico a partir de sobras de papa originados como sobrantes de restaurantes y del proceso de cultivo, recolección y distribución de papa.

La parte central de Colombia es rica en la producción de papa, contribuyendo una fuente importante del insumo, lo cual garantiza el mejor mercadeo de insumos. Igualmente se comprobó la existencia otros insumos para la producción del material bioplástico, así como de maquinaria especializada para realizar la producción en forma eficiente y con alta calidad del producto final.

En las instalaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, Sede Cajicá se realizaron experimentos encaminados a verificar las posibilidades de producción de bioplástico. Se obtuvo efectivamente un material plástico que tiene el potencial de sustituir los plásticos obtenidos del petróleo en la actualidad. Las posibilidades de obtener este bioplástico se han confirmado, así como se ha confirmado que puede ser obtenido en forma sólida con presentaciones en láminas y gránulos que facilitan su transporte a las empresas que requieran plástico para su producción industrial.

Se evidenció que existe un mercado de insumo principal muy importante. Así mismo los datos sobre uso de plástico obtenido de hidrocarburos permiten prever que el bioplástico tendrá demanda permanente y progresiva en la medida que vayan sustituyendo los plásticos contaminantes.

La producción de bioplástico a partir de la pulpa de papa beneficiaría al sector de los agricultores y transportadores de papa, apoyando el desarrollo económico y social de un importante número de familias que se dedican al cultivo de la papa y a las vinculadas al transporte y comercialización de la misma, lo cual constituye aporte significativo al desarrollo de la economía nacional.

El contexto en el que este proyecto se desenvuelve y los beneficios que propone, con claros; Sin embargo es de gran importancia, no solo conocer el impacto social, cultural y ambiental que este genera en dicho contexto, sino también conocer las bases económicas sobre las que se sustenta y la rentabilidad a la cual conllevará este modelo de negocio.

Por ello, en un futuro, como siguiente paso de esta ardua investigación, se tendrá como objeto de estudio, un análisis económico, en el cuál se determinará el presupuesto necesario para llevar a cabo la primera producción, la inversión inicial que se requerirá para el nacimiento de la empresa, los gastos fijos y variables que se presentarán a lo largo de su actividad económica y por supuesto, la utilidad y el rendimiento que generará para los dueños e inversionistas, el cual determinará si es beneficioso y ambicioso, este modelo.

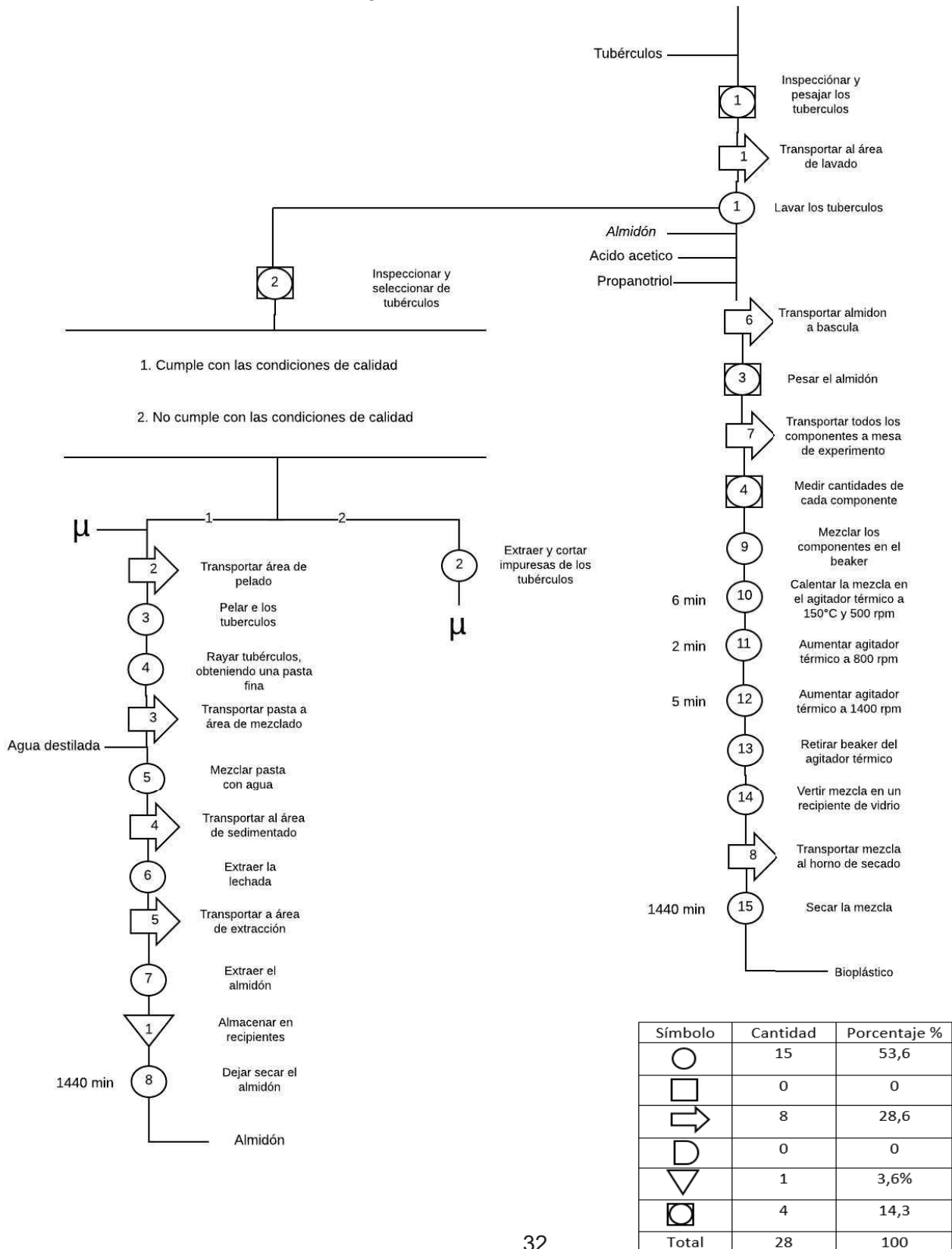
Agradecimientos especiales a Clavijo Sánchez Eusebio, Abogado laboralista, Universidad Autónoma de Colombia.

Referencias

- [1] Universia Perú (2010, Mayo) Noticias: PUCP: Plásticos a base de papa contra la contaminación.
- [2] Federación Colombiana de Productores de papa, Fondo Nacional Fomento De la Papa (FEDEPAPA). "Un homenaje de Casatoro John Deere a la papa colombiana", Revista papa, Vol. 44, p.52, 2018.
- [3] Federación Colombiana de Productores de papa, Fondo Nacional Fomento De la Papa (FEDEPAPA). "Una mirada económica del subsector papa 2017", Revista papa, Vol. 44, p.52, 2018.
- [4] Federación Colombiana de Productores de papa, Fondo Nacional Fomento De la Papa (FEDEPAPA). "Una mirada económica del subsector papa 2017", Revista papa, Vol. 44, p.52, 2018.
- [5] Federación Colombiana de Productores de papa, Fondo Nacional Fomento De la Papa (FEDEPAPA). "Boletín mensual regional n° 01", Departamento de Sistemas de Información y Estudios Económicos, Vol. 1, p.2, 2017.
- [6] Carvajal Medios B2B. "Industria colombiana de plástico mueve USD\$4000 millones", El empaque + conversión, Vol 1, p.1, 2017.
- [7] Martínez, C. "ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DEL PRECIO DE PAPA PARDA PASTUSA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA" Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, p.54, 2017.
- [8] Departamento Nacional de Planeación (DNP). "Perdida y desperdicio de alimentos en Colombia", Estudio de la dirección de seguimiento y evaluación de las políticas públicas, p.48, 2016.

Anexos

Anexo 1. Proceso experimental



Anexo 2. Definición del mercado potencial (Clientes)

CLIENTES	UBICACIÓN	DIRECCIÓN	MEDIO DE CONTACTO	PRODUCTOS
ALPHAFLEX LTDA.	Bogotá, Cundinamarca.	Cra 32 A N° 15 -83	Tel: 247 16 13 comercial@alphaflex.com.co	Bolsas en polietileno de alta y baja densidad
				Bolsas planas
				Bolsas con troquel y de lujo
				Bolsas tipo camisetas con alta resistencia
				Bolsas para empaque de alimentos
				Bolsas para previveros y viveros
				Rollos precortados
				Láminas en polietileno
CARVIPLAST LTDA.	Bogotá, Cundinamarca.	Calle 35 Sur N° 70 B -53.	Tel: 450 13 91 - 299 12 50	Bolsas para residuos
				Bolsa para almohada
				Bolsas ecológicas de polietileno
				Bolsa cementerio
				Bolsa para calzado
				Bolsa con fuelle
				Bolsa salud y belleza
				Bolsa de basura
FACOBOL	Bogotá, Cundinamarca.	Carrera 68F N° 21 - 53 Sur	Tel: 563 76 45 gerencia@facobol.com	Bolsa navideña
				Bolsas de alta y baja densidad
				Bolsa plana
				Bolsa con fuelle y base
				Bolsa con base
				Bolsa plana ejecutiva
PLÁSTICOS PUBLICITARIOS DE COLOMBIA.	Bogotá, Cundinamarca.	Calle 5A N° 25 -19	Tel: 247 7082 - 3711844 ventas@plasticospublicitarios.com.co	Bolsa tula
				Bolsa manos libres
				Bolsa Yute
				Empaques laminados
				Bolsas empaques vacío
POLIPACK	Bogotá, Cundinamarca.	Diagonal 7 N° 37 - 69	Tel: 375 0501 - 237 7885 admin@polipack.com.co	Bolsas publicitarias
				Bolsas para basura
				Bolsas en polipropileno
				Bolsas de aseo
SOIPLAST LTDA.	Bogotá, Cundinamarca.	Calle 5C N° 30 - 42	Tel: 322 217 6204 - 85 75 contacto@soiplast.com	Bolsas plásticas
				Bolsa con de Fuelle lateral
				Bolsa con de Asa troquel
				Bolsas Biodegradables o Eco Bolsas y Bolsas Reciclables

Anexo 3. Definición de la competencia.






NOMBRE	UBICACIÓN	DIRECCIÓN	MEDIO DE CONTACTO	PRODUCTOS
RICOL S.A.S	Yumbo, Valle del Cauca	Calle 15 N° 27 A - 176 Bl. 8 Bod 23	Tel: 695 4565 - 316 528 5643 servicioalcliente@ricol.com. co	Adivitivos para plásticos
				Master Batch
				Resinas plásticas
				Estabilizadores U.V
				Polipropileno
QUIMICO PLÁSTICOS	Bogotá, Cundinamarca	Calle 5 A # 58 - 15	Tel: 482 44 01 bogota@quimicoplasticos.c om	Polietileno de alta densidad
				Materias primas plásticas biodegradables
				Polietileno de baja densidad
	Cota, Cundinamarca	Parque Industrial La Florida, bodega N° 10	Tel: 898 54 84 cota@quimicoplasticos.com	Polietileno de baja densidad lineal
				Nylon
				Policloruro de vinilo
				Adivitivos para plásticos
INTERPLÁSTICOS COLOMBIA S.A.S	Cali, Valle de Cauca	Calle 44 2B - 170	Tel: 440 5086 - 440 2997	Agentes antioxidantes
				Bolsas oxo-degradables
				Papel Plast
				Bolsas navideñas
				Bolsas personalizadas

Anexo 4. Tabla de maquinaria de la primera etapa.

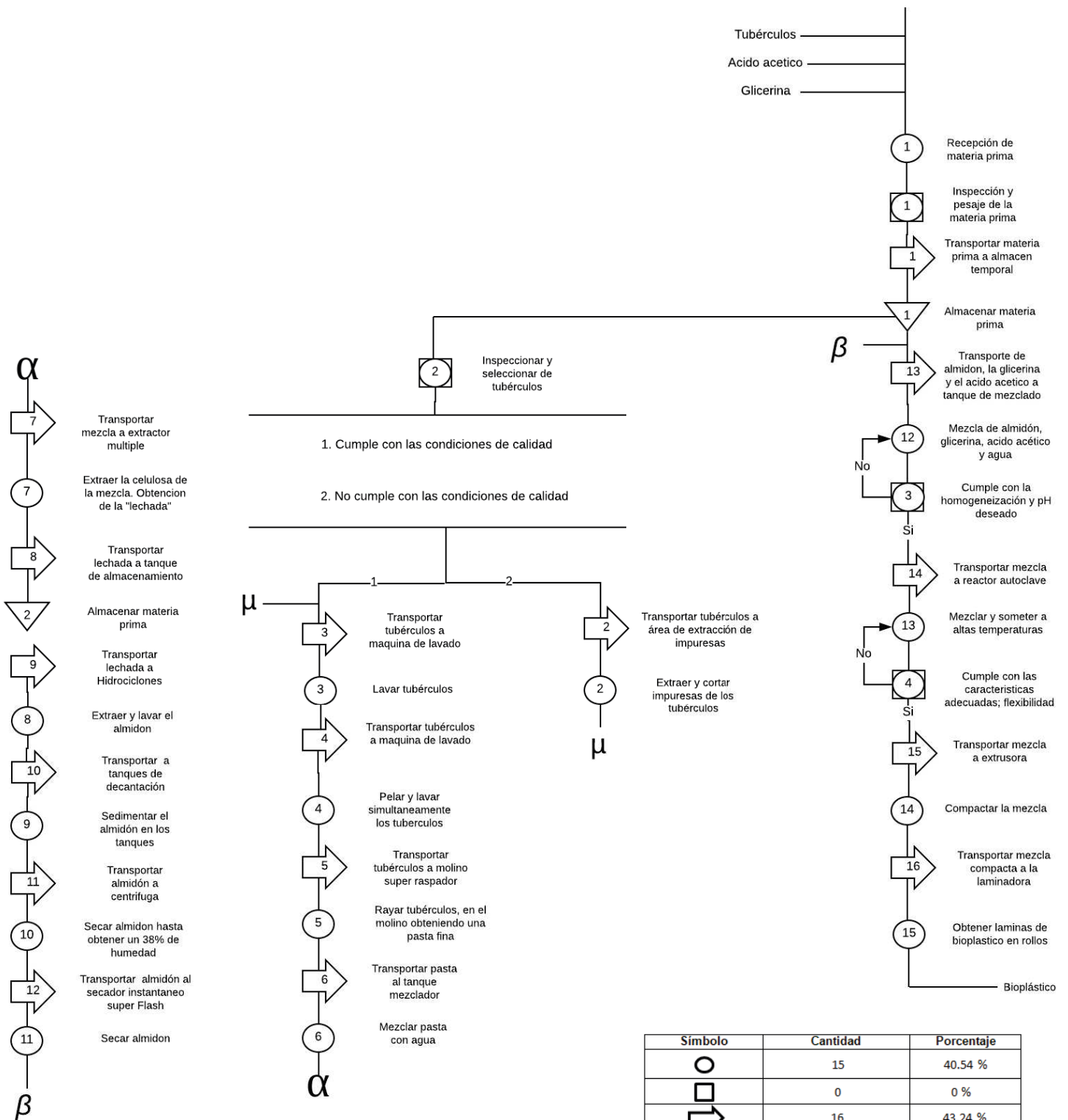
Cuadro de Maquinaria para Proceso de extracción del almidón					
Imagen	Nombre	Cantidad	Capacidad Max	Precio	Características
	Bascula Industrial	3	300 kg	\$ 259.900	Medida (cm): 50x50 Peso: 17 kg Bascula digital con unidades de peso en kg y Lb
	Lavadora de tubérculos	1	600 kg/h	\$ 11.500.000	Medida AxLxh (cm): 281,7x138,9x168,5 Peso: 450 kg Programación del tiempo de lavado Salida por vibración
	Banda transportadora Inclinada de charmela	2	600 kg/h	\$ 8.000.000	Medida (cm): 442,0x65,5x205,6 Ancho de la banda (cm): 40 Altura: 130 cm Peso: 170 kg Programación de la velocidad de transporte
	Lavadora y peladora de tubérculos	1	400 kg/h	\$ 2.500.000	Medida (cm): 81,5x75,0x128,5 Peso: 100 kg Altura carga y descarga: 128,5 cm Programación del tiempo de lavado y pelado
	Banda transportadora de charmela	2	N/C	\$ 8.000.000	Longitud (cm): 61-1524 Ancho de la banda (cm): 95 Altura: 1300 mm Peso: 170 kg Programación de la velocidad de transporte
	Molino Súper Raspador	1	1800 kg/h	\$ 27.000.000	Rotación: 2100 rpm Peso: 2500 kg
	Tanque mezclador	1	600 L	\$ 8.350.000	Medida diámetroxh (cm): 90x214 Peso: 250 kg Programación del tiempo de corte. Salida por banda transportadora.
	Extractor múltiple	1	1000 kg/h	\$ 2.785.000	Medida (cm): 200x70x110 Peso: 120 kg

	Batería de Hidrociclones	1 de 14 unidades	N/C	\$ 4.500.000	Presión y potencia: 0-250 kPa Está fabricado en poliamida 6,6 y anidado en grupos de 14 unidades que funcionan en serie.
	Tanque de decantación	3	100 L	\$ 7.050.000	Medida (cm): 105x59,5x70,0 Peso: 120 kg
	Centrifuga	2	500 kg/h	\$ 12.000.000	Medida (cm): 95,4x64,4x98,5 Peso: 160 kg Revoluciones: 325-1050 r.p.m. Programación del tiempo de secado
	Secadora tipo Flash	1	H_2O 570 kg/h	\$ 21.000.000	Medida (cm): 100x150x410 Potencia motor: 22 kW Programación del tiempo de secado
Total				\$ 112.944.900	

Anexo 5. Tabla de maquinaria de la segunda etapa.

Cuadro de Maquinaria para Proceso Productivo de bioplástico					
Imagen	Nombre	Cantidad	Capacidad Max	Precio	Características
	Tanque mezclador	1	600 L	\$ 8.350.000	Medida diametroxh (cm): 90x214 Peso: 250 kg Programación del tiempo de corte. Salida por banda transportadora. Material: Acero inoxidable
	Reactor Autoclave	1	1000 L	\$ 4.175.000	Medida diametroxh (cm): 160x150 Mezclador tipo ancla Material: Acero inoxidable
	Extrusora	1	40 Kg/h	\$ 22.175.000	Medida LxWxH (cm): 460x230x380 Peso: 2200 kg Rotación tornillo: 10 - 100 rpm
	Laminadora	1	150 m/min	\$ 27.850.000	Medida LxWxH (cm): 430x210x280 Producto: Finas láminas de bioplástico
	Peletizadora	1	250-500 kg/hr	\$ 22.220.500	Medida LxWxH (cm): 420x100x210 Producto: Pellet / Granulo
Total 1 (Con laminadora)				\$ 62.550.000	
Total 2 (Con peletizadora)				\$ 48.570.500	

Anexo 6. Diagrama de flujo del proceso de producción de bioplástico



Análisis de Ausentismo y Rotación de Personal en una Unidad Minera

Domínguez Amador Ma. Del Rocío, Ceceñas Jacquez Marco Iván, Cuevas Zapata Jessica Ivón, Pinedo Reza Lucila Ernestina y Castrejón Álvarez Ma. Nely

Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente

Resumen

El presente estudio tiene como finalidad realizar el diagnóstico del clima laboral e identificación de factores que inciden en el ausentismo y rotación en la unidad minera de San Luis Potosí, analizando variables causales, intermedias y finales del clima basadas en la teoría de Likert (1968) [1], complementado con la creación de un grupo piloto para conocer los factores de ausentismo y rotación. Los datos del diagnóstico fueron obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario aplicado a 66 trabajadores, en tanto que el grupo piloto estuvo conformado por 15 elementos. Entre los resultados más relevantes destacan que se encuentran satisfechos con el clima laboral, sin embargo, existe descontento en cuanto a los horarios, a la oportunidad de crecimiento, en relación al ausentismo este se genera por enfermedades, problemas familiares y ante la falta de sanciones

Palabras clave: Clima laboral, ausentismo, rotación, indicadores, unidad minera

1. Introducción

La minería es una de las actividades económicas de mayor tradición en México, practicada desde la época prehispánica y fuente de la expansión regional desde la colonia. Actualmente el sector minero aporta el 1.5% al producto interno bruto nacional, contribuye con 328 mil empleos directos y un millón 600 mil indirectos, según cifras de la Cámara Minera de México, CAMIMEX, lo que le hace ser uno de los sectores empleadores más grandes del país. [2]

En el 2016 estado de San Luis Potosí, fue el octavo país con mayor inversión extranjera 583 millones 856 mil 315 dólares en el ramo minero, 16 empresas realizaron 24 proyectos de este tipo en la entidad.

Entre los principales aspectos a considerar para lograr tener estas importantes inversiones y altas tasas de rentabilidad con un mínimo riesgo, es contar con un buen clima organizacional que garantice la satisfacción de los trabajadores y coadyuve a una elevada productividad, considerando que para lograrlo, se requiere tener en equilibrio aspectos laborales, físicos, sociales, por señalar algunos que conforman la identidad empresarial.

Para Likert (1968) [1] el clima organizacional se encuentra ligado al comportamiento asumido por los administrativos y las condiciones laborales que los empleados perciben, impactando directamente en la productividad.

Las investigaciones sobre clima laboral y satisfacción laboral como factores relacionados, no son nada nuevo, sin embargo es un tema actual y constante dentro de una organización, esencialmente porque de estas variables depende en gran medida el éxito de una empresa.

No es un tema que se mantiene actual por el hecho de una moda o tendencia temporal, el estudio del clima laboral es algo necesario y fundamental para cualquier empresa, ya que este es el indicador más preciso que demuestra los niveles que se tienen en la organización en cuanto a relaciones laborales se refiere. A través del diagnóstico o estado del clima laboral podemos proyectar el comportamiento de la empresa según se presente este, si las condiciones laborales son positivas podemos esperar eficiencia y beneficios compartidos tanto para la empresa como para los empleados, pero si la situación es negativa es claramente visible que existirán complicaciones de operación y desintegración laboral, y por ende poca o nula productividad en la empresa que pueda desenfocar inclusive en una quiebra.

Chiavenato (1999) [3] menciona que la rotación en niveles controlados es generada por las empresas para reemplazar al personal por otros mejores calificados; sin embargo, cuando la rotación escapa del control de la empresa es necesario averiguar los motivos para actuar sobre estos.

De lo anterior, se deriva el establecer qué dimensiones componen el clima organizacional en la unidad minera considerando aspecto como la satisfacción, remuneración y servicios e instalaciones, aunado a la identificación de factores que inciden en la rotación y ausentismo.

2. Descripción del método

El tipo diseño metodológico empleado es el descriptivo transversal, para la obtención de información se lo solicitó permiso al gerente de la unidad la aplicación de encuestas y formación de grupos piloto para la recolección de datos.

2.1 Variables e indicadores

Se establecieron una serie de variables que permitieron realizar el diagnosticar el clima laboral, entre las que se analizan se tiene la percepción en la satisfacción con el trabajo desde el punto de vista de la realización personal, en relación con las labores dentro de la empresa, horarios y turnos de trabajo, oportunidad de crecimiento y desenvolvimiento.

La segunda variable investigada se refiere al grado de percepción de su remuneración en el trabajo, que incluye evaluar la equidad en el pago por sus tareas realizadas, posibilidad de cambio de empresa para mejorar las prestaciones y oportunidades de crecimiento, motivación del trabajador en el desempeño de las actividades, compromiso de la empresa con el cuidado de sus trabajadores, reconocimiento de sus tareas realizadas.

En la tercera variable se encuentran los servicios e instalaciones de trabajo, analizando las condiciones físicas del campamento para cubrir las necesidades básicas de los empleados, generación de conflictos al compartir habitaciones, grado de relación laboral entre los compañeros, mejoramiento de instalaciones.

En relación al ausentismo y rotación de personal, se investigan factores como: nivel de satisfacción en el trabajo, pago, reconocimiento de las actividades desempeñadas, nivel de compromiso con la empresa, identificación con los valores de la empresa, ambiente de trabajo justo y saludable, prioridades en la vida, actitud antes de ir a trabajar, promedio de faltas en el trabajo y sus principales causas.

2.2 Diseño y adaptación de las herramientas de trabajo

En primera instancia para efectuar el diagnóstico del clima laboral, se diseñó un instrumento de recolección de datos, para ser aplicado a una muestra representativa de la población sujeto de estudio.

Se aplicó el muestreo aleatorio estratificado para el personal operario de la unidad minera, considerando la disponibilidad del factor humano. Para elaborarlo, se consideró el total de empleados 400 desde operarios hasta empleados de confianza, para realizar el cálculo de la muestra, se usan las siguientes fórmulas que permiten hacer una fijación proporcional:

$$E = \frac{d^2}{Z_{1-\alpha}} \quad (1)$$

$$n = \frac{N Z p(1-p)}{(N-1)e^2 + Z^2 (1-p)} \quad (2)$$

El cálculo del error de muestreo se realizó de acuerdo a la Ecuación 1. Posteriormente para la obtención de la muestra total, se empleó la Ecuación 2 obteniendo 66 encuestas que corresponden a un sector de 400 empleados que trabajan en la unidad minera

En relación a la obtención de información para la identificación de los factores que inciden en la rotación y ausentismo, se realizó a través de un grupo focal para personal sindicalizado y personal de confianza, con un grupo de 15 personas sindicalizadas, mientras que con los empleados de confianza se realizó de manera individual debido al número de empleados de cada sector.

2.3 Diseño del cuestionario

En el diseño del cuestionario que permitió el diagnóstico del clima laboral, se generaron 21 ítems, dividido en tres bloques de información como son: la satisfacción, remuneraciones, servicios e instalaciones.

El cuestionario empleo en gran medida escala tipo Likert; esto quiere decir que se manejó a través de enunciados o elaboración de ítems expresados de manera positiva o negativa sobre la actitud o temática que se deseaba medir

Los rangos establecidos obedecen cerradas, con respuestas y opciones delimitadas previamente, acotadas a los indicadores, las cuales completan de manera sustancial la información, utilizando las escalas de medición ordinal y nominal, permitiendo obtener el diagnóstico la percepción que se tiene del clima laboral. Hernández, R (2016) [4].

2.4 Recolección y tratamiento de la información

La recolección de información se desarrolló en dos etapas: en la primera se aplicó un cuestionario a la totalidad de los empleados y en la segunda etapa para lograr la identificación de los factores, se realizó con un grupo piloto de 15 personas sindicalizadas, mientras que con los empleados de confianza se realizó de manera individual debido al número de empleados de cada sector.

Al finalizar la recolección de información, se realiza el análisis de los resultados obtenidos, y se efectúa la comparación de los datos con otras investigaciones realizadas, para contrastar los resultados contra lo obtenido en fuentes primarias

3. Resultados

El clima laboral dentro de las unidades mineras tiende a ser algo complejo derivado de las condiciones de operación de este tipo de empresas; de acuerdo a los tres bloques de información que fueron identificados para conocer la percepción de los trabajadores sindicalizados en cuanto a este aspecto arroja los siguientes resultados.

Satisfacción

Las variables en el trabajo determinan la satisfacción laboral. Las evidencias indican que los principales factores son un trabajo intelectualmente estimulante, recompensas equitativas, condiciones favorables de trabajo y colegas cooperadores.

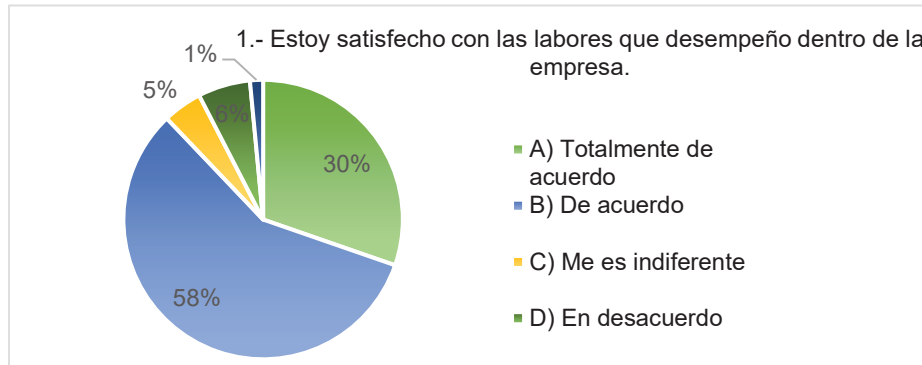


Figura 1. Nivel de satisfacción por labores

Según la revista Satisfacción laboral y productividad [5], los trabajadores tienden a preferir puestos que les brinden oportunidades de aplicar sus habilidades y capacidades y ofrezcan una variedad de tareas, libertad y retroalimentación sobre qué tan bien lo están haciendo, características que hacen que el trabajo posea estímulos intelectuales. Esto se puede interpretar como una garantía de un buen desempeño laboral.

De acuerdo a la figura 1 se observa que el 88% de los trabajadores se encuentran cómodos con sus labores, mientras que por el contrario un 12% presenta algún tipo de inconformidad. Pese a que la cantidad de trabajadores insatisfechos son un porcentaje menor a los si satisfechos, representa un número alto de personal que no disfruta sus labores.

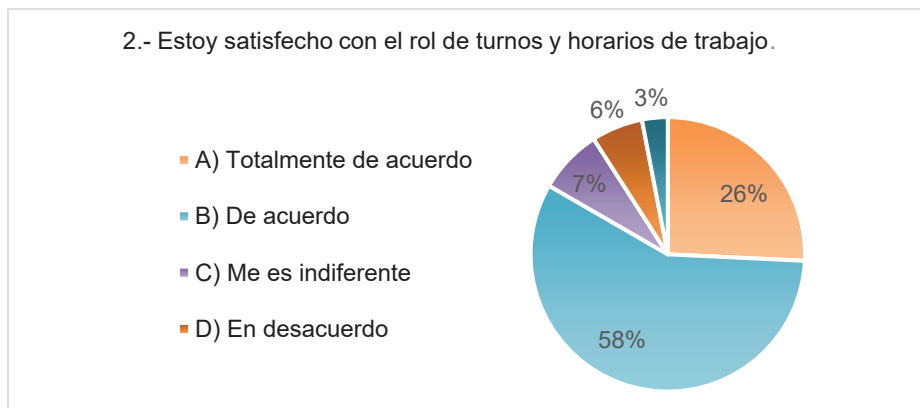


Figura 2. Nivel de satisfacción por horarios de trabajo

Según la figura 2 para un 84% de los trabajadores el rol de trabajo y horarios son aceptables, dependiendo del área en que se encuentren pueden laborar en 1, 2, o 3 turnos diferentes, con la

posibilidad de elegir sus descansos los cuales pueden ser acumulables o ya establecidos de acuerdo a la necesidades de la empresa.

El porcentaje de trabajadores inconformes son 16%, una explicación a la indiferencia de algunas personas es debido a que su turno no es variable, y solo laboran durante el turno de primera con dos días de descanso, sobre todo para la alta gerencia, además de esto, la empresa les ofrece comodidades extras como vehículos para trasladarse o la opción de una vivienda para su familia.

El descontento principal de algunos empleados, es debido al tiempo que tardan en trasladarse, considerando que la mayoría son foráneos y sus días de descanso prácticamente se consumen en sus trayectorias.

Otro factor de insatisfacción, es debido a que sobretodo en para el área de mina los turnos se prologan en exceso, ya que al iniciar su contrato se establece un horario de rol de tres turnos de 8 horas cada uno, sin embargo estos periodos se prolongan por más de 12 horas sin el beneficio del cobro de horas extras.

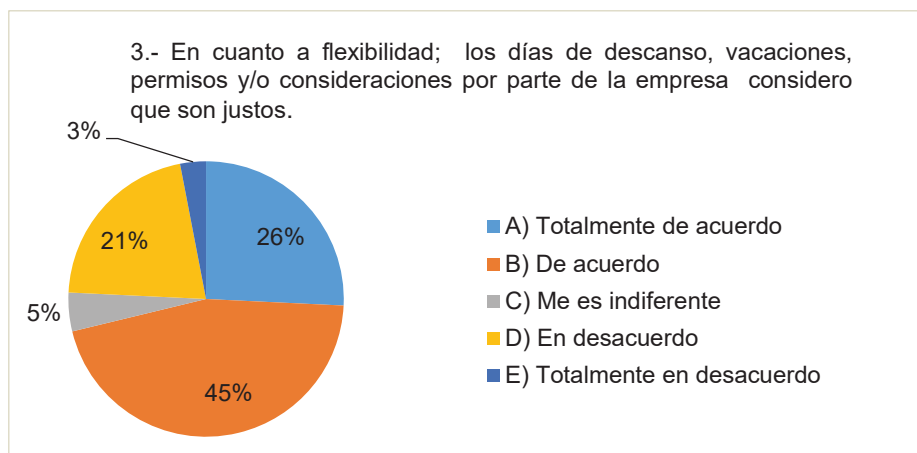


Figura 3. Flexibilidad laboral

En general, los empleados coinciden en que existe flexibilidad por parte de las autoridades o de sus jefes inmediatos en situaciones extraordinarias en que es necesario ausentarse por completo o solo algunas horas. Este factor también es considerado importante, ya que conforma parte de las elaciones jerárquicas interpersonales y la comodidad del trabajador.



Figura 4. Nivel de satisfacción por desarrollo laboral

En la figura 4 podemos observar que un 33% de los trabajadores no creen que se les dé la oportunidad de crecimiento y desarrollo profesional, contra un 64% que opina lo contrario.

Un dato curioso que dio como resultado de la recopilación de este dato, fue que el personal de confianza cree que el personal sindicalizado recibe mayores oportunidades de crecimiento y desarrollo profesional, ya que la empresa les brinda becas para realizar estudios profesionales, con completo ausentismo y goce de sueldo durante todo el periodo de su preparación educativa en cualquiera de las ramas que ellos desean. Mientras que los empleados no sindicalizados carecen de este beneficio y su más alta aspiración es tomar algún curso o diplomado en temas asignados por la empresa.

Remuneración

Un aspecto que define en buena medida la comodidad del trabajador en la empresa refiere a la cantidad de dinero obtenida por sus servicios, misma cantidad que corresponda al nivel de trabajo desempeñado, como señala Alles M. (2007) [6], la remuneración debe estar intrincadamente relacionada con el personal y su rendimiento y con la visión y los valores empresariales que respaldan su rendimiento.

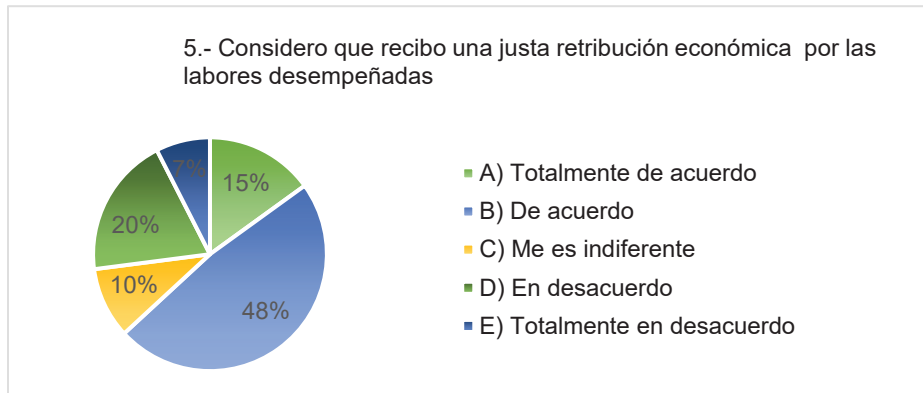


Figura 5. Nivel de conformidad con la retribución

Es importante que el salario de cada empleado sea acorde con sus responsabilidades dado que un salario mal concebido puede llegar a desmotivar Rodríguez, J. (2001) [7], la figura 5 resalta que el 63% de la población total considera que recibe un salario justo, mientras que un 37% opina lo contrario, esta cifra es elevada ya que la percepción de un salario insuficiente desmotiva a los empleados que los sufren y puede provocar problemas en la organización.

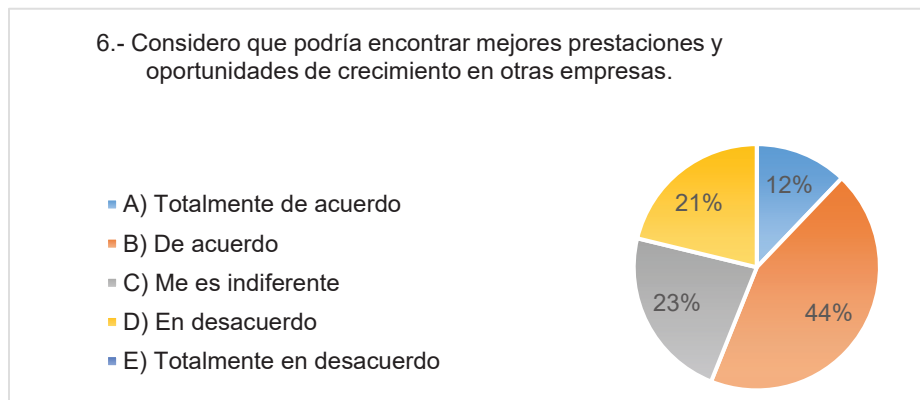


Figura 6. Nivel de conformidad por prestaciones

En la figura 6 se puede observar un dato alarmante, considerando que más de la mitad de los empleados de confianza de la compañía creen que su trabajo y desempeño puede ser de más importancia o de mayor valor para otras empresas, lo que puede generar una situación de inconformidad y búsqueda de mejores oportunidades de desempeño laboral, dando como resultado un índice elevado de rotación.

Servicios e instalaciones

El desempeño adecuado de un trabajo está en relación con las condiciones que se proporcionen para ello, por tanto las instalaciones y servicios de la empresa juegan un papel fundamental en el clima organizacional. Dentro de este tipo de empresas por su ubicación geográfica se encuentran lejos de centros poblacionales comúnmente por ello la empresa también debe ofrecer servicios de hospedaje y alimentación, influyendo fuertemente en el trabajador y su percepción del clima laboral.

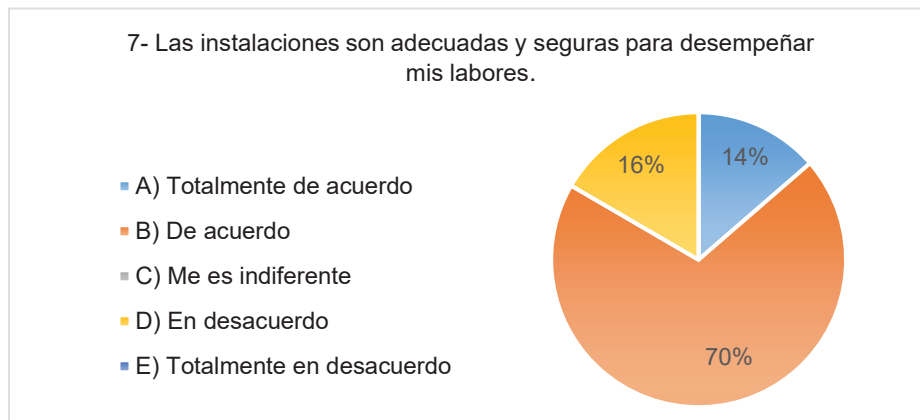


Figura 7. Nivel de comodidad con las instalaciones

De acuerdo a la figura 7, los empleados prefieren los entornos seguros, cómodos, limpios y con el mínimo de distracciones. Un 16% de la población cree que no cuenta con un ambiente adecuado de trabajo, mientras que el resto cree que se cuenta con las condiciones necesarias, se puede percibir la índole del trabajo y del contexto o situación en que el empleado realiza sus tareas influye profundamente en la satisfacción personal.

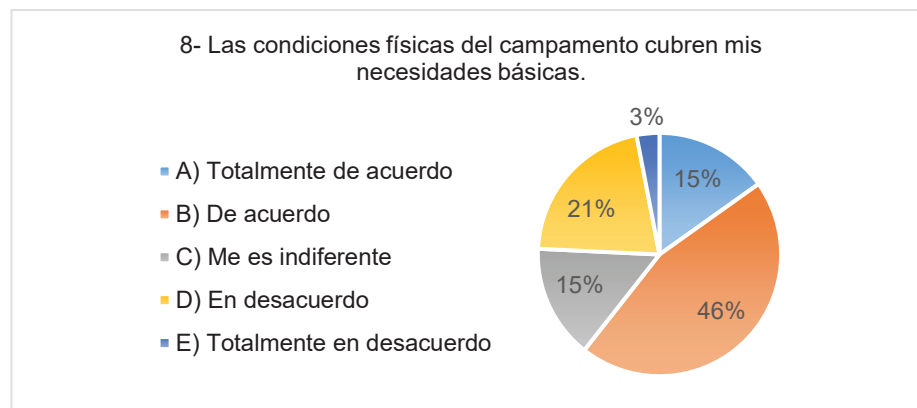


Figura 8. Nivel de conformidad con las instalaciones del campamento

Las condiciones físicas del entorno son de suma importancia para lograr un bienestar laboral al ser parte esencial de la empresa, aunque de acuerdo a la figura 8 el 61% está satisfecho con las condiciones de vida dentro del campamento, el 23% opina lo contrario y a un 15% le es indiferente.

Este fenómeno puede explicarse analizando que en su mayoría, algunos de los empleados solo pasan de dos a tres días dentro de las instalaciones del campamento; para las personas que lo habitan de manera consecutiva durante 15 o más días, pueden percibir claramente algunas de las carencias, y mientras que para a quienes les es indiferente, es debido a que, solo pasan a dormir para después retirarse a su domicilio.

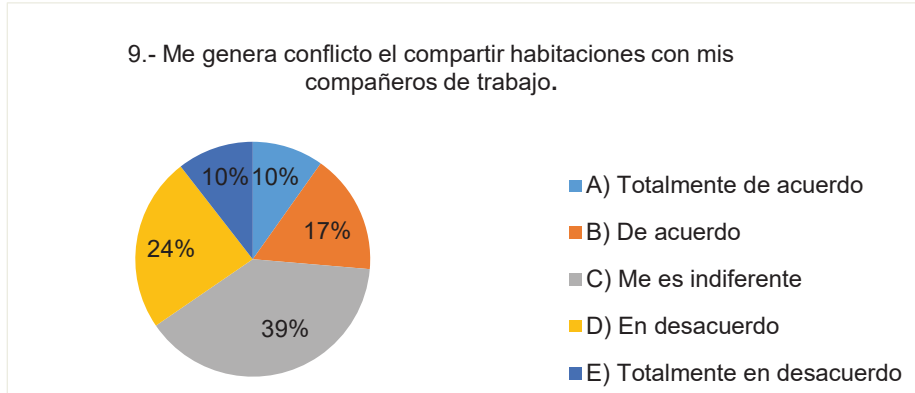


Figura 9. Compartir habitaciones con compañeros

El compartir habitaciones es un lineamiento que se presenta para los empleados de con un rango menos a jefaturas. En su mayoría este fenómeno es de indiferencia para los empleados ya que el 50% de ellos no comparte habitaciones y el otro 50% mantiene una relación sana con sus compañeros al pasar solo de uno a dos días dentro del campamento, como se observa en la figura 9 para el 39% le es indiferente, esto puede ser debido a que existen empleados que no comparten habitación, o no pernoctan en el campamento o pasan poco tiempo dentro de él, mientras que para el 24% le causa algún tipo de conflicto el compartir habitación, sin embargo, mantiene una relación cordial de compañerismo.

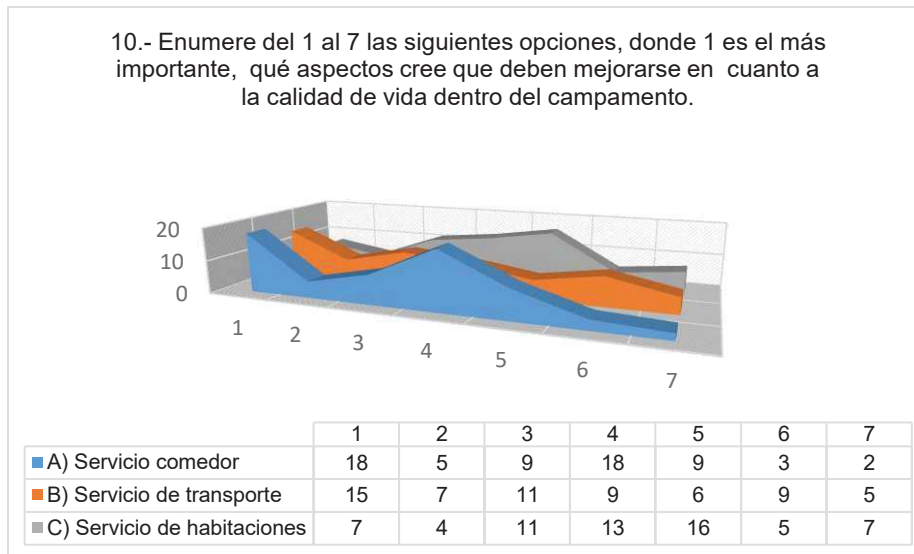


Figura 10. Nivel de importancia de servicios

De acuerdo a los datos de la figura 10, en su mayoría, el personal opina que en su mayor importancia debe mejorarse en cuanto a servicios generales, el servicio de comedor, esto aplica a los horarios y a la flexibilidad de los mismos.

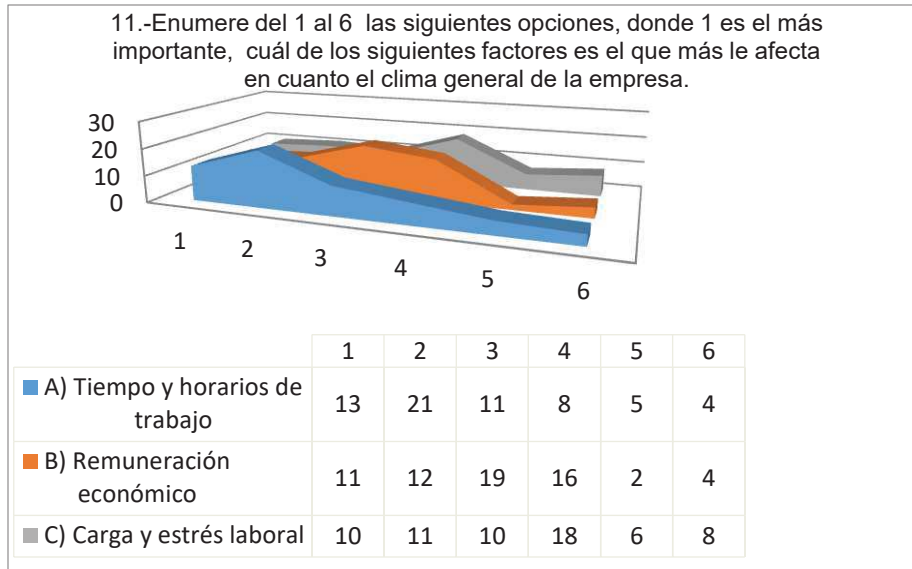


Figura 11. Factores que afectan el clima laboral de la empresa

En esta figura se puede apreciar, que en su mayoría los empleados coinciden en que los horarios de trabajo son el aspecto importante que les afecta, como dato interesante, surgen entre ellos la idea de cambiar los turno de ocho horas por las doce horas corridas, ya que testifican que horario no es respetado y de igual manera terminan trabajando incluso más de las doce horas, también incide en el clima laboral la remuneración económica por encima de la carga de trabajo y estrés laboral.

Factores de ausentismo y rotación

Aunado al clima laboral otro aspecto importante es el ausentismo y rotación que pueden ser consecuencia de un mal clima laboral y las condiciones asociadas a este.

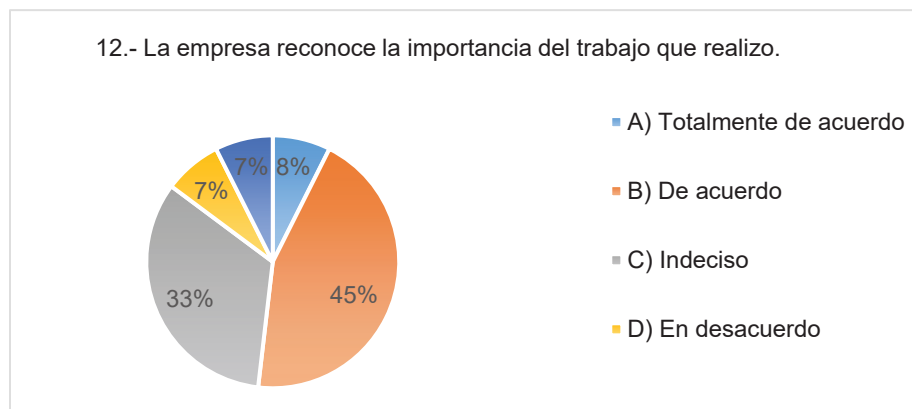


Figura 12. Reconocimiento del trabajo

En este caso en particular, lo resultados no difieren mucho, un 47% cree que no se le da la importancia correspondiente al trabajo que realiza o no está muy seguro que sea así. Esto se deriva del hecho de que los trabajadores no consideran que su esfuerzo individual tenga impacto en los resultados generales de la empresa. El restante 53% cree que si es vital importancia su contribución y que es reconocida por sus jefes.

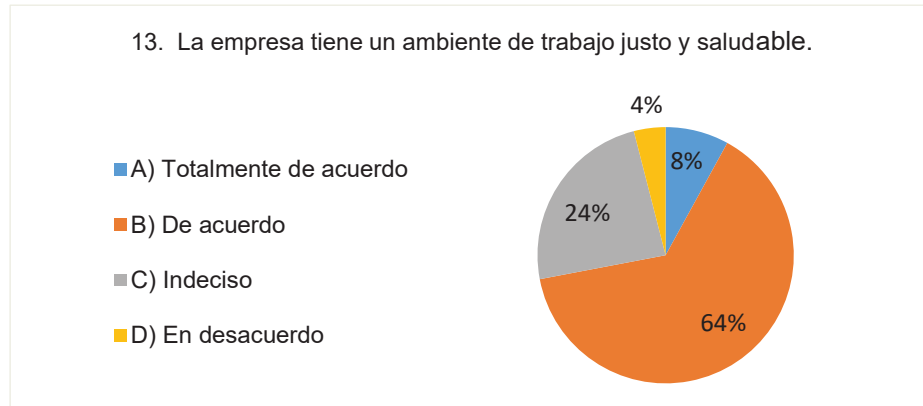


Figura 13 Percepción ambiente de trabajo

En la figura 13 se observa que un 64% de la población cree que dentro de la empresa existe un buen ambiente de trabajo, mientras que el resto se encuentra indeciso o cree lo contrario, esto repercute en la forma de desempeñar sus actividades.

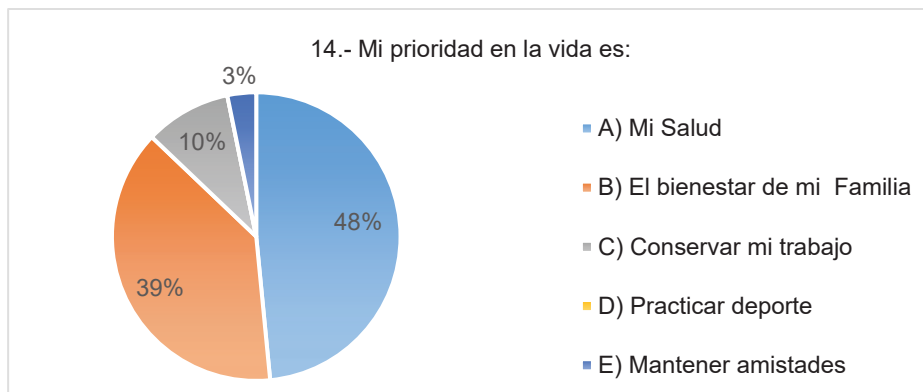


Figura 14. Prioridades del trabajador

En la figura 14 se observa, las prioridades de los trabajadores, esto ayuda a conocer el grado de compromiso que los trabajadores tienen con la empresa, y los empleados resaltan su salud como principal atributo, por lo que cualquier actividad contraria a mantener su salud será motivo de ausentismo o retiro del trabajo, seguido del bienestar familiar, donde si se presenta un problema en la familia pudiera ser factor igualmente de ausentismo o en un caso grave de término de la relación laboral por atender a sus familiares.

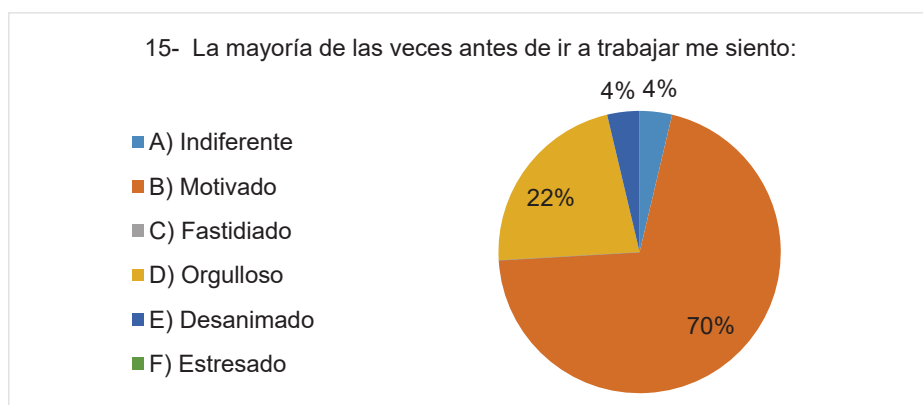


Figura 15 Motivación antes de inicia a trabajar

En la figura 15 se observa que el 70% de la población, se siente motivado antes de comenzar sus actividades laborales, un 22% se encuentra orgulloso, siendo un bajo porcentaje de los encuestados quienes no cuentan con la motivación suficiente para desempeñar su trabajo.

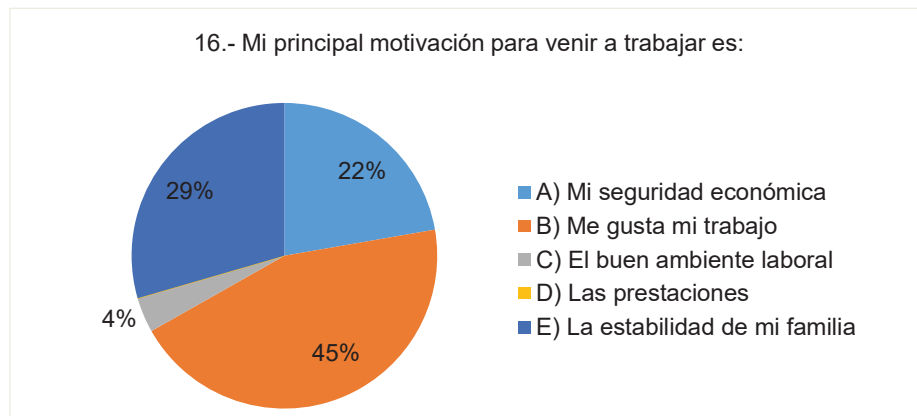


Figura 16 Motivación laboral

En la figura 16, se puede analizar que la principal motivación de los trabajadores para laboral es el agrado de sus actividades realizadas, siendo un punto fundamental en el desenvolvimiento en su trabajo, en un segundo término la estabilidad en su familia al estar esforzarse por sacar adelante los compromisos, seguido de la seguridad económica que les representa el contar con un espacio de trabajo y finalmente el buen clima laboral que se encuentre al arribar a las instalaciones de trabajo.

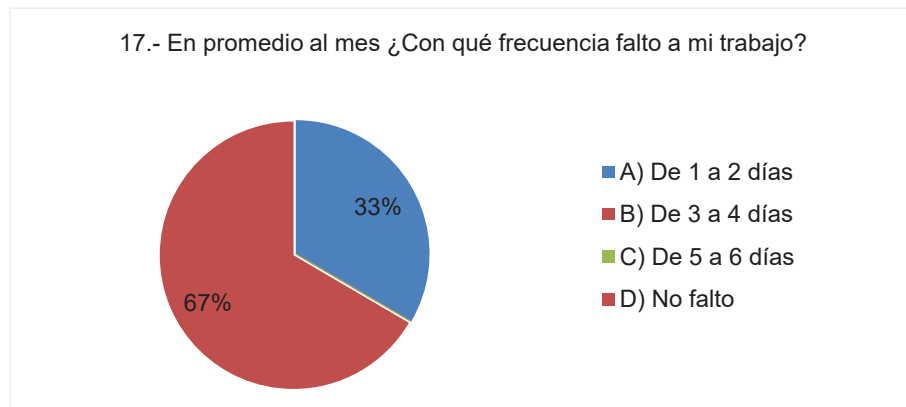


Figura 17 Promedio de ausencias

En la figura 17 se observa que la mayoría el 67% es cumplido en su trabajo al no reportan faltas al mes, caso contrario la tercera parte de los trabajadores, por lo que perjudica el desarrollo de las actividades productivas en la unidad minera al ausentarse de uno a dos días por mes, lo que se traduce en pérdidas significativas para a empresa al no cumplir con la programación de las actividades, cabe mencionar que como dato adicional se les preguntó a los trabajadores sobre las sanciones que les eran impuestas al no presentarse a laboral, señalando que no existía como tal una sanción al respecto, por lo que no sienten comprometidos a mantener un buen historial de asistencia en su trabajo.

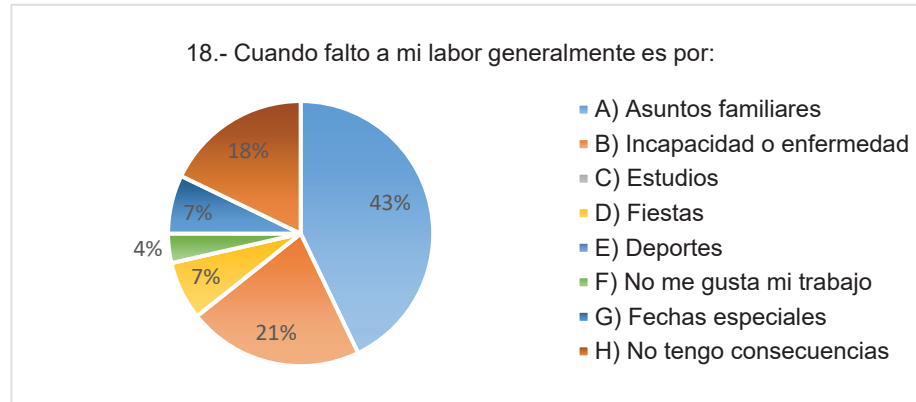


Figura 18 Causas de ausentismo

Según la figura 18, en su mayoría los trabajadores reportan faltas por motivos de importancia. La causa principal de ausentismo son los asuntos familiares con un 43%, factor que responde claramente a la pregunta anterior sobre la prioridad en la vida que vinculaba directamente el bienestar familiar; le sigue en este gráfico las incapacidades o enfermedades con un 21. Un dato importante es que el 18% falta porque no existe ningún tipo de sanción por parte de la empresa.

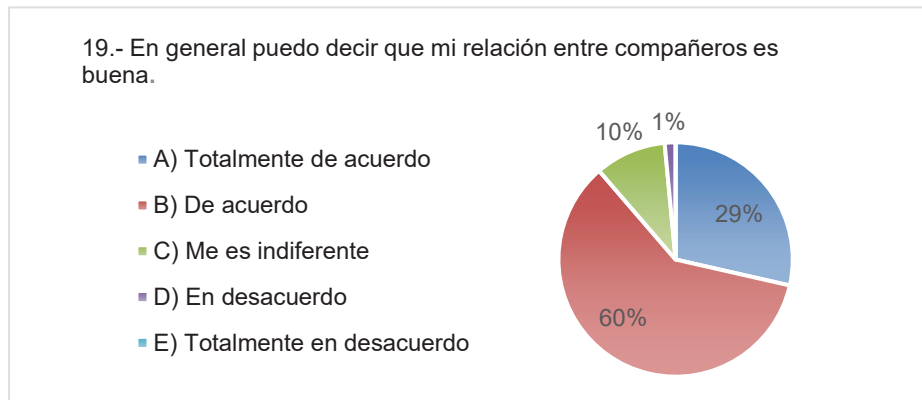


Figura 19. Nivel de satisfacción en cuanto a relación con compañeros

En la figura 19 se puede observar que la mayoría de los trabajadores consideran en general que tienen una buena relación con sus compañeros, esto se puede reflejar gracias a que el 89% de los empleados coinciden en que están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que existe una adecuada relación con los otros trabajadores, mientras que un 10% opina que le es indiferente, debido al poco tiempo que tiene para interactuar y solo el 1% cree lo contrario generándose este último resultado derivado de conflictos o diferencias de opiniones con los compañeros o superiores.

Resumen de resultados

De acuerdo a la información anterior se puede decir que existe un alto índice de satisfacción en general que se representa por el 88% de trabajadores satisfechos con su labor en la empresa, pero disminuye en otros aspectos que se vinculan a las condiciones de operación como los horarios donde se reduce a un 84% de aceptación. Un aspecto importante que incide en la satisfacción y en la permanencia en los puestos de trabajo obedece a que el 64% de los trabajadores no ven una oportunidad de ascenso o desarrollo en la empresa, limitando sus aspiraciones personales y considerando la posibilidad de buscar otras empresas que ofrezcan mejores condiciones en este aspecto, en tanto que el 56% si considera que otras empresas ofrecen mejores oportunidades.

En cuanto a las instalaciones y servicios existe un buen nivel de conformidad que es del 84% por lo que no representa un factor de ausentismo o rescisión; sin embargo el campamento si presenta una disminución del nivel pues solo el 61% considera adecuadas las condiciones, y que debe haber mayor atención en los servicios de comedor, además mencionan que las áreas deportivas deben ser mejoradas o bien estar acordes a sus necesidades, debido a que éstas aunque se encuentran en buenas condiciones, no cuentan con los recursos necesarios para su uso o se cuenta con los elementos pero no con el espacio.

Los principales factores que contribuyen de alguna manera al ausentismo son los asuntos familiares y las enfermedades que representan el 63% de las ausencias, y esto obedece a las prioridades de los trabajadores que corresponden a lo mismo, pero un factor importante en este sentido es que en la empresa no existen sanciones por faltar al trabajo por lo que hasta 3 de cada 17 trabajadores se ausentan por esta razón de 1 a 2 veces por mes.

Cabe mencionar que de forma general los trabajadores consideran que existe una buena relación con sus compañeros, y atribuyen en general sus descontentos a otros factores propios de la empresa y al control de la misma, por lo tanto, solo en casos muy particulares existe descontento con la relación con compañeros que tiene como consecuencia de conflictos personales o laborales y la diferencia de opiniones, pero se refleja que 15 de cada 17 trabajadores consideran que se sienten cómodos trabajando con sus compañeros.

4. Conclusiones

Clima organizacional

Los resultados de la encuesta realizada acerca del clima organizacional, se determina que la mayoría de los empleados se encuentran satisfechos con el trabajo que realizan.

Se identifica además cierto inconformismo por parte de los empleados en ciertos sectores, en primer lugar se encuentra el fenómeno en donde el empleado no siente un avance o crecimiento profesional, al percibir que se encuentra estancado en su puesto de trabajo sin oportunidades de desarrollo profesional, aunque se puede dar por hecho que el salario es un factor importante o clave para determinar esta inconformidad, se convierte en un tema secundario, ya que son pocas las personas que toman este factor como incentivo o motivación, como segundo punto de inconformidad se encuentra los horarios y turnos de trabajo, ya que en su totalidad un 80% de la población es foránea y estos horarios de trabajo no les permiten viajar a su lugar de origen, en ocasiones para poder disfrutar de sus familias se someten a jornadas extenuantes para poder juntar sus descansos y disfrutar de un poco más de tiempo

En cuanto a servicios y ambiente, se analiza una forma de vida aceptable, sin embargo existen carencias que no son percibidas por los altos mandos, debido a que no permanecen mucho tiempo dentro del campamento y son los empleados de menor grado jerárquico quienes sufren estas carencias, entre las que se encuentran el horario del servicio de comedor, para quienes comen en su lugar de trabajo, el alimento llega en condiciones inapetentes, mientras que en el caso de las instalaciones deportivas no se encuentran en las condiciones óptimas para practicar alguna actividad deportiva.

Sin mencionar el servicio de comunicación, es prácticamente inexistente, aunque no es un factor de primera necesidad, es requerido por los trabajadores para poder entablar comunicación con su familia, repercutiendo en la comodidad y la satisfacción en general.

El contar con un clima laboral adecuado entre los trabajadores del sector minero, contribuye de manera importante en el incremento de la productividad, al sentido de compañerismo, lealtad, compromiso y empatía con los valores de la propia empresa

Ausentismo en personal sindicalizado

Entre los indicadores a trabajar es el ausentismo del sector sindicalizado, debido a que dadas sus condiciones tiene hasta 5 días de justificación de ausentismo por mes. Este factor influye de manera negativa a la empresa, siendo la producción la que directamente es afectada y son pérdidas millonarias las que se sufren por tan solo una falta en un día de un trabajador, esto sin contar que la plantilla de operadores no está completa.

Se tienen entre los principales motivos del ausentismo los problemas familiares, causados en gran medida por la distancia que tienen de sus familias, lo que origina que los trabajadores prefieran faltar al trabajo para dar solución a sus problemas, seguido de las enfermedades o incapacidades y como se describió anteriormente, la no aplicación de recibir alguna tipo de sanción por ausentarse a sus labores.

Para el indicador de ausentismo, es fácil concluir que sin importar los esfuerzos que realice la empresa por incentivar a los trabajadores, para acudir a sus labores diarias y pese a la motivación propia de los empleados, el sindicato juega un papel importante en este fenómeno, puesto que su contrato colectivo de trabajo cuenta con muchas consideraciones arraigadas para el personal, y ante esto la empresa no puede hacer mucho.

Referencias

- [1] Likert, R. El factor humano de la empresa. Bilbao, España. Dusto. 1968
- [2] <http://outletminero.org/san-luis-potosi-en-top-ten-de-inversion-minera-en-mexico/>
- [3] Chiavenato I. Administración de recursos humanos. México: McGraw Hill 1999
- [4] Hernández, R Metodología de la investigación, McGraw Hill, México, 6ta edición, 2016
- [5] Pisco, M. C. (5 de septiembre de 1999). Blogs madeon. Obtenido de Revista de psicología: <http://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/03/12/satisfaccionlaboral-y-productividad/>.
- [6] Alles, M. Dirección estratégica de los recursos humanos. Buenos Aires, Garnica, 3ra edición, 2007
- [7] Rodríguez, J. Administración Moderna del personal. México, DF, Cengage Learning 2001

Determinar el Clima Organizacional y su Relación con el Desempeño Laboral en el ITSZO

Domínguez Lerma Gloria, Pinedo Reza Lucila Ernestina, Castrejón Álvarez Ma Nely,
Cuevas Zapata Jessica Ivón y Ceceñas Jáquez Marco Iván

Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente.

Resumen

Mediante la aplicación de métodos seleccionados para medir el clima organizacional del Instituto tecnológico Superior Zacatecas Occidente, se logra determinar la situación que prevalece como clima organizacional y el desempeño de quienes forman parte de su planta de trabajadores. Mediante el análisis de diferentes variables como son las relaciones interpersonales, liderazgo, motivación y control.

Palabras clave: clima, relación y desempeño.

1. Introducción

Actualmente la satisfacción laboral del personal es punto clave para todas las organizaciones tanto públicas como privadas, ya que el personal es de gran importancia para alcanzar las metas de dichas organizaciones así lo han señalado algunos autores como Maslow, Herberg y Vroom (Koontz, 1991). Con la aplicación de metodología se obtienen resultados fiables para desarrollar una propuesta de mejora. En los resultados de la investigación metodología indicamos solamente los resultados del método.

“Las investigaciones sobre el tema se soportarán principalmente, en la obtención de información primaria, directamente de los individuos que conforman la organización, mediante la aplicación de un cuestionario” (Méndez C. 2006) “los investigadores de clima organizacional suelen utilizar los cuestionarios para desarrollar estudios comparativos y longitudinales” (Bernal, 2006).

El presente trabajo llega al final del análisis a la conclusión de que el clima laboral no afecta de manera negativa el desempeño y aunque el clima no es lo óptimo, por falta de motivación y seguimiento de los directivos de la institución; no se encuentra en un nivel por bajo, sino en uno de nivel alto, al igual que el desempeño laboral que se ubica en un nivel alto.

2. Búsqueda y selección del método para evaluar el Clima Organizacional.

Una evaluación del clima organizacional debe incluir una conjugación de variables relacionadas con la percepción de los miembros de la organización respecto a la estructura y los procesos organizacionales. “Las investigaciones sobre el tema se soportan, principalmente, en la obtención de información primaria, directamente de los individuos que conforman la organización, mediante la aplicación de un cuestionario” (Méndez C., 2006), “los investigadores de clima organizacional suelen utilizar los cuestionarios para desarrollar estudios comparativos y longitudinales” (Bernal, 2006). Con el propósito de elegir un método de evaluación adecuado se investigaron y analizaron diferentes metodologías.

2.1 Elección del método para la Evaluación del Clima Organizacional.

Después de analizar cada una de las metodologías, se llevó a cabo la elección del método que se consideró el adecuado para la evaluación del clima organizacional en la Institución. A continuación en la siguiente tabla se presentan los métodos y la razón por la cual fueron rechazados o elegido. Tabla 1.

MÉTODO	ESTADO	RAZÓN
Evaluación de las relaciones entre percepciones sobre el ambiente de trabajo, índices de bienestar psicológico y de salud.	Rechazado	Contiene la evaluación de índices que en esta ocasión no son de interés para la Institución.
Instrumento de medición del clima organizacional para implementar en el sector Industrial.	Rechazado	Está orientado para aplicarlo en el sector de la industria por ello no satisfacía los objetivos de la evaluación en el ITSZO.
Instrumento de evaluación de clima laboral para ser implementado en organizaciones de servicios o del sector productivo a nivel latinoamericano.	Rechazado	En esta metodología se toman varios puntos que para la presente evaluación no representan interés.
IMCOC (Instrumento para Medir Clima en las Organizaciones Colombianas)	Elegido	El método se basa en la adopción de una serie de dimensiones que permiten identificar y caracterizar el clima organizacional a nivel empresarial; estas corresponden a liderazgo, motivación, control y relaciones interpersonales, cada dimensión contiene ítems que ayudan a una evaluación más afondo. Dichas dimensiones son las más apropiadas para realizar la <u>evaluación en el ITSZO.</u>

Tabla 1.

3. Búsqueda del método para Evaluar el Desempeño Laboral

Después de haber analizado los resultados del clima organizacional existente en el ITSZO, corresponde abordar la situación en torno al desempeño laboral del personal en la Institución. La evaluación del desempeño laboral debe tener las dimensiones adecuadas para determinar el valor del trabajo desplegado por el personal en la Institución, a la vez sirvió para medir el nivel competitivo de la

Institución ya que la suma de todos los puestos con buen desempeño refleja eficiencia y logro de los objetivos del ITSZO. Con el objetivo de elegir el método de evaluación adecuado se investigaron y analizaron diferentes metodologías, las cuales se presentan en la tabla 2.

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS
Escalas gráficas	El método de escalas gráficas es el más utilizado y divulgado, este método evalúa el desempeño de las personas mediante factores de evaluación previamente definidos y graduados como bueno, malo, excelente. Para su aplicación se utiliza una gráfica en la cual está compuesta por líneas horizontales y verticales, las horizontales representan los factores de evaluación de desempeño, y las verticales representan los grados de variación o evaluación del factor a evaluar (Robbins S. , 2004)
Elección forzada	Consiste en evaluar el desempeño de los individuos mediante frase descriptivas de alternativas de tipos de desempeño individual. En cada bloque hay dos, cuatro frases en donde el evaluador debe elegir por fuerza una sola, la que más se aplique al desempeño del empleado evaluado "elección forzada". A cada elección se le asigna un puntaje previamente. (Chiavenato, 2009).
Investigación de campo	Se desarrolla en base de un cuestionario de evaluación con diferentes puntos a evaluar, el cual se entrega al superior inmediato. Es un método de evaluación amplio que permite además de un diagnóstico del desempeño del empleado, la posibilidad de planear junto con el superior inmediato su desarrollo en el cargo y en la organización (Newstrom, 2000).
Incidentes críticos	Este método es más práctico y se basa en hechos con respecto al desempeño de los subordinados (aspectos muy positivos o aspectos muy negativos) son inventariados para evaluar. Se trata de una técnica en que el jefe o gerente de área inmediato observa y registra los hechos positivos y los negativos con respecto al desempeño de sus subordinados (Arias, 1998).

Tabla 2.

4. Definir la relación del clima organizacional con el desempeño laboral

para relacionar el clima organizacional con el desempeño laboral del personal del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Occidente se hizo uso de la estadística, en particular se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas) en Excel. El nivel significancia se definió por debajo de 0,05, tal como se lleva a cabo usualmente en este tipo de procedimientos estadísticos.

Para el coeficiente de correlación de Pearson el valor del índice de correlación varía en el intervalo $[-1, 1]$, indicando el signo el sentido de la relación:

Cuando se utilicen subsecciones, la separación entre el título de la subsección y los párrafos superiores e inferiores será de un renglón. La numeración de las subsecciones se efectuará con números arábigos. El título de cada subsección se escribirá con letras mayúsculas y minúsculas, de acuerdo al caso usando el tipo Arial normal de 10 puntos.

- Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
- Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.
- Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

5. Resultados

DIMENSIÓN " <u>CONTROL</u> " CLIMA ORGANIZACIONAL DOCENTES		
<i>ítem</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
¿Cómo se siente por la forma como su jefe controla actualmente el trabajo que realiza?	5.3	Buena
¿Con qué frecuencia es revisado su trabajo en esta Institución?	5.2	Buena
¿Su jefe controla su trabajo en lo que le corresponde?	5.7	Buena
¿Cómo le parece la forma como su jefe lo controla?	5.6	Buena
¿Los directivos de la Institución conocen los problemas que se presentan en su sección?	5.0	Buena

¿Participa usted de las decisiones de esta Institución, en especial aquellas que afectan su trabajo?	4.9	Regular
Califique la cantidad de información que recibió sobre los objetivos y políticas de la Institución, al ingresar en ella.	5.1	Buena
¿Al ingresar a la Institución califique la cantidad de información que recibió sobre las obligaciones y labores que tiene que	5.0	Buena
¿Qué información recibe sobre los acontecimientos o innovaciones que se presentan en la Institución?	4.3	Regular
¿Con qué frecuencia conoce usted los resultados de la revisión de su trabajo?	5.0	Buena
Dimensión Control	5.1	Buena

Tabla 3. Resultado Control Personal Docente

La dimensión control, obtuvo una valoración **buena** y un promedio de **5.1** (en una escala de 1 a 7), esto de acuerdo a la evaluación de los docentes, el ítem con la valoración más alta fue **¿su jefe controla su trabajo en lo que le corresponde?**, con un promedio de **5.7** y una valoración **buena**, el ítem más bajo fue **¿qué información recibe sobre los acontecimientos o innovaciones que se presentan en la institución?**, con una valoración **regular** y un promedio de **4.3**.

5.1 Resultado dimensiones del clima organizacional



Gráfico 1 Resultado Dimensiones del Clima Organizacional

Las dimensiones presentadas de modo detallado en páginas anteriores se consolidaron en la tabla superior, en las que se efectuó el cálculo puntual de la situación del clima organizacional. Como se puede observar la dimensión que tiene un mayor resultado fue el **liderazgo**, alcanzando un promedio de **5.4** y una valoración **buena**, lo que indica que los jefes de cada área tienen la capacidad de dirigir y guiar al personal que se encuentra a su cargo. La dimensión que le sigue es la **motivación** con una valoración **buena** y un promedio de **5.3**, esta dimensión demuestra que la Institución tiene un estímulo positivo en su personal todo esto en relación a todas las actividades que realizan, aun así, este nivel se podría mejorar si se trabaja la motivación. Continuamos con la dimensión de **control** la cual obtuvo una valoración **buena** con un promedio de **5.1**, indicando que se tiene un buen nivel de planeación y control en la Institución. Por último, la dimensión que tiene la menor puntuación es las **relaciones interpersonales** con un promedio **4.4** y una valoración **regular**, en este caso se debe tomar especial atención y trabajar para mejorar la mencionada dimensión debido a que las relaciones interpersonales son base y de gran importancia si se habla de clima organizacional. RESULTADO GENERAL DEL CLIMA ORGANIZACIONAL



Gráfico 2 Resultado General del Clima Organizacional

En el Gráfico 1, se observa la información general resultante de la aplicación de los cuestionarios, los cuales arrojaron que el clima organizacional predominante en la Institución es **bueno**, dado que las respuestas alcanzaron un promedio de **5.0** (en una escala de 1 a 7), este resultado se determina cómo un buen nivel, demostrando la satisfacción que el personal tiene hacia el clima organizacional que se vive dentro del **ITSZO**, pero aun así se encuentran ciertos puntos en los cuales se puede trabajar y por lo tanto favorecer el ambiente que se vive dentro de la Institución en relación a las dimensiones medidas.

5.2 Resultado General del Clima organizacional de los administrativos

En cuanto a la clasificación de personal administrativo y docente los resultados son los siguientes:

<i>Dimensión</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
Relaciones Interpersonales	4.4	Regular
Liderazgo	5.4	Buena
Motivación	5.3	Buena
Control	5.1	Buena
Resultado General	5.1	Buena

Tabla 4. Resultado General Clima Organizacional Personal Administrativo

El resultado del clima organizacional entre el personal administrativo tiene una valoración **buena** y un promedio de **5.1**, siendo la dimensión **liderazgo** la que obtuvo el mayor resultado con un promedio de **5.4** y una valoración **buena**, por el lado contrario la dimensión con la menor puntuación fue las relaciones interpersonales con un promedio de **4.4** y una valoración **regular**.

5.3 Resultado General del clima organizacional docentes

RESULTADO GENERAL DEL CLIMA ORGANIZACIONAL DOCENTES		
<i>Dimensión</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
Relaciones Interpersonales	4.3	Regular
Liderazgo	5.4	Buena
Motivación	5.2	Buena
Control	5.1	Buena
Resultado General	5.0	Buena

Tabla 5. Resultado General Clima Organizacional Personal Docente

El clima organizacional en los docentes resulto con una valoración **buena** y un promedio de **5.0**, la dimensión con la mayor puntuación fue el **liderazgo** con un promedio de **5.4** con una valoración **buena** y la dimensión con a menor puntuación es nuevamente la de relaciones interpersonales con una valoración **regular** y un promedio de **4.3**.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de Desempeño Laboral. Para el estudio del Desempeño Laboral se tuvieron en cuenta cuatro dimensiones, correspondientes a aptitudes y habilidades, motivación, organización y desarrollo cada una de las dimensiones consideradas en el proceso se analizó en tablas de forma individual.

5.4 Resultado de aptitudes y habilidades

DIMENSIÓN <u>APTITUDES Y HABILIDADES</u> DESEMPEÑO LABORAL		
<i>ítem</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
Cuenta con habilidad para las relaciones con otros.	5.5	Buena
Su comunicación es clara y objetiva, en ambos sentidos con todos.	5.6	Buena
Cuenta con habilidad para trabajo en equipo.	5.7	Buena
Encuentra soluciones efectivas y de forma oportuna a todas y diversas situaciones que se le presentan.	5.9	Buena
Se adapta a trabajar con nuevos procesos y tareas.	5.8	Buena
Dimensión Aptitudes y Habilidades	5.7	Buena

Tabla 6. Resultado Aptitudes y Habilidades

Esta dimensión hace referencia a las aptitudes en el sentido de predisposición innata y natural para determinadas actividades o tareas, asociadas al potencial de cada persona para aprender determinadas habilidades o comportamientos. Así, como las habilidades, que permiten consolidar las denominadas competencias básicas, que se refieren al resultado del aprendizaje colectivo de la Institución. Esencialmente, las competencias básicas son la comunicación, la participación y el compromiso del personal para trabajar en busca de los objetivos de la Institución.

La dimensión de Aptitudes y Habilidades resultó con una valoración **buena**, alcanzando un promedio de **5.7** (en una escala de 1 a 7). Este hallazgo evidentemente representa algo positivo para la Institución.

Dentro de esta dimensión el ítem con el mayor resultado fue **encuentra soluciones efectivas y de forma oportuna a todas las diversas situaciones que se le presentan**, con una valoración **buena** y un promedio de **5.9**, el ítem con el resultado más bajo fue **cuenta con habilidad para las relaciones con otros** teniendo un promedio de **5.5** y una valoración **buena**.

5.5 Resultado de motivación

DIMENSIÓN <u>MOTIVACIÓN</u> DESEMPEÑO LABORAL		
<i>ítem</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
Enforma de ser y de comunicarse se mantienen permanentemente muy motivado (a).	5.4	Buena
Se esfuerza por innovar y aportar ideas.	5.4	Buena
Mantiene altos niveles de estándares de desempeño.	5.5	Buena
Demuestra interés por el logro de metas individuales y organizacionales con compromiso.	5.6	Buena
Busca reforzar sus habilidades y trabajar en sus áreas de oportunidad.	5.6	Buena
Dimensión Motivación	5.5	Buena

Tabla 7. Resultado Motivación

En este caso la motivación nos arrojó información sobre la forma en la cual el personal reacciona ante aquellos estímulos que guían a las personas a realizar determinadas acciones, en función del cumplimiento de los objetivos de la Institución. La dimensión de motivación se encuentra con una valoración **buena** y un promedio de **5.5** (en una escala de 1 a 7), de los ítems considerados para la evaluación de la motivación 2 obtuvieron una valoración **buena** y un promedio de **5.6**, los mencionados ítems son **demuestra interés por el logro de metas individuales y organizacionales con compromiso** y **busca reforzar habilidades y trabajar en sus áreas de oportunidad**. El ítem **mantiene altos niveles de estándares de desempeño** obtuvo una valoración **buena** con un promedio de **5.5** y por último los ítems **en forma de ser y de comunicarse se mantiene permanentemente muy motivado (a)** y **se esfuerza por innovar y aportar ideas** con un promedio de **5.4** y una valoración **buena**.

5.6 Resultado organización

DIMENSIÓN <u>ORGANIZACIÓN</u> DESEMPEÑO LABORAL		
<i>ítem</i>	<i>Valoración Cuantitativa (promedio)</i>	<i>Valoración Cualitativa</i>
Es capaz de establecer prioridades en sus tareas laborales.	5.4	Buena
Completa en tiempo y forma las tareas asignadas.	5.2	Buena
Utiliza eficientemente los recursos asignados para llevar acabo sus actividades.	5.5	Buena
Dimensión Organización	5.4	Buena

Tabla 8. Resultado Organización

La organización en la evaluación del desempeño laboral engloba el conjunto de aspectos que determinan en un sentido amplio el trabajo a realizar, la forma de realizarlo y algunas de las condiciones en que se realiza.

La dimensión de organización cuenta con un promedio de **5.4** (en una escala de 1 a 7) una valoración **buena**. En esta dimensión el ítem con la mayor puntuación fue, **utiliza eficientemente los recursos asignados para llevar a cabo sus actividades**, con una valoración **buena** y un promedio de **5.5**, el ítem más bajo fue **completa en tiempo y forma las tareas asignadas** teniendo un promedio de **5.2** y una valoración **buena**.

5.7 Resultado Desarrollo

DIMENSIÓN <u>DESARROLLO</u> DESEMPEÑO LABORAL		
ítem	Valoración	Valoración
	Cuantitativa (promedio)	Cualitativa
Basa sus decisiones y acciones estratégicas en la misión, visión y valores de la organización.	5.6	Buena
Se anticipa a las dificultades.	5.6	Buena
Asume responsabilidades.	5.6	Buena
Muestra conocimientos, habilidades y experiencia sorprendentes y excepcionales.	5.4	Buena
Dimensión Desarrollo	5.6	Buena

Tabla 9. Resultado Desarrollo

En la evaluación de desempeño laboral la dimensión de desarrollo hace referencia a la forma en la cual el personal lleva a cabo cada una de sus actividades.

La dimensión desarrollo se encuentra con una valoración **buena** y con un promedio de **5.6** (en una escala de 1 a 7), 3 de los 4 ítems considerados para evaluar la dimensión obtuvieron un promedio de **5.6** y una valoración **buena**, el único ítem que no obtuvo ese promedio fue **muestra conocimientos, habilidades y experiencia sorprendentes y excepcionales**, teniendo un promedio de **5.4** y una valoración **buena**.

5.8 Resultado dimensiones del desempeño laboral



Gráfico 3 Resultado Dimensiones del Desempeño Laboral

En la evaluación el desempeño laboral todas las dimensiones fueron catalogadas como **buenas**, teniendo solo diferencias en cuanto al promedio (aptitudes y habilidades **5.7**, motivación **5.5**, organización **5.4** y desarrollo **5.6**), lo cual indica un favorable nivel de desempeño laboral, donde el personal del Instituto manifiesta competencias laborales, habilidades, experiencias, sentimientos, aptitudes, motivaciones, características personales y valores que contribuyen el cumplimiento de los objetivos de ITSZO.

5.9 Resultado General de desempeño laboral



Gráfico 4 Resultado General del Desempeño Laboral

Las cuatro dimensiones del desempeño anteriormente presentadas sirvieron para consolidar un resultado general sobre esta variable. Al respecto se determinó que el desempeño laboral existente entre el personal del ITSZO fue **bueno**, por cuenta del promedio calculado en **5.5** (en una escala de 1 a 5).

Aun así, se puede trabajar en todas dimensiones para que los resultados tengan una mayor valoración y por lo tanto la actuación del personal en el Instituto sea mejor.

5.10 Relación entre clima organizacional y el desempeño laboral.

RELACIÓN CLIMA ORGANIZACIONAL Y DESEMPEÑO LABORAL		
<i>Dimensión</i>	<i>Climaorganizacional</i>	<i>DesempeñoLaboral</i>
1	4.4	5.4
2	5.4	5.5
3	5.3	5.7
4	5.1	5.6
<i>Coefficiente de correlación de Pearson (r)</i>		0.988897501
<i>Coefficiente de correlación de Pearson (Porcentaje)</i>		97.79%
r = 1	Correlación positiva perfecta	
0 < r < 1	Correlación positiva	
r = 0	No existe relación lineal	
-1 < r < 0	Existe una correlación negativa	
r = -1	Existe una correlación negativa perfecta	

Tabla 10. Relación entre Clima Organizacional y Desempeño Laboral

El resultado se caracterizó por evidenciar el Coeficiente de correlación de Pearson en positivo, en este sentido se puede hablar de una relación directa, es decir: a medida en que las dimensiones del clima organizacional presentan una mejor valoración por parte del personal, mayor va a resultar su apreciación en cuanto al desempeño laboral. De esta manera dichos resultados son consistentes a los pensamientos que se tenían antes de realizar el estudio, argumentando que un mejor clima organizacional ayuda a un mayor desempeño laboral.

El resultado se caracterizó por evidenciar el Coeficiente de correlación de Pearson en positivo, en este sentido se puede hablar de una relación directa, es decir: a medida en que las dimensiones del clima organizacional presentan una mejor valoración por parte del personal, mayor va a resultar su apreciación en cuanto al desempeño laboral. De esta manera dichos resultados son consistentes a los pensamientos que se tenían antes de realizar el estudio, argumentando que un mejor clima organizacional ayuda a un mayor desempeño laboral.

6. Referencias Bibliográficas

- Arias, F. (1998). *Administración de Recursos Humanos 5ta Edición*. México DF: Trillas.
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México DF.: Pearson.
- Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento organizacional. La dinámica del éxito*. México DF: McGraw - Hill.
- Koontz, H. (1991). *Elementos de la Administración*. México: McGraw-Hill.
- Méndez , E. (2005). *El clima en las organizaciones*. Bogotá: El Siglo.
- Méndez, C. (2006). *Clima organizacional en Colombia: El IMCOC*. Bogotá: Global Media Journal.
- Newstrom, J. (2000). *Comportamiento Humano en el Trabajo*. México: McGraw - Hill.
- Robbins, S. (1999). *Comportamiento Organizacional* . México DF: McGraw - Hill.
- Robbins, S. (2004). *Comportamiento Organizacioal. 10ª Edición*. México: Pearson Prentice Hall.
- Toro, A. (2009). *El clima organizacional*. Medellín: Cincel Ltda.

Descripción Dimensional Durante el Diseño de un Producto

Aguilera Del Val Nisme Yusseltmy, de la Rosa Serna Daniel Ivan, Nava Ríos Gustavo Alonso, Carreón Emiliano Gandy Dariel, Avila Rondón Ricardo Lorenzo y Jurado Bichir Lorena Elizabeth

Universidad Autónoma de Coahuila. Escuela de Sistemas de Torreón. México.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo resaltar la importancia de realizar una adecuada descripción dimensional de las piezas y su relación con el destino de servicios para el cual están previstas. Se presenta un caso de estudio a través del cual se demuestran con la aplicación de teoría de las cadenas dimensionales como los errores en la descripción dimensional de la pieza componentes de un producto pueden conducir a dificultades al ensamble y funcionamiento posterior. Se ha utilizado una herramienta CAD para automatizar el modelado del producto ejemplo, la cual facilita la generación de los modelos 3D y planos de las piezas y se facilita una vista del ensamble en 2D, así como la especificación de las tolerancias dimensionales y las de forma y posición.

Palabras clave: Descripción dimensional, destino de servicio, tipos de superficies, ensamble mecánico, tolerancias.

1. Introducción

El éxito en la obtención de un nuevo producto depende de múltiples factores que ejercen su influencia en alguna o en varias de las etapas de su ciclo de vida. La calidad del producto final y la factibilidad de su fabricación comienzan a definirse desde etapas tempranas del diseño, donde la descripción dimensional juega un importante papel. Las imprecisiones y ambigüedades en el establecimiento de los requisitos de exactitud a las piezas pueden coincidir a gastos de fabricación excesivos.

En ocasiones el diseñador realiza la descripción dimensional de una pieza basado en la experiencia de diseños precedentes, con frecuencia establece dimensiones con sus tolerancias y valores de rugosidad superficial, que no se corresponden exactamente con la función que deberá cumplir la pieza durante su funcionamiento.

El presente artículo propone, a partir de un caso de estudio, como se debe realizar el análisis de la descripción dimensional de una pieza, así como cuáles son los aspectos fundamentales que deben ser considerados y prepara las especificaciones para que luego se aplique la teoría de las cadenas dimensionales de modo que se revelen cuáles son las piezas con sus dimensiones que participan en la formación de un índice de exactitud dado. La exactitud de estas dimensiones debe estar explícitamente establecida en su descripción dimensional, con una precisión acorde a las exigencias planteadas por el destino del servicio del producto.

1.1 Análisis de Tolerancias.

El análisis de tolerancia ha adquirido una gran atención por parte de los investigadores en las últimas dos décadas, lo cual se refleja en el número de publicaciones de alto impacto que se reportan en la web de la ciencia. El análisis de tolerancia se utiliza para estimar la acumulación de las

variaciones de los procesos en las dimensiones de ensambles y elementos de formas, así como para verificar la correcta funcionalidad del diseño.

El análisis de tolerancia consta de dos etapas, donde se asume que las tolerancias han sido asignadas, en la primera: todas las dimensiones que afectan el análisis tienen que haber sido identificadas. En la segunda, las mismas se utilizan para realizar el análisis, a través métodos tales como: el Aritmético de peor caso, el Estadístico peor caso, o el de Simulación de Monte Carlo, los cuales se describen posteriormente.

Como se expresa en [3,8,10,12,13], el objetivo del análisis de tolerancias es determinar la variabilidad de cualquier cantidad que este en función de las dimensiones del producto. Muchas veces estas cantidades son también dimensiones y se denominan funciones de diseño.

Los métodos aplicados en el análisis de tolerancia de acuerdo con los tipos de variaciones pueden ser clasificados en: dimensional (longitudes y ángulos), geométrico (planicidad, angularidad), y cinemático (pequeños ajustes entre las piezas en contacto de un ensamble mecánico). De esta clasificación los dos primeros se producen como resultado de las variaciones de las piezas debido al proceso de manufactura o los materiales utilizados. El tercero ocurre en el momento del ensamble. [10,12,8]

1.2 Síntesis (o asignación) de Tolerancias.

También denominada distribución de tolerancias es el problema inverso al del análisis. En este caso, la tolerancia permisible o variaciones permisibles en la función de diseño sobre una dimensión son conocidas. Y las tolerancias de las dimensiones son las que van a ser determinadas. Hay dos criterios para distribuir las tolerancias: el de tolerancia igual y el de igual precisión.

El primero [10] distribuye las tolerancias igualmente entre las dimensiones que afectan la tolerancia dada, mientras que este es fácil de calcular manualmente, no es tan preciso, según la experiencia de diseño y manufactura. El segundo es más adecuado para diseño real, pero es más complicado de calcular [10]. En este, los componentes de las tolerancias son asignados, en el modelo de acumulación, mediante factores de ponderaciones para cada componente de estas y el sistema distribuye la fracción correspondiente a cada una de ellas.

También se reportan trabajos [7] en los que la asignación mediante técnicas de optimización. Aquí en lo fundamental la asignación se realiza para la minimización del costo del ensamble, en lo cual se emplea una búsqueda sistemática de la combinación de valores de tolerancias que minimizan dicho costo.

La síntesis de tolerancias establece bases racionales para asignar las tolerancias a las dimensiones de trabajo. Posee un alto impacto en el costo y la calidad del producto. Afecta el ajuste y la función del producto. Con respecto a la manufactura, los requerimientos de las tolerancias determinan la selección: de las máquinas, las herramientas, los elementos de fijación, las habilidades del operador, los costos de colocación, entre otros aspectos. Se puede afirmar que la síntesis de tolerancias afecta a casi todos los aspectos del ciclo de vida del producto [7,10].

Muchos de los enfoques de la síntesis de tolerancias están basados en la optimización de una función costo-tolerancia. La limitante de estos, en su aplicación industrial, radica en que, utilizan para obtener los valores de las tolerancias óptimas, el criterio de que los valores de la acumulación de las tolerancias sean fijos. Otra razón adicional, es el conocimiento incompleto o impreciso que se posee del proceso, por lo general dicho conocimiento es obtenido de manuales de maquinado y/o documentos de la empresa. Este hecho se transfiere a los modelos utilizados. Lo anterior provoca que: los valores de las tolerancias, que se brinden a los diseñadores, no sean confiables para la ejecución correcta del trabajo.

En el trabajo de [7] se emplea una representación matricial para la obtención de las Cadenas Funcionales de Ensamble. Intuitivamente la salida de los resultados del método se puede suponer. No obstante, en la descripción gráfica del mismo se detecta una cierta ambigüedad a la hora de obtener las cadenas no válidas. Así ocurre con la descripción textual y la simbología del método que utilizaron estos autores.

2. Destino de servicio de la máquina

Durante el diseño conceptual de un producto, se define su principio de funcionamiento, las formas constructivas de cada una de las piezas que lo componen, sus vínculos dimensionales fundamentales, generalmente relacionados con los índices de exactitud que deberán ser alcanzados para asegurar el funcionamiento estable del producto durante el tiempo previsto de su vida útil. Las piezas deberán ser concebidas con la precisión suficiente para el cumplimiento satisfactorio de su destino de servicio.

Es conocido que el establecimiento de requisitos de exactitud insuficientes puede conducir a un desempeño inadecuado del producto. Por otra parte, la exageración de los requisitos e índices de exactitud conducen inevitablemente al incremento de su costo de producción.

2.1 El destino de servicio de la máquina y la clasificación de las superficies de las piezas.

Las máquinas se construyen para satisfacer determinada necesidad del hombre. La producción de cada una de ellas tiene rasgos específicos originados por las particularidades del fin para la cual están destinadas. El destino de servicio de la máquina es la descripción claramente formulada de la tarea para cuya solución está prevista la máquina.

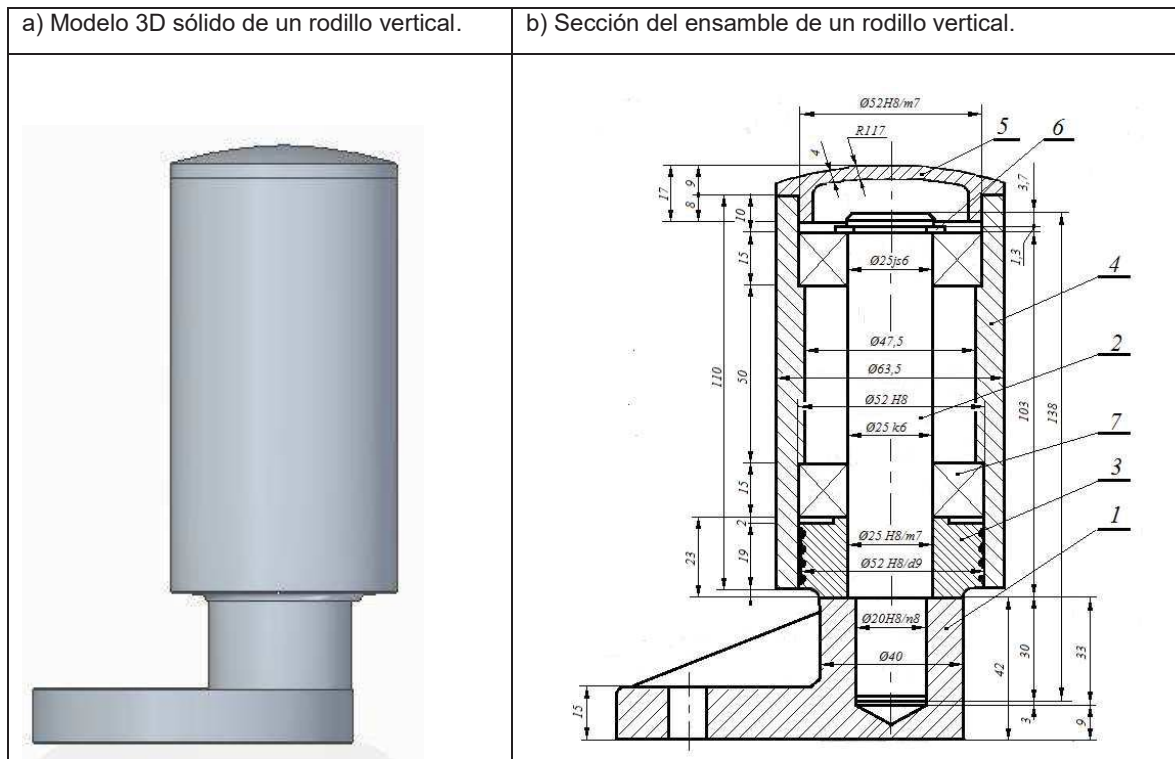


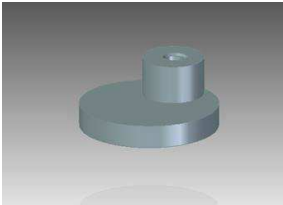
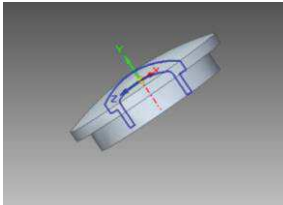
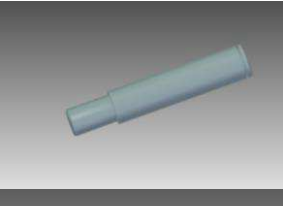
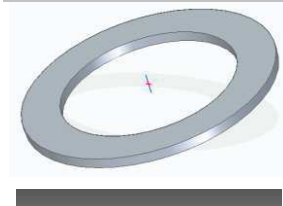
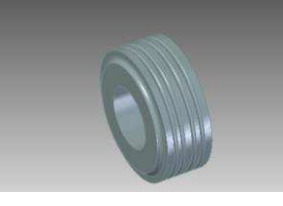
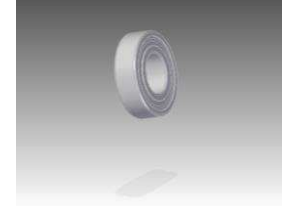
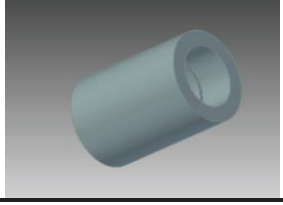
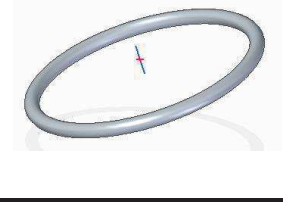
Figura 1: Sección del ensamble de un rodillo vertical. (Tomado y adaptado de [10]).

En dependencia de la función que desempeñan las superficies de las piezas en el cumplimiento de su destino de servicio estas se clasifican en: **superficies ejecutivas** y **libres**. Las primeras tienen

una clara participación en la función que cumple la máquina, dentro de ellas se encuentran: **las superficies o bases fundamentales y las auxiliares**. Son bases fundamentales las que determinan la posición de la pieza a la que pertenecen, con respecto a la máquina.

En la figura 1 a) se muestra un modelo 3D sólido, y en b) una sección del ensamble de un rodillo vertical. Se observa en dicha figura 1 que, la superficie cilíndrica inferior del eje 2 del rodillo con dimensión $\varnothing 20H8$ permite la correcta ubicación de dicho eje en la base 1, por lo que constituye una base fundamental del eje. En ese mismo eje 2, la ranura que permite la ubicación del aro elástico 6 utilizado para fijar la ubicación del rodillo 4 montado en sus rodamientos 7 sirve de base auxiliar.

Tabla 1. Muestra de las partes componentes del rodillo.

Piezas	Modelo 3D sólido	Piezas	Modelo 3D sólido
1. Base		5. Tapa	
2. Eje		6. Aro elástico	
3. Separador		7. Rodamiento	
4. Rodillo		8. Sello	

2.2 Análisis de la descripción dimensional de un caso de estudio.

Son **superficies libres** las que no participan en la ejecución del destino de servicio y solo dan continuidad a las piezas. En la figura 2 se indican los conjuntos completos de bases fundamentales, auxiliares y libres del eje 2 del rodillo vertical. Una vez identificadas cada una de las superficies que componen el eje 2 se procede a realizar el análisis de su descripción dimensional. La tabla 1 muestra las partes componentes del rodillo. En la misma se relacionan los nombres de cada componente y se ilustra el modelo sólido correspondiente a cada uno de ellos.

La descripción dimensional consiste en determinar y poner en el plano de la pieza las dimensiones necesarias para su fabricación. Estas dimensiones pueden estar incluidas dentro de alguno de los cuatro grupos dimensionales, según la tabla 2.

Tabla 2. Grupos dimensionales, de acuerdo con [4]

Grupo	Descripción
G-1	Dimensiones de las superficies por separado.
G-2	Dimensiones que definen la posición mutua de las superficies dentro de un conjunto de una misma asignación (conjunto de bases fundamentales o conjunto de bases auxiliares).
G-3	Dimensiones que definen la posición mutua de los conjuntos entre sí.
G-4	Dimensiones de las superficies libres.

A continuación, se realiza el análisis de la descripción dimensional del eje 2 del conjunto del rodillo vertical que se muestra en la figura 1. En la figura 3, se identifican las dimensiones específicas del eje 2 del rodillo vertical con su grupo dimensional correspondiente.

Se identifican como dimensiones del grupo G-1 los biseles y el diámetro exterior del escalón del extremo derecho del eje 2, que cumplen la función de facilitar la ubicación de la pieza en su base y del rodamiento superior [2,3,5,6,9] y aro elástico sobre el eje. No se establecen exigencias dimensionales [1] elevadas ni al diámetro $\varnothing 24 \pm 0,3$, ni a los biseles $1 \times 45^\circ$ ya que cumplen una función relativamente sencilla durante el ensamble.

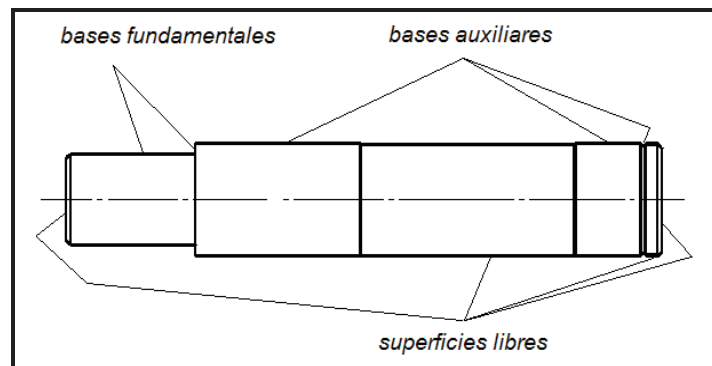


Figura 2: Representación de la clasificación de las superficies del eje 2 de acuerdo con la función que cumplen en el destino de servicio.

Las dimensiones del grupo G-2 son bases fundamentales o auxiliares, tal como se ha dicho, constituyen superficies muy importantes en la pieza. La dimensión $\varnothing 20H8$ (ver figura 1), tiene una clase de exactitud IT8 que se corresponde con un valor Ra de 3,2 para un intervalo de diámetro (d) de $50 < d \leq 250$, y no con el valor Ra de 6,3 que se indica en la figura 3. El ajuste H8/n8 es indeterminado y presupone un montaje con la ayuda de una prensa, se considera un ajuste adecuado para garantizar la invariabilidad de la posición del eje 2 durante el funcionamiento del conjunto. La longitud de 30 mm de ese escalón es suficiente para el alojamiento del eje 2 en la base 1.

Las restantes dimensiones del grupo G-2 corresponden a las bases auxiliares del eje 2. La superficie "C" sirve para el soporte del separador 3 y del rodamiento inferior 7 mientras que la superficie "E" permite la ubicación del rodamiento superior, por esa razón, ambas superficies "C" y "E" deberán ser concéntricas con el eje "A" en la magnitud límite indicada. La dimensión lineal de 50 mm se usa para definir la posición entre esas dos superficies auxiliares.

La ranura que aloja el aro elástico 6 (ver figura 1) es también una base auxiliar y su posición está dada a través de las dimensiones de 3,7 mm tomada respecto al extremo derecho del eje 2. Sin embargo, esa ranura juntamente con el aro elástico 6, cumplen una importante función en la pieza que consiste en asegurar que perdure, durante el funcionamiento del conjunto, la posición dada del separador 3, los rodamientos 7 y el rodillo 4. Esa dimensión G-1, por estar definida respecto a una superficie libre tendrá un campo de tolerancia amplio correspondiente a una clase IT12 lo que dificultaría el aseguramiento de la posición necesaria de la ranura para todo el lote de piezas.

En el plano de la figura 3 no se recogen dimensiones correspondientes al grupo G-3. Constituyen dimensiones del grupo G-4 el diámetro de la superficie "D" que tiene un campo de tolerancia de 0,2 mm el cual es adecuado para la función de facilitar el paso del separador 3 y el rodamiento inferior hasta su posición definitiva en el eje 2. Finalmente, la dimensión de 138 mm también es una dimensión libre y sirve para delimitar la longitud total de la pieza.

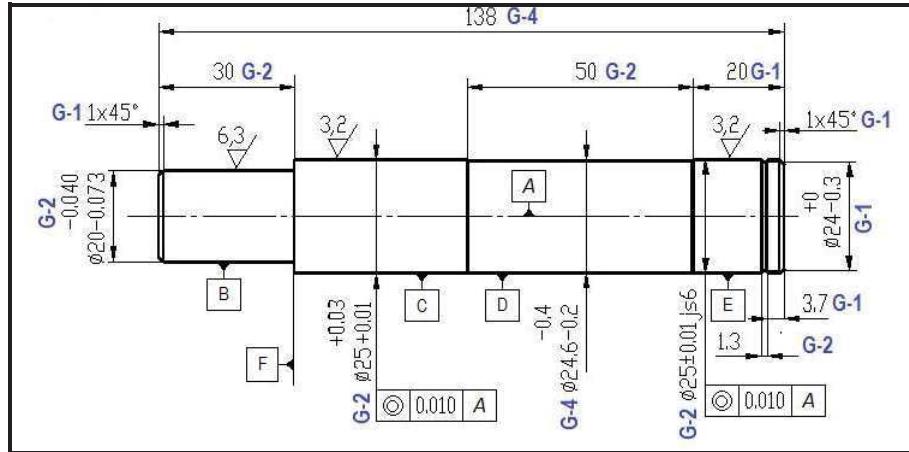


Figura 3: Representación de la descripción dimensional del eje 2 perteneciente al conjunto del rodillo vertical, más los grupos dimensionales de cada una de las dimensiones.

Además, forman parte de la descripción dimensional, entre otros, las especificaciones siguientes:

- La no coincidencia tolerable de los ejes de las superficies "B" y "D" con respecto a su eje común "A".
- El tope "F" debe ser perpendicular al eje "A" en la desviación tolerable.
- La rugosidad superficial asignada a cada superficie.

El ingeniero tecnólogo al confeccionar y ejecutar el proceso tecnológico, debe asegurar la calidad necesaria de las piezas condicionada por su destino de servicio. Es sabido que, el proceso tecnológico no depende del destino de servicio de la máquina donde va a trabajar la pieza. Sin embargo, es recomendable que el ingeniero tecnólogo al evaluar la calidad tecnológica del diseño tenga presente la función que va a desempeñar la pieza en la máquina, lo cual favorece el análisis crítico del diseño y su descripción dimensional.

Es conocido que, existen dos **métodos de acotado: en cadena y en paralelo**, sin embargo, en ocasiones durante el acotado no resulta fácil determinar cuándo usar uno u otro método. En la figura 3 se observa que han sido empleados ambos métodos de acotado y que la descripción dimensional realizada, en lo fundamental es correcta. Sin embargo, se ha declarado la insatisfacción con la definición de la posición de la ranura que aloja al aro elástico 6, la que ha sido fijada erróneamente respecto a la superficie libre del extremo derecho de la pieza.

3. Conclusiones

Con el presente trabajo se corrobora la importancia de realizar la descripción dimensional con atención a la responsabilidad que tiene cada una de las superficies de las piezas en el cumplimiento de su destino de servicio.

Han sido presentados 4 grupos dimensionales para clasificar los conjuntos de superficies que conforman las piezas durante la descripción dimensional.

A través del estudio de caso realizado, pudo constatar que la descripción dimensional de una pieza o conjunto de ellas es importante para la formación de los índices de exactitud fundamentales del producto. De no tenerse en cuenta lo anterior se presentarán problemas en la fabricación de las piezas, lo cual a su vez trae problema en los ensambles en que participen dichas piezas, no se garantiza la intercambiabilidad. Todo ello resulta en la elevación de los costos de fabricación, demora en los plazos de terminación y entrega del producto final.

Referencias

- [1] ASME Dimensioning and Tolerancing. ASME Y14.5M-1994 [REVISION OF ANSI Y14.5M-1982 (R1988)]. Document provided by IHS Licensee = Visteon / 5939448001, 02/04/2005 01:00:31 MST Questions or comments about this message: please call the Document Policy Group at 303-397-2295.
- [2] Avila-Rondón, R.L., et. al. CAPP based on form features. 13th ISPE/IEE International Conference on CAD/CAM Robotics & Factories of the Future '97. Pereira. Colombia. Nov. 1997
- [3] B. Anselmetti and H. Louati. Generation of manufacturing tolerancing with ISO standards. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 45(10):1124-1131, 2005.
- [4] Cordovés, A. "Guía Metodológica para el Proyecto de Curso de Tecnología de la Construcción de Maquinarias". 1989. 59 páginas. Documento interno del CE CAD/CAM. Universidad de Holguín.
- [5] ISO 492/199/582 "Precisiones de los rodamientos". <http://www.nodeshk.com/tech/bearing-data/bearing-tolerances.html>. Consultada 20 de enero de 2018.
- [6] K. W. Chase and A. R. Parkinson. A survey of research in the application of tolerance analysis to the design of mechanical assemblies. Research in Engineering Design-Theory Applications and Concurrent Engineering, 3:23-37, 1991.
- [7] K. W. Chase. Chapter 13 - Multi-dimensional tolerance analysis, Chapter 14 - minimum-cost tolerance allocation. In Dimensioning and Tolerancing Handbook. McGraw-Hill, 1999.
- [8] Pasquale Franciosa, S.P., Alain Riviere, 3D tolerance specification: an approach for the analysis of the global consistency based on graphs 2009.
- [9] P. Bourdet, L. Mathieu, C. Lartigue, and A. Ballu. The concept of the small displacement torsor in metrology. Advanced Mathematical Tools in Metrology, pages 110-122, 1996.
- [10] Rodríguez Hernández, O.; Corugedo Méndez, A. "Dibujo aplicado para ingenieros". Editorial Félix Varela. La Habana, 2 tomos, 345p. 2005. Cuba.
- [11] UNE-EN_22768-1:1993 (ISO 2768-1:1989) "Tolerancias Lineales y Angulares sin indicación individual de tolerancia". <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0010984#.Wqn5lExFz4g>. Consultada 20 de enero de 2018.
- [12] Wang Rui, G.T., Ma Yongsheng, Review: Geometric and Dimensional Tolerances Modeling for Sheet Metal Forming and Integration with CAPP.
- [13] Zeid I. CAD/CAM Theory and Practice. McGraw Hill Books. 1992. USA.

Administración de Cartas Descriptivas de las Asignaturas de la Escuela de Sistemas de Torreón Mediante PostgreSQL, AngularJS y NodeJS

Alva Sánchez Karla Liliana, Muñoz Ávila Diego, Huerta Soto José Alberto,
Ávila Rondón Ricardo Lorenzo y Ojeda Núñez Martha Iveth

Universidad Autónoma de Coahuila. Escuela de Sistemas Unidad Torreón. México.

Resumen

El presente proyecto aborda el uso de PostgreSQL para la creación de una base de datos, que será manipulada por medio de las herramientas como el AngularJS y Node.JS que permiten crear una aplicación web rápida y eficiente que será utilizada para la elaboración de las cartas descriptivas de las asignaturas que tienen que llenar los profesores de la universidad en la Escuela de Sistemas Unidad Torreón. Este trabajo hace que los docentes puedan gestionar todo lo que conlleva mantener actualizados los programas de las asignaturas en cada inicio de semestre en que se imparte.

Palabras clave: Bases de datos, servicios web, postgresql, nodejs, Angularjs.

1. Introducción

Las Bases de Datos han evolucionado a partir de los años 60 como una necesidad de mejorar el procesamiento de los datos y en respuesta a las limitaciones del procesamiento orientado a proceso. Un sistema gestor de bases de datos (SGBD) consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. La colección de datos, normalmente denominada base de datos contiene información relevante para una empresa. El objetivo principal de un SGBD es proporcionar una forma de almacenar y recuperar la información de una base de datos de manera que sea tanto práctica como eficiente [1].

PostgreSQL es un poderoso sistema de base de datos relacional de objetos de código abierto. Se ejecuta en todos los principales sistemas operativos, incluyendo Linux, UNIX (Aix, BSD, HP-UX, MacOS, Solaris) y Windows. Una base de datos de clase empresarial, PostgreSQL cuenta con características sofisticadas como control de concurrencia Multi-versión (MVCC), recuperación puntual, espacios de tablas, replicación asincrónica, transacciones anidadas (savepoints), backups en línea/en caliente, un sofisticado planificador/optimizador de consultas, Soporta conjuntos de caracteres internacionales, codificaciones de caracteres multibyte, Unicode [2].

JavaScript es un lenguaje para crear scripts diseñados específicamente para trabajar con World Wide Web (WWW). Con JavaScript podemos tomar la potencia de HTML y de World Wide Web y extenderla en varias direcciones [6].

Gracias a JavaScript se pueden desarrollar programas que se ejecutan directamente en el navegador (cliente) de manera que éste pueda efectuar determinadas operaciones o tomar decisiones sin necesidad de acceder al servidor [7].

Bajo la estructura de la base de datos se encuentra el modelo de datos: una colección de herramientas conceptuales para describir los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de

consistencia. Para ilustrar el concepto de un modelo de datos se describe el modelo de datos en este apartado: el modelo entidad-relación:

El modelo de datos entidad-relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos, llamados entidades, y de relaciones entre estos objetos [3].

Las primeras apariciones de JavaScript vivían en los browsers. Pero esto es sólo el contexto. Define lo que puedes hacer con el lenguaje, pero no dice mucho acerca de lo que el lenguaje mismo puede hacer. JavaScript es un lenguaje "completo": Lo puedes usar en muchos contextos y alcanzar con éste, todo lo que puedes alcanzar con cualquier otro lenguaje "completo". Node.js realmente es sólo otro contexto: te permite correr código JavaScript en el backend, fuera del browser.

Para ejecutar el código JavaScript que tu pretendes correr en el backend, este necesita ser interpretado y, bueno, ejecutado, Esto es lo que Node.js realiza, haciendo uso de la Máquina Virtual V8 de Google, el mismo entorno de ejecución para JavaScript que Google Chrome utiliza. Además, Node.js viene con muchos módulos útiles, de manera que no tienes que escribir todo de cero. Entonces, Node.js es en realidad dos cosas: un entorno de ejecución y una librería. [3]

El presente proyecto aborda el uso de PostgreSQL para la creación de una base de datos, que será manipulada por medio de las herramientas como el AngularJS, el uso de la tecnología AngularJS permite incorporar la lógica de la página web que se comunica con el servidor y así obtener los datos necesarios de la base de datos. La combinación de Node.js y AngularJS permite la implementación de páginas web dinámicas. [4] y Node.JS, según Wandschneider, "Node. js es una nueva y emocionante plataforma para escribir aplicaciones de red y Web" [5] que permiten crear una aplicación web rápida y eficiente que será utilizada para la elaboración de una carta descriptiva de una asignatura que tienen que llenar los profesores de la universidad de sistemas unidad Torreón con el propósito de que los docentes puedan gestionar todo tipo de trabajo que esto conlleva. Esta aplicación brinda facilidades óptimas para el personal.

2. Materiales y métodos

La página web de la aplicación del proyecto que se propone se divide en cuatro capas: Cliente, Servidor, Negocio y Datos, como se muestra a continuación en la imagen:

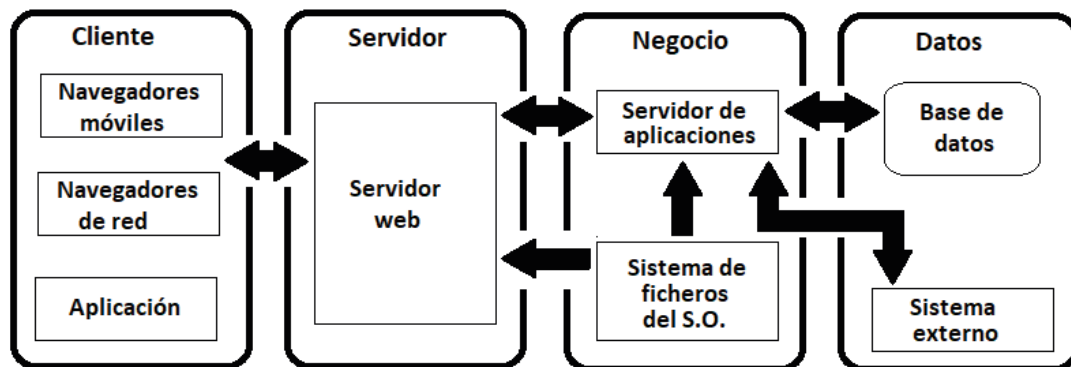


Figura 1. Capas componentes de la página web para las asignaturas.

Cliente. – Esta capa consiste en que los navegadores web, navegadores móviles o aplicaciones pueden hacer peticiones del tipo HTTP al servidor web.

Servidor. – Esta capa contiene al servidor web que puede de interceptar las peticiones hechas por los clientes y enviarles la respuesta respectiva.

Negocio. – Esta capa contiene al servidor de aplicaciones el cual utiliza al servidor web para realizar el procesamiento requerido. Esta capa interactúa con la capa de datos a través de una base de datos o de algunos programas externos.

Datos. – En esta capa se encuentra la base de datos.

La estructura que se genera desde nodejs es la siguiente:

```
├─ app.js
├─ bin
│   └─ www
├─ client
│   └─ javascripts
│       └─ app.js
│       └─ stylesheets
│           └─ style.css
│       └─ views
│           └─ index.html
├─ package.json
├─ server
│   └─ models
│       └─ database.js
│   └─ routes
│       └─ index.js
```

Figura 2. Estructura de la página web.

2.1. Diagrama general del sistema para servicios de terceros en la web

En esta arquitectura que se presenta en la siguiente figura se puede notar la existencia del servidor que consulta directamente y posee los permisos de escritura y lectura sobre la base de datos.

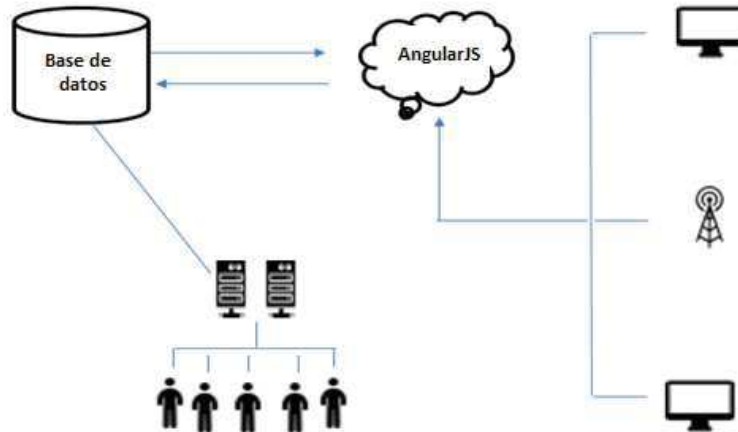


Figura 3. Visión esquemática general del sistema para servicios en la web.

Lo primero que se analiza es el tipo de sitio que se va a crear ya sea un tipo público en internet, o un sitio privado en nuestro caso es un sitio público, a base de este aspecto el acceso a la base de datos será de manera compartida entre el servidor y el cliente WWW.

Se observa que el servidor WWW ejecuta el trabajo de la base de datos, no importa el tipo de “browser” a usar, debido a que códigos HTML y datos son mostrados solamente por el cliente.

2.2. Diagrama entidad-relación de la base de datos

Para la descripción y detalles del modelo de la base de datos se ha utilizado el gestor de base de datos PostgreSQL para modelar el diagrama de entidad-relación de la base de datos de las cartas descriptivas de las asignaturas que se imparten en la Escuela de Sistemas de la Unidad Torreón perteneciente a la Universidad Autónoma de Coahuila.

El PostgreSQL posee una herramienta de visualización del desarrollo del proceso de modelado, del cual resulta el diagrama de entidad relación ER que se muestra en la figura 4.

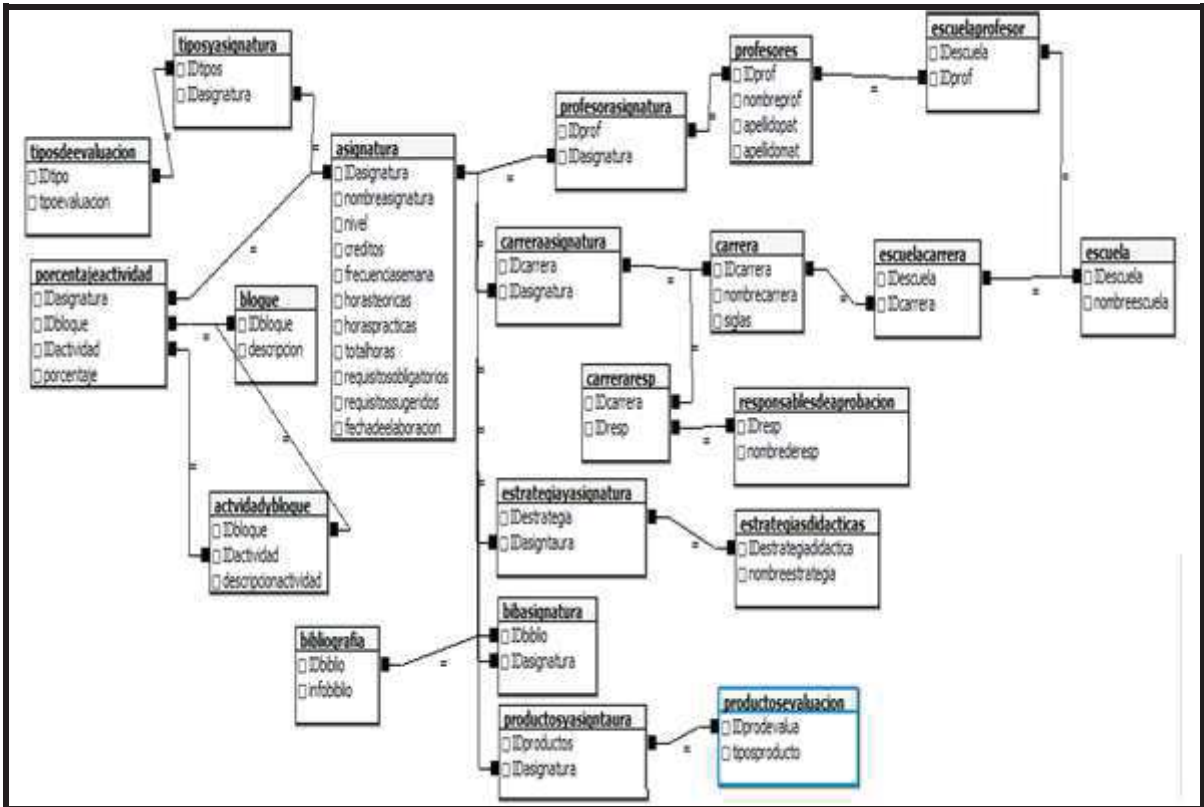


Figura 4. Diagrama entidad-relación.

Entidades. En cuanto a las entidades resultantes se encuentran las que aparecen descritas en la tabla 1. En dicha tabla se describe cada una de las entidades del modelo de entidad relación creado.

Relaciones. En el caso de las relaciones resultantes se establecen las que aparecen descritas en la tabla 2. En dicha tabla se describe cada una de las relaciones del modelo de entidad relación creado. A estas relaciones también se les especifica el tipo de esta en cada caso.

Tanto entidades como relaciones son tratadas por las aplicaciones utilizadas para desarrollar el sistema de manera eficiente. Los datos de cada carta descriptiva junto a otros relacionados se almacenan en la base de datos postgresql versión 9.4. A su vez mediante un módulo de conexión son manipulados por el nodejs de manera eficiente. Esta integración de diferentes herramientas es lo que hace posible implementar sistemas, como el de administración de las cartas descriptivas, de una manera rápida y eficiente.

Tabla 1. Entidades

Entidad	Descripción
Escuela	En la entidad escuela es donde se tiene la información del nombre de la escuela o facultad que estén en la base de datos identificándolas con un "ID" que es un valor que se les da para identificar sin repetir ya que puede haber escuelas con el mismo nombre, pero en diferentes estados, lo que permite identificar estrictamente a una escuela o facultad es el número de escuela "ID".
Carrera	En la carrera es la misma idea se mantiene ahí guardado el número de la carrera y el nombre de la carrera.
Asignatura	En la entidad asignatura se mantiene almacenado el nombre y número de la asignatura además de otra información específica como en qué nivel se da esa asignatura, créditos necesarios, frecuencia de horas a la semana, horas prácticas, horas teóricas, horas totales del curso, sus requisitos obligatorios, requisitos sugeridos y la fecha de elaboración.
Profesor	En la entidad profesor guardamos el número de expediente del profesor y su nombre completo
Responsable de aprobación	En la entidad responsable de aprobación se mantiene la información de los responsables de aprobación de cada carrera.
Tipo de evaluación	En tipo de evaluación se tiene almacenado las opciones con el tipo de evaluación que utilizara el profesor para esa asignatura.
Actividades	En actividades se tiene almacenado las opciones de las actividades a utilizar del profesor según la asignatura que esté dando.
Bloques	Se tiene el nombre de los bloques a evaluar.
Estrategias didácticas	En estrategias didácticas se tiene la información de las estrategias de enseñanza que puede utilizar el profesor según la asignatura.
Producto de evaluación	En producto de evaluación se tiene almacenado las opciones de tipos de trabajos con los que se puede evaluar un profesor a los alumnos según la asignatura que este impartiendo.
Bibliografía	En bibliografía es donde se captura las referencias bibliográficas que utiliza el profesor para la asignatura impartida.

Tabla 2. Relaciones

Relación	Descripción
Carrera-Asignatura	Relación muchos a muchos. Una carrera puede tener varias asignaturas y una misma asignatura puede ser impartida en varias carreras.
Escuela-Carrera	Relación muchos a muchos. Una escuela puede tener varias carreras y una carrera puede estar en diferentes escuelas.
Escuela-Profesor	Relación muchos a muchos. Una escuela puede tener varios profesores y un profesor puede trabajar en varias escuelas.
Profesor-Asignatura	Relación muchos a muchos. Un profesor puede dar varias asignaturas y una misma asignatura puede ser impartida por diferentes profesores.
Carrera-Responsable de aprobación	Relación uno a muchos. Una carrera puede tener varios responsables de aprobación.
Asignatura-estrategia Didáctica	Relación uno a muchos. Una asignatura puede tener varias estrategias didácticas.
Asignatura-Producto de evaluación	Relación uno a muchos. Una asignatura puede tener varios métodos de evaluación.
Asignatura-Tipo de evaluación	Relación uno a uno. Una asignatura solo puede tener un tipo de evaluación a utilizar.
Asignatura-Bloque	Relación uno a muchos. Una asignatura puede tener varios bloques.
Bloque-Actividades	Relación uno a muchos. Un bloque puede tener varias actividades.

Es importante mantener bien relacionada la base de datos ya que de ahí depende que se tenga una buena integridad de los datos a manipular, aparte que el diagrama entidad relación sirve como guía en el proceso de desarrollo de esta aplicación.

2.3. Inserción, eliminación, actualización y consulta de los datos en la base de datos.

El CRUD (del inglés) resume las funciones requeridas por un usuario para crear y gestionar datos. Éste significa poder realizar operaciones de crear registros en las tablas (create) y utilizarlos (read), actualizarlos (update) o borrarlos (delete) en cualquier momento. Lo primero realizado fue crear las tablas de la base de datos que se van a gestionar con el CRUD. En este caso que se describe se elaboró la base de datos "CartaDescriptiva".

El procedimiento **(Create)** realiza la sentencia INSERT, la cual crea un nuevo registro. Tiene un parámetro para cada columna en la tabla. Así se procede en los demás con sus respectivos ejemplos.

```
INSERT INTO escuela VALUES (3505, 'Escuela de Sistemas U.T.');
```

El procedimiento Leer **(Read)** lee los registros de la tabla basado en la llave primaria especificada en el parámetro de entrada.

```
SELECT * FROM escuela;
```

El procedimiento Actualizar **(Update)** realiza una sentencia UPDATE en la tabla basado en la llave primaria para un registro especificado en la cláusula WHERE de la sentencia. Al igual que el procedimiento Crear, tiene un parámetro para cada columna en la tabla.

```
UPDATE escuela SET nombreescuela = 'Escuela de Sistemas U.T.'  
WHERE 'IDescuela' = 3505;
```

El procedimiento Eliminar **(Delete)** elimina una fila especificada en la cláusula WHERE.

```
DELETE FROM escuela WHERE 'IDescuela' = 3505;
```

3. Resultados

El producto resultante de este proyecto es una página web conectada a un servidor para que los docentes a nivel licenciatura puedan tener la facilidad de redactar la carta descriptiva de cada una de las asignaturas que imparten a través de dicha página y colocarlas en una base de datos, que se estará actualizando constantemente. Así se evita que los maestros tengan que seguir el riguroso procedimiento de describir ésta en archivos de ofimática con el temor, que por percances físicos estos se pierdan.

1.- El inicio se realiza a través de un login para que no cualquier usuario tenga acceso a la página y pueda manipular la información que se encuentra en ella.



The image shows a simple login form with a light gray background. At the top, the word 'USUARIO' is centered above a white text input field. Below that, the word 'CONTRASEÑA' is centered above another white text input field. At the bottom of the form, there are two buttons: 'ACEPTAR' on the left and 'CANCELAR' on the right, both with a light gray background and black text.

Figura 5. Interfaz-Login.

2.- Con la división de cada uno de los departamentos que se encuentran, se pretende que seleccione uno y se despliegue el correspondiente que se encuentra dentro de él y así con cada uno del drop down list que aparecen en pantalla. Las cajas de texto que se muestran nos sirven para que el usuario llene lo correspondiente a cada espacio, de “guardar” y “siguiente”.

Escuela: Item 1
Carrera: Item 1
Asignatura: Item 1
Responsable de aprobacion: Item 1
Profesor: Item 1

Nivel:
Creditos:
Frecuencia (h/semana):
Horas teoricas:
Horas practicas:
Total de horas:

Requisitos obligatorios del Curso:
Requisitos sugeridos del Curso:
Fecha de elaboracion:

Guardar Cancelar Siguiente

Figura 6. Interfaz-Departamentos.

3.- En esta siguiente forma tenemos que seleccionar primero nuestra tipa de evaluación para que nos deje seleccionar lo que va correspondiente a cada uno de ella. Damos “aceptar” y listo.

Tipo de Evaluacion: Item 1

Estrategias didacticas
 Aprendizaje Colaborativo
 Aprendizaje por proyectos
 Aprendizaje basado en problemas

Producto de Evaluacion
 Portafolio
 Reporte
 Proyecto

Procedimiento de evaluacion

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>
Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>
Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>	Actividad: <input type="text"/>
Total: <input type="text"/>		

Bibliografia:

Aceptar Cancelar

Figura 7. Interfaz-Última forma.

Las tres figuras anteriores representan lo básico de la interfaz con los usuarios del sistema en este caso los profesores, se observa que mediante esta interfaz los profesores podrán realizar el trabajo de mantenimiento a los programas de las asignaturas que cada uno de ellos imparte.

4. Conclusiones

Con la utilización de todas las herramientas ya mencionadas anteriormente, se logra crear una aplicación web que es de mucha ayuda para los docentes que elaboran la carta descriptiva en la universidad. Esta aplicación web puede ser utilizada en distintas instituciones ya que sería de mucho apoyo en ahorro de tiempo y recursos materiales.

Al estar concentradas en una base de datos cada una de las cartas descriptivas de los planes de estudios de cada carrera de la escuela evita la duplicidad de estos, la pérdida o deterioro de dichos documentos. Se facilita el rápido acceso a los mismos desde múltiples plataformas y lugares diferentes, facilitando de este modo el trabajo colectivo de profesores que traten las mismas materias y/o disciplinas afines. A futuro ha de favorecer el control de versiones de las cartas descriptivas aspecto este inspeccionado en las acreditaciones de las carreras.

El ahorro referido de recursos materiales se expresa en la eliminación del uso de papel como se realiza en estos momentos.

Referencias

- [1] Silberschatz A. Korth H. Sudarshan S. "Fundamentos de Base de Datos", McGraw-Hill, España, Cuarta edición, 2002.
- [2] Página oficial <https://www.postgresql.org/>
- [3] Kiessling M. Junge Herman A. "El libro para principiantes en Node.js", tutorial, 2015.
- [4] Dayley B. "Node.js, MongoDB and AngularJS Web Development", Addison-Wesley, Estados Unidos, Segunda edición, 2014.
- [5] Wandschneider M. "Learning Node.js", Pearson, Estados Unidos, 2013.
- [6] Weiss A. "JavaScript ¡Fácil!", QUE, México, 1997.

Gestión de Datos para Agilizar el Ensamble Mecánico

Ibarra Guzmán Jaquelin, Tabares Martínez Guillermina, Ramos Castillo Mario,
Cuitláhuac Guerrero Islas, Ávila Rondón Ricardo Lorenzo y Meléndez Gurrola Ana
Carolina

Universidad Autónoma de Coahuila. Escuela de Sistemas de Torreón. México.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo extraer la información contenida dentro de un modelo de datos de un ensamble mecánico de los utilizados por los sistemas comerciales de ayuda al diseño. Para ello se han definido varios términos utilizados en el modelo de datos propio, el cual se basa en una estructura de datos grafo, de modo que se facilite el proceso de extracción de la información del modelo de datos del ensamble. De la extracción resultan los listados de piezas con sus tipos de contactos, las relaciones de tolerancias entre las piezas y dentro de las superficies correspondientes a cada pieza. El método empleado garantiza la obtención de la información del producto que se analiza. Esta información extraída generalmente se utiliza en la planificación de la secuencia del proceso de ensamble de un producto.

Palabras clave: Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Process Planing (CAPP), Ensamble, estructura de datos grafo.

1. Introducción

Entre los problemas más complejos de resolver computacionalmente se encuentra el de la planificación y secuenciación de ensamble, lo anterior se debe al carácter combinatorio de los mismos. Planificar el ensamble mecánico de un producto considera tareas tales como: identificar seleccionar y secuenciar las operaciones de montaje. La eficiencia de este proceso de ensamblaje va a depender de la elección de la secuencia en que la pieza y los sub ensambles intermedios son realizados. De aquí sea necesario sistematizar y calcular la generación de las secuencias de ensamble y con ello abatir los costos y el tiempo de fabricación.

Identificar las operaciones de ensamblaje conlleva a obtener el conjunto de todos los planes de montaje o de ensamblaje factibles, según Homem de Mello and Sanderson, en [1], con lo que existe un amplio consenso, en que, para su obtención, se involucre el estudio de los aspectos geométricos (dimensiones, conectividad y accesibilidad) de las piezas individuales y de los subensambles, así como de la estabilidad de estos. Para lograrlo se deben tener en cuenta conceptos tales como: secuencias factibles, método combinatorio, restricciones geométricas, representación de secuencias de ensambles entre otros.

Secuencias factibles: Una secuencia de ensamble es factible si solo comprende operaciones de ensamble que conducen al estado final del ensamble de un producto. Normalmente un planificador automático recibe como dato de entrada un modelo computacional del producto para generar la representación de todas las secuencias factibles, las que se evalúan y se selecciona una de acuerdo un criterio especificado por el usuario.

Restricciones geométricas: Las restricciones geométricas se establecen en el diseño del producto y definen los tipos de contactos que se establecen entre dos piezas. Estas a su vez dan información topológica relativa a la posición de las piezas en el producto final, así como información mecánica referida a los tipos de conexiones entre las piezas.

Representación de secuencias de ensamble: La elección de la representación es importante por: los distintos grados de complejidad que pueden obtenerse, la cantidad de

memoria y tiempo necesario para su generación y almacenamiento, y al coste de evaluación de las secuencias de ensamble. Además, en tales representaciones suele incluirse información adicional asociada al proceso. Las representaciones son de dos tipos: explícita, a través de distintos tipos de estructuras de datos grafos, e implícita, en la que se indican las condiciones que debe satisfacer cualquier secuencia de ensamble factible.

Por su parte, Borjault, De Fazio y Whitney según [3, 4] utilizaron estructuras de datos grafos de estado para la representación de secuencias en sus planificadores. El principal uso de esta representación es como herramienta para el análisis de las variaciones de las secuencias de ensamble sobre la línea de ensamble. Esta representación generalmente no refleja todas las secuencias de ensamble de un producto, y a su vez es su principal limitación respecto a otras representaciones reportadas [3].

La estructura de datos grafo AND/OR [1, 5, 6] se utilizó por vez primera en 1989 para representar planes de ensamble. En la representación mediante grafos AND/OR, cada nodo OR se corresponde con un subensamble estable, aquí el nodo raíz es el que hace referencia al producto completo, y los nodos hojas a las piezas individuales. Cada hiper-arco AND se corresponde con la tarea de montaje que une dos subensambles. En la estructura de datos grafo AND/OR vienen representadas solo las tareas factibles. Una solución de ésta denominada árbol de ensamble representa un plan de ensamble, en el que se especifican todas las operaciones necesarias para ensamblar el producto completo, así como las restricciones de precedencia entre ellas.

El presente trabajo tiene como objetivo extraer la información contenida dentro de un modelo de datos de un ensamble mecánico de los utilizados por los sistemas comerciales de ayuda al diseño.

2. Materiales y métodos

Para realizar el estudio de las secuencias de ensambles se utilizó como caso de estudio el dispositivo banda transportadora, el cual se ilustra en la Figura 1. En la figura 1 a) se muestra un modelo 3D sólido, y en b) una sección del ensamble de un rodillo vertical.

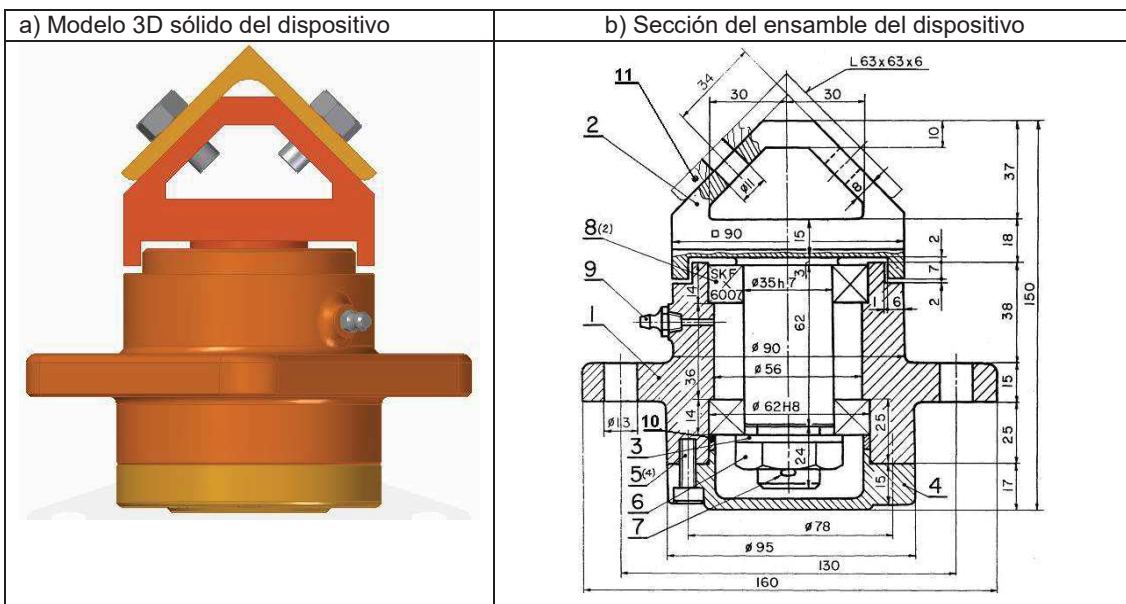













Figura 1: Sólido y esquema de una sección del ensamble del dispositivo banda transportadora. (Tomado y adaptado de [6]).

El análisis detallado del modelo de datos utilizado para el ensamble y de la estructura de datos grafo que lo contiene es crucial en la gestión de los datos para realizar el proceso de manufactura del ensamble mecánico de un producto. Aquí se toman en cuenta la exactitud de las medidas de cada una de las piezas a ensamblar, así como sus tolerancias. La precisión de estas medidas está dada según los requerimientos del diseño del producto.

La tabla 1 muestra las partes componentes del dispositivo banda transportadora. En la misma se relacionan los nombres de cada componente y se ilustra el modelo sólido correspondiente a cada uno de ellos.

Tabla 1. Imágenes de los componentes del dispositivo transportador de banda.

Piezas	Modelo 3D sólido		
1. Cuerpo		7. Pin/Pasador	
2. Eje		8. Cojinete	
3. Arandela		9. Copilla de engrase	
4. Tapa		10. Separador	
5. Tornillo		11. Casquillo	
6. Tuerca			

En este trabajo se utiliza la estructura de datos grafo para la representación de ensambles mecánicos, tanto a nivel de piezas como a nivel de elementos de forma por pieza. De aquí que se correspondan para cada nivel un tipo de grafo en específico: el Grafo de Ensamble y el Grafo de Pieza. En el caso del Grafo de Pieza cada nodo estará asociado al concepto de Elemento de Forma [6].

Representación utilizada. Para todo el módulo que trata la extracción de información del modelo de un ensamble de un producto mecánico se utiliza una estructura de datos grafo, la cual se representa como un vector $G[1, \dots, n]$ de nodos. A cada nodo se asocia otra estructura de datos denominada mapa, o diccionario, de los nodos adyacentes a él. El mapa es una lista de pares (clave, valor) que mantiene la lista ordenada por el valor de la clave o key. Una ilustración de esta representación aparece en la Figura 2.

Al disponer de una estructura grafo se pueden utilizar un conjunto de algoritmos conocidos tales como: los de búsquedas en amplitud y en profundidad, los de determinación de existencia de ciclos y la implementación de otros específicos a este problema en particular.

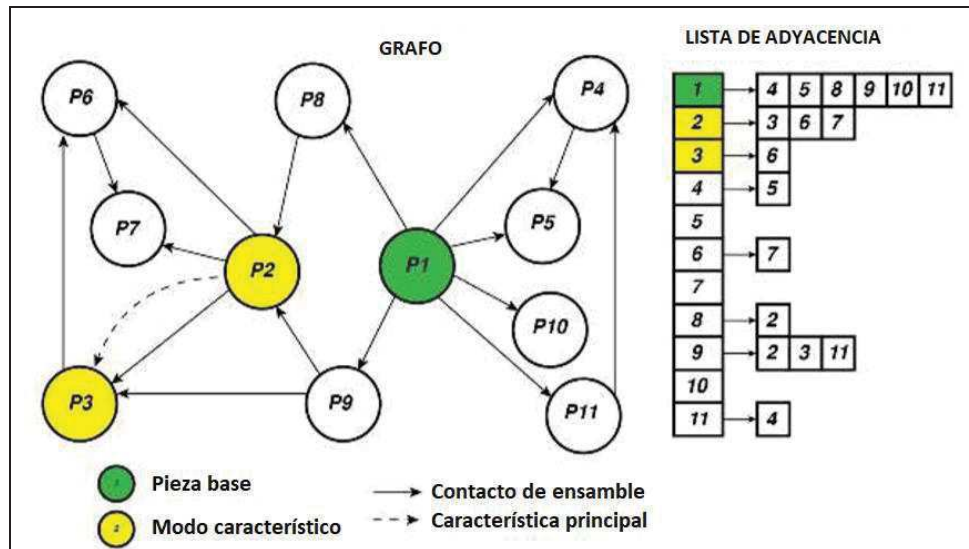


Figura 2. Representación gráfica del grafo y la lista de adyacencia.

La cantidad de nodos n en el vector se corresponde con el número de piezas involucradas en un ensamble. Cuando el grafo se corresponde a una pieza en particular del ensamble, entonces n representa el número de elementos de formas (features) involucrados con: una restricción, tolerancia, característica clave, o función.

En el Grafo de representación del Ensamble se diferencian los nodos, según se ilustra en la Figura 2, de acuerdo con los conceptos que se describen a continuación:

Pieza Fuente (Source Part): Es la pieza que impone restricciones, a partir de los elementos de forma que la conforman, sobre la pieza que a ella se ensambla. Más adelante, al utilizar una estructura grafo, para representar este concepto, se aprecia que serán aquellos nodos que tienen nodos sucesores.

Pieza Restringida (Constrained Part): Es la pieza restringida por los elementos de forma de otra pieza de tipo Pieza Fuente. En el grafo son aquellos nodos que tienen nodos predecesores.

Pieza Base (Datum Part): Es la pieza que no tiene restricción alguna; por lo que no tiene asociada una Pieza Fuente que la restringe. En el grafo son aquellos nodos que pertenecen al conjunto de Pieza Fuente y no al conjunto Pieza Restringida, o sea, el conjunto diferencia entre Pieza Fuente y Pieza Restringida. Denominado nodo base.

Característica Principal (Key Characteristic): Es la que se establece por regla general para una dimensión o varias en un producto la cual debe garantizarse una vez fabricado el

mismo. Pues la existencia de la misma garantiza la funcionabilidad del producto. En el grafo los nodos de este tipo se denominan nodos principales.

El algoritmo principal propuesto quedó implementado en una función la cual recorre todos los nodos del grafo y permite de este modo obtener la información que se necesita extraer del modelo del ensamble del producto. A continuación, se ilustran los datos extraídos al modelo.

3. Resultados

Todos los resultados que se muestran fueron producidos a la salida de los algoritmos utilizados para la extracción de la información del ensamble Transportador de banda utilizado como caso de estudio y son los que aparecen a continuación.

```
# Tipos de nodos TYPE {DATUM | SOURCE | TARGET}
DECLARATIONSPART
NAME = P1 TYPE = DATUM PLANE = PRIMARY LOCATION = 764.2 216.0 0.0
NAME = P2 TYPE = TARGET LOCATION = 131.3 858.6 0.0
NAME = P3 TYPE = TARGET
NAME = P4 TYPE = TARGET
NAME = P5 TYPE = TARGET
NAME = P6 TYPE = TARGET
NAME = P7 TYPE = TARGET
NAME = P8 TYPE = TARGET
NAME = P9 TYPE = TARGET
NAME = P10 TYPE = TARGET
NAME = P11 TYPE = TARGET
ENDDECLARATIONSPART

#
# DECLARATIONS OF PARTS RELATIONS
#
DECLARATIONSPART
RELATIONS OF P1 PART
RELATION CONTACT: RELATED TO P2
RELATION MATE: RELATED TO P4
RELATION MATE: RELATED TO P5
RELATION MATE: RELATED TO P8
RELATION MATE: RELATED TO P9
RELATION MATE: RELATED TO P10
RELATION MATE: RELATED TO P11
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P2 PART
RELATION CONTACT: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P3
RELATION MATE: RELATED TO P6
RELATION MATE: RELATED TO P7
RELATION MATE: RELATED TO P8
RELATION MATE: RELATED TO P9
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P3 PART
RELATION MATE: RELATED TO P2
RELATION MATE: RELATED TO P6
RELATION MATE: RELATED TO P9
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P4 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P5
RELATION MATE: RELATED TO P11
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P5 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P4
RELATION MATE: RELATED TO P7
RELATION MATE: RELATED TO P9
RELATION MATE: RELATED TO P11
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P6 PART
RELATION MATE: RELATED TO P2
RELATION MATE: RELATED TO P3
RELATION MATE: RELATED TO P7
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P7 PART
RELATION MATE: RELATED TO P2
RELATION MATE: RELATED TO P6
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P8 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P2
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P9 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P2
RELATION MATE: RELATED TO P3
RELATION MATE: RELATED TO P11
ENDRELATIONS

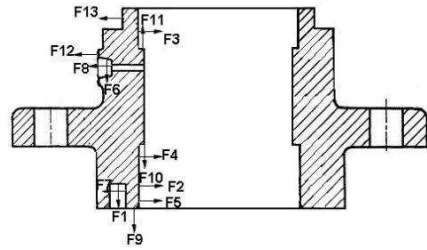
RELATIONS OF P10 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
ENDRELATIONS

RELATIONS OF P11 PART
RELATION MATE: RELATED TO P1
RELATION MATE: RELATED TO P4
RELATION MATE: RELATED TO P9
ENDRELATIONS
ENDDECLARATIONSPART

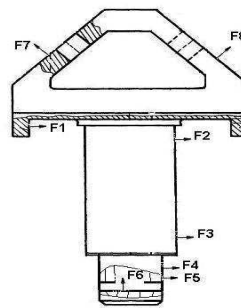
#
# DECLARATIONS OF FEATURES
```


 DECLARATIONSFEATURES

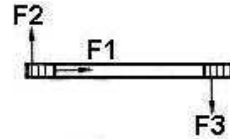
FEATURES OF P1 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 FEATURE f5 TYPE = TARGET
 FEATURE f6 TYPE = TARGET
 FEATURE f7 TYPE = TARGET
 FEATURE f8 TYPE = TARGET
 FEATURE f9 TYPE = TARGET
 FEATURE f10 TYPE = TARGET
 FEATURE f11 TYPE = TARGET
 FEATURE f12 TYPE = TARGET
 FEATURE f13 TYPE = DATUM PLANE =
 PRIMARY
 ENDFEATURES



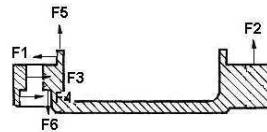
FORM FEATURES OF P2 PART PLANE = SECONDARY
 FEATURE f1 TYPE = DATUM
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 FEATURE f5 TYPE = TARGET
 FEATURE f6 TYPE = TARGET
 FEATURE f7 TYPE = TARGET
 FEATURE f8 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



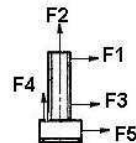
FEATURES OF P3 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



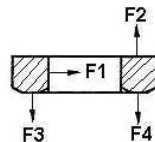
FEATURES OF P4 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 FEATURE f5 TYPE = TARGET
 FEATURE f6 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



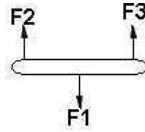
FEATURES OF P5 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 FEATURE f5 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



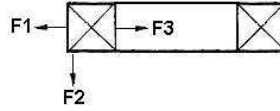
FEATURES OF P6 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



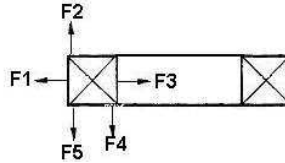
FEATURES OF P7 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



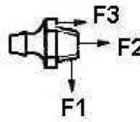
FEATURES OF P8 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



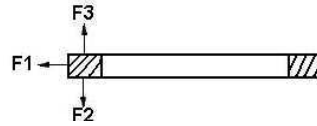
FEATURES OF P9 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 FEATURE f4 TYPE = TARGET
 FEATURE f5 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



FEATURES OF P10 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES



FEATURES OF P11 PART
 FEATURE f1 TYPE = TARGET
 FEATURE f2 TYPE = TARGET
 FEATURE f3 TYPE = TARGET
 ENDFEATURES
 ENDDECLARATIONSFEATURES



 # DECLARATIONS OF INTERNAL CONSTRAINS BETWEEN FEATURES IN A PART
 #

DECLARATIONSCONSTRAINS
 CONSTRAINS OF P1 PART
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f1 RELATED TO f11 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f7 RELATED TO f1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f9 RELATED TO f2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f10 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PARALELISMO: f12 RELATED TO f8 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P2 PART
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f6 RELATED TO f5 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PARALELA: f3 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P3 PART
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f1 RELATED TO f2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f3 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P4 PART
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f5 RELATED TO f1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f6 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 CONSTRAIN PARALELISMO: f4 RELATED TO f3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
 ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P5 PART

```
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f1 RELATED TO f2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f3 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P6 PART
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f1 RELATED TO f2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f3 RELATED TO f1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P8 PART
CONSTRAIN PARALELISMO: f1 RELATED TO f3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f2 RELATED TO f3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P9 PART
CONSTRAIN PARALELISMO: f1 RELATED TO f3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f2 RELATED TO f1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f3 RELATED TO f4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P10 PART
CONSTRAIN PARALELA: f2 RELATED TO f3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P11 PART
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f1 RELATED TO f2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: f3 RELATED TO f1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
ENDDECLARATIONSCONSTRAINS
```

```
#
# DECLARATIONS OF EXTERNAL CONSTRAINS BETWEEN PARTS IN AN ASSEMBLY
#
```

```
DECLARATIONSCONSTRAINS
CONSTRAINS OF P1 PART
CONSTRAIN PARALELISMO: f1 RELATED TO P5.F2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICA: F2 RELATED TO P11.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICA: F3 RELATED TO P8.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICA: F4 RELATED TO P9.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICA: F5 RELATED TO P4.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICA: F6 RELATED TO P10.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F7 RELATED TO P5.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PARALELISMO: F8 RELATED TO P10.F2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PLANICIDAD: F9 RELATED TO P4.F2 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F10 RELATED TO P9.F2 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F11 RELATED TO P8.F2 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F12 RELATED TO P10.F3 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN KC: F13 RELATED TO P2.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
ENDCONSTRAINS
```

```
CONSTRAINS OF P2 PART
CONSTRAIN KC: F1 RELATED TO P1.F13 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F2 RELATED TO P8.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F3 RELATED TO P9.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
```


CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F4 RELATED TO P3.F1 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F5 RELATED TO P6.F1 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F6 RELATED TO P7.F1 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P3 PART

CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F1 RELATED TO P2F4 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PLANICIDAD: F2 RELATED TO P9.F4 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PLANICIDAD: F3 RELATED TO P6.F2 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P4 PART

CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F1 RELATED TO P1.F5 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F3 RELATED TO P5.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F4 RELATED TO P5.F5 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PLANICIDAD: F2 RELATED TO P1.F9 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PLANICIDAD: F5 RELATED TO P11.F2 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F6 RELATED TO P5.F4 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P5 PART

CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F1 RELATED TO P1.F7 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002
LOWERLIMIT 0.00
CONSTRAIN PARALELISMO: F2 RELATED TO P1.F1 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.002 LOWERLIMIT
-0.000256
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F3 RELATED TO P4.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F5 RELATED TO P4.F4 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F4 RELATED TO P4.F6 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT
0.0056
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P6 PART

CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F1 RELATED TO P2.F5 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PLANICIDAD: F2 RELATED TO P3.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F3 RELATED TO P7.F2 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F4 RELATED TO P7.F3 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P7 PART

CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F1 RELATED TO P2.F6 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F2 RELATED TO P6.F3 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F4 RELATED TO P6.F4 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P8 PART

CONSTRAIN CONCENTRICA: F1 RELATED TO P1.F3 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT
0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F2 RELATED TO P1.F11 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F3 RELATED TO P2.F2 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P9 PART

CONSTRAIN CONCENTRICA: F1 RELATED TO P1.F4 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT
0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F2 RELATED TO P1.F10 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
CONSTRAIN CONCENTRICIDAD: F3 RELATED TO P2.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT -0.0005
CONSTRAIN PLANICIDAD: F4 RELATED TO P3.F2 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PLANICIDAD: F5 RELATED TO P11.F3 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P10 PART

CONSTRAIN CONCENTRICA: F1 RELATED TO P1.F6 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT
0.00
CONSTRAIN PARALELISMO: F2 RELATED TO P1.F8 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT
0.00
CONSTRAIN PERPENDICULARIDAD: F3 RELATED TO P1.F12 WITH UPPERLIMIT 0.025 LOWERLIMIT 0.0056
ENDCONSTRAINS

CONSTRAINS OF P11 PART

CONSTRAIN CONCENTRICA: F1 RELATED TO P1.F2 WITH VALUE 5.21 UPPERLIMIT 0.0002 LOWERLIMIT
0.00


```
CONSTRAIN PLANICIDAD: F2 RELATED TO P4.F5 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
CONSTRAIN PLANICIDAD: F3 RELATED TO P9.F5 WITH UPPERLIMIT 0.001 LOWERLIMIT 0.0009
ENDCONSTRAINS
ENDDDECLARATIONSCONSTRAINS
ENDDDESCRIPTIONGRAPH
```

4. Conclusiones

Con el presente trabajo se corrobora la importancia de realizar la extracción de los datos del modelo del ensamble del producto entre los que están su descripción dimensional de cada pieza componente del ensamble, los elementos de formas de cada pieza que intervienen en el ensamble, las tolerancias dimensionales y las de forma y posición. Han sido presentados 4 grupos dimensionales para clasificar los conjuntos de superficies que conforman las piezas durante la descripción dimensional.

La ventaja de extraer todos los datos antes mencionados radica en que son necesarios para la realización de la planificación del proceso de ensamble y de otros procesos de manufacturas como: el de maquinado, fundición u otro, que se aplique a cada una de las piezas del ensamble de manera individual. También la información extraída permite realizar el análisis y síntesis de tolerancia, lo cual es garantía de una buena planificación de los procesos de fabricación como expresión de la disminución del tiempo y el costo de estos.

Referencias

- [1] ASME Dimensioning and Tolerancing. ASME Y14.5M-1994 [REVISION OF ANSI Y14.5M-1982 (R1988)]. Document provided by IHS Licensee = Visteon / 5939448001, 02/04/2005 01:00:31 MST Questions or comments about this message: please call the Document Policy Group at 303-397-2295.
- [2] Avila-Rondón, R.L., et. al. CAPP based on Form Features. 13th ISPE/IEE International Conference on CAD/CAM Robotics & Factories of the Future '97. Pereira. Colombia. Nov. 1997
- [3] Cordovés, A. "Guía Metodológica para el Proyecto de Curso de Tecnología de la Construcción de Maquinarias". 1989. 59 páginas. Documento interno del CE CAD/CAM. Universidad de Holguín.
- [4] ISO 492/199/582 "Precisiones de los rodamientos". <http://www.nodeshk.com/tech/bearing-data/bearing-tolerances.html>. Consultada 20 de enero de 2018.
- [5] Pasquale Franciosa, S.P., Alain Riviere, 3D tolerance specification: an approach for the analysis of the global consistency based on graphs 2009.
- [6] Rodríguez Hernández, O.; Corugedo Méndez, A. "Dibujo aplicado para ingenieros". Editorial Félix Varela. La Habana, 2 tomos, 345p. 2005. Cuba.
- [7] Zeid I. CAD/CAM Theory and Practice. McGraw Hill Books. 1992. USA.

¿Eficiencia o Eficacia Terminal? Cambio de Paradigma en la Gestión Administrativa Escolar

Arnulfo Soto Moreno^{1 y 2}, Saraí Córdoba Gómez² y Antelmo Orozco Raymundo²

¹ C.B.T.I.S. 162, en Zitácuaro, Michoacán.

² Academia de Ciencias Económico Administrativas- Instituto Tecnológico de Zitácuaro.
sotoarnulfo69@gmail.com

Resumen

El artículo muestra un estudio realizado con el propósito de cambiar el paradigma que se tiene en cuanto a la Eficiencia Terminal (ET); debido a que este indicador es trascendental en la gestión administrativa del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No.162. La investigación contiene un diseño no experimental, por lo que es de naturaleza comparativa y a su vez propositiva, debido a que pretende contrastar entre la eficacia y la eficiencia terminal; por lo que el estudio se sustentó en un análisis ex post-facto. Los métodos de investigación empleados se pudieron aplicar procedimentalmente; por lo que el hallazgo más sobresaliente arroja y demuestra que es un error sumamente grave interpretar a la ET de la misma forma para todos los niveles educativos.

Palabras clave- Eficiencia, eficacia, administración, gestión, enfoque sistémico.

1. Introducción

De acuerdo a la teoría de sistemas organizacionales existen varios componentes administrativos que a su vez se constituyen como indicadores del estado o salud organizacional; siendo uno de éstos la eficiencia, la cual en términos literarios significa hacer mejor todas las cosas que se tienen que hacer; en tanto que en el contexto educativo este indicador se ha incorporado para medir los resultados del quehacer institucional, el cual se conoce como Eficiencia terminal (ET) en las Instituciones de Nivel Medio Superior (EMS) y representa uno de los indicadores que por sus características de naturaleza cuantitativa ha servido para determinar la capacidad de utilizar los recursos de los que se tiene a la mano para ofrecer un servicio educativo.

Al hablar de los sistemas de gestión escolar es necesario hacerlo de acuerdo a los diversos contextos normativos en los que se encuentren insertos; pues son estos últimos los que determinan y condicionan los modelos organizacionales que sustentan y a su vez distinguen a los centros educativos de cualquier país, y por ende, su impacto e influencia alcanza el funcionamiento de los centros educativos de nivel medio superior.

Aunque las reformas educativas son de constante movilidad, en esencia los prototipos de gestión escolar son muy parecidos, e inclusive van más allá de la semejanza casual

Por lo tanto, la turbulencia alcanza a trastocar las estructuras formales de cualquier tipo o categoría de empresa o institución, por lo que es necesario precisar que en el ambiente organizacional actual se gestan, operan y propician cambios constantes respecto a la forma de realizar las funciones, tareas y actividades organizacionales con el propósito de asegurar la eficacia y eficiencia. Lo anterior, consecuentemente incide en las líneas de la coordinación, ejecución e interpretación de las situaciones y resultados que envuelven a los resultados organizacionales.

2. Descripción del método

La investigación realizada es de naturaleza comparativa y a su vez propositiva, debido a que pretendió contrastar entre la eficacia y la eficiencia terminal. Lo anterior también la distingue como una de tipo descriptiva y a su vez analítica, porque demuestra una serie de relaciones causales orientadas a cambiar de paradigma en la gestión administrativa escolar. La investigación corresponde a un análisis ex post-facto, porque no ejerce control sobre las variables de tipo independiente, y porque los hechos implícitos ya ocurrieron.

Sin embargo, desde la perspectiva administrativa la eficiencia no se obtiene de forma independiente a la eficacia, pues en realidad su implicación (causa-efecto) va más allá de la literalidad de ambos indicadores interdependientes, es por eso que valdría la pena considerar el cambio de paradigma de la eficiencia por eficacia terminal, específicamente en lo que se refiere a la gestión escolar de escuelas públicas, como lo es el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 162 (C.B.T.i.s 162). La razón es porque la ET únicamente se ocupa del resultado obtenido y sobre el cual se dictamina si es o no aceptable, sin considerar o tomar en cuenta la cantidad de recursos institucionales implícitos.

Es por eso que el problema de investigación se orientó no solamente se orientó a la identificación de los factores endógenos y exógenos que inciden en el impacto cuantitativo y su vez cualitativo de la ET de los estudiantes de nivel medio superior, en el que se ubica el plantel del C.B.T.i.s. 162 de Zitácuaro, Michoacán, México.

El contenido explica un diseño no experimental y por lo tanto, privilegia la observación, así como el análisis y la síntesis de resultados, en cuanto a las circunstancias precedentes y los efectos subsiguientes, lo que finalmente permite determinar indicadores de índole cuantitativo y cualitativo; todo lo anterior facilita potencialmente la toma de decisiones. La base metodológica de la presente investigación equivale a una representación de los procesos cerebrales fundamentalmente el constructo de investigación conserva una representación metodológica, que está constituida por la descripción de las variables X e Y, así como el establecimiento de la hipótesis cero H0, tal como lo representamos en la figura 1.

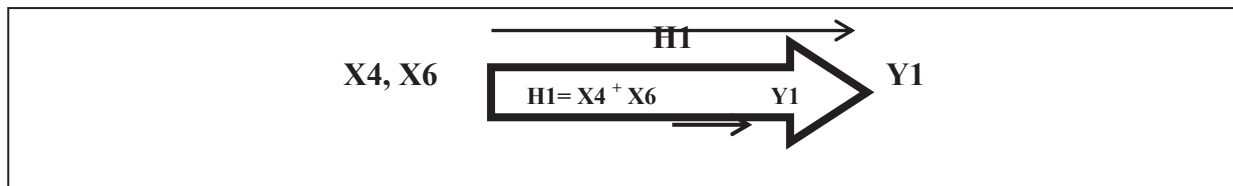


Figura 1 Descripción de variables X e Y.

En tanto que para el establecimiento de la hipótesis específica H1 se hace una segunda representación gráfica, la cual describe la agregación de los resultados de X4 más los resultados de X6, para correlacionarse con los resultados del indicador Y1.

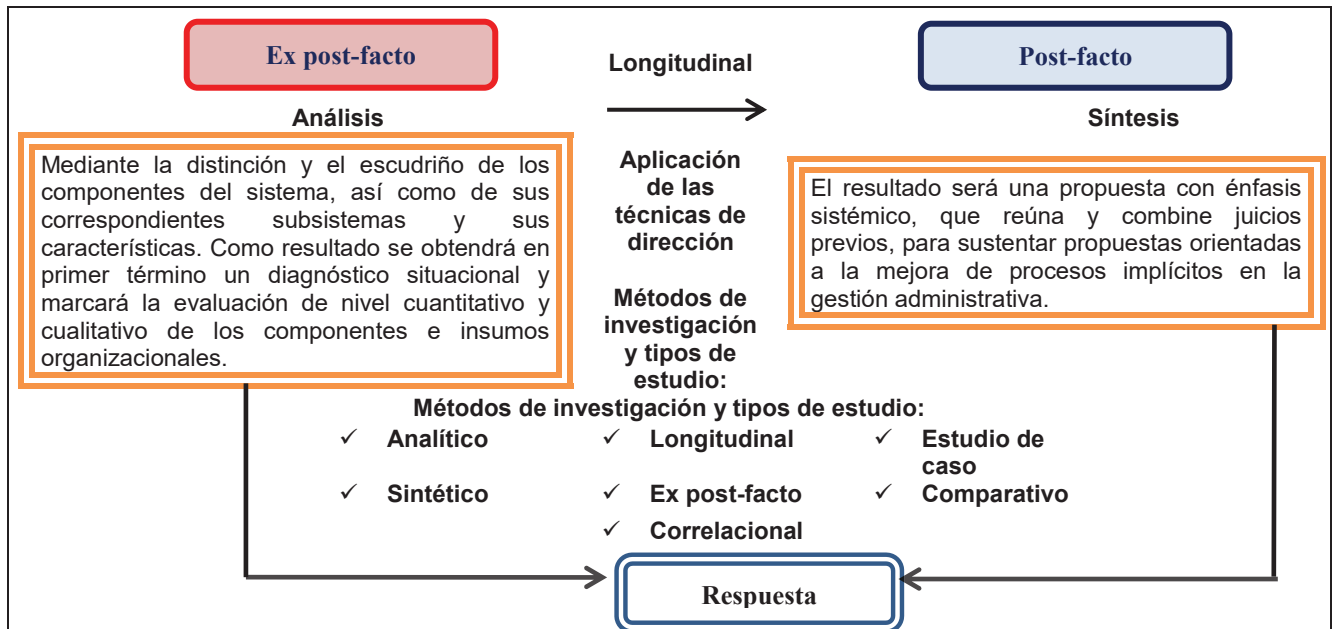


Figura 2 Tipos de investigación involucrados en el estudio.

La base metodológica de la investigación está sustentada en un constructo de investigación con dimensiones y alcances teórica, y cuya figura en esencia equivale a una representación de los procesos cerebrales.

Fundamentalmente el siguiente constructo de investigación representa, cuya base metodológica está constituida por la descripción de las variables X e Y, así como el establecimiento de la hipótesis cero H0; por lo que finalmente se describe la delimitación entre las relaciones existentes de los diferentes tipos de investigación involucrados en este estudio; así como lo mostramos en la Figura 3

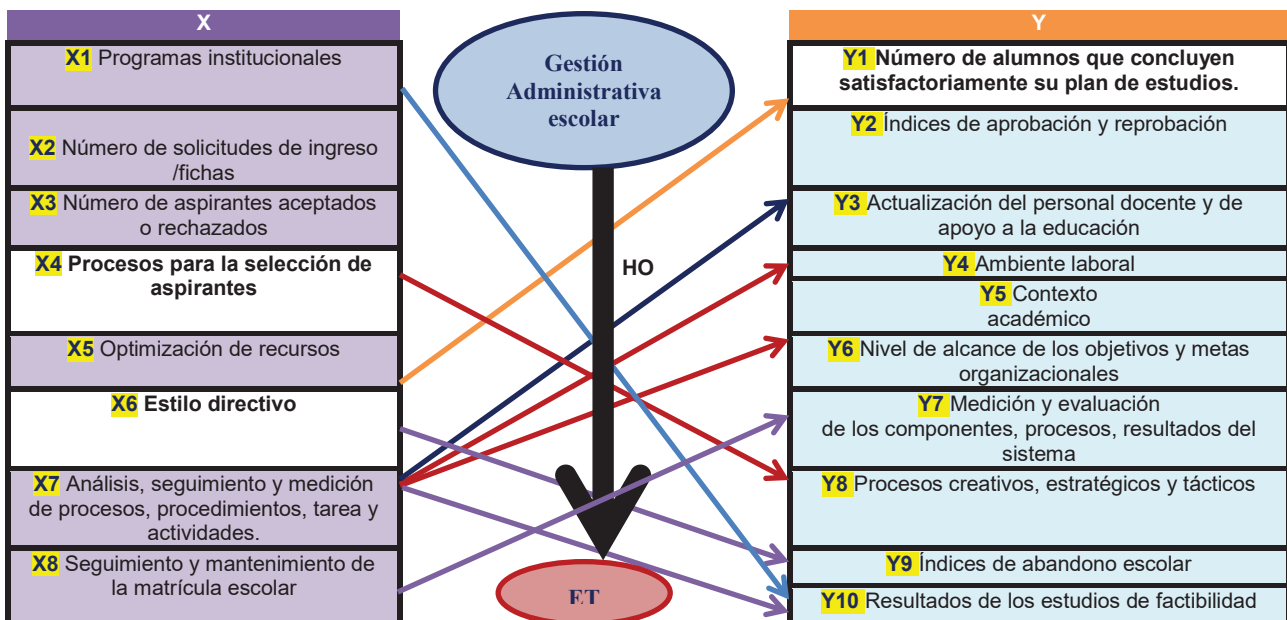


Figura 3 Constructo de investigación para H0.

La recopilación y validación de datos (cifras) se realizó mediante un amplio cuestionario diseñado, validado, aplicado e interpretado a una muestra técnicamente determinada. El instrumento se conformó de 92 ítems agrupados en tres dimensiones: Modelo existente, sistema y funcionalidad. Cada dimensión a su vez se conformó por indicadores relacionados a los procesos esenciales del quehacer escolar; a través de los cuales los sujetos que conformaron la muestra respondieron de acuerdo a los criterios según la escala de Likert.

La validación del instrumento de recolección de datos consistió en realizar la eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento, de lo cual se obtuvo el siguiente Alfa de Cronbach: válidos 36 (97.3%), excluidos 1 (2.7%), total: 37 (100).

Estas cifras reflejan que fueron 34 los individuos que respondieron el instrumento diseñado para la evaluación del Modelo educativo del C.B.T.i.s. 162; lo cual representó el 92%; asimismo refiere 3 casos (8%) excluidos; por lo que ambas cifras representan un total del 100% de las respuestas que se utilizaron.

Esencialmente si el resultado que arroja el Alfa de Cronbach representó una cifra de 0.888, de 235 elementos; el cual se redondea representa un valor de 0.89; lo que representa una buena confiabilidad, en virtud de que el valor es superior a 0.8.

3. Comentarios finales

Resumen de resultados- En este apartado se instala un dialogo comunicativo y de naturaleza textual, a través del cual se establecen los principales aspectos concomitantes, así como las divergencias propias; todo esto sustentado en la comprobación de las hipótesis que se verificaron mediante esta investigación, contrastándolas fundamentalmente con los principales resultados obtenidos en las investigaciones empíricas.

A través de esta investigación se confirma que a pesar de que la Gestión administrativa escolar es un tema trillado en el ámbito educativo sus diversos planteamientos no reconocen la complejidad del tema, pues minusvaloran aspectos tácitos.

Con los resultados obtenidos mediante este trabajo se profundiza en el tema de la supervisión, por lo que estoy de acuerdo con lo expuesto por Berger y Neubert (2005), en cuanto a que la supervisión encamina el accionar de la Gestión administrativa, porque así lo sostienen los resultados obtenidos en esta investigación; sin embargo, afirmo categóricamente que la supervisión debe ser un instrumento de apoyo y no punitivo, porque la propia supervisión se constituye como elemento fundamental para asegurar la eficacia administrativa, pero además sostengo que es la primera fase, y a su vez se constituye en el sustento de la ET.

Mediante los resultados cosechados en esta investigación se concluye contundentemente que como parte integral de la ET es necesario establecer, fortalecer y mantener una estrecha relación con los padres de familia, así como con los sectores productivo y social del contexto institucional del C.B.T.i.s. 162; en contraste con los resultados de Porras (2013), en cuanto a que en su investigación se concluyó, entre otros resultados, que las relaciones con el sector productivo y con los padres de familia fueron componentes de menor valoración en las relaciones con el entorno.

La investigación realizada arroja elementos suficientes para corroborar que los directivos de los centros educativos no cuentan con estudios de posgrado relacionados con la educación, la administración educativa y el desarrollo del recursos humanos; por lo que se abona a lo dicho por Casas M. (2008), afirmando que esta deficiencia se refleja en múltiples y cruciales procesos que inciden directamente en los resultados de la ET. Destacando entre estos la toma de decisiones y el liderazgo; que a su vez se reflejan negativamente con la falta de participación, colaboración y compromiso de parte del personal docente, administrativo y de servicios.

De acuerdo con los resultados de la investigación realizada por Ortega, M.M, Navarro, R.M y Ortega, M.F. (s.f) la ausencia de estrategias y actividades, así como de objetivos organizacionales claros, lo cual se profundizó mediante esta investigación, pues se concluyó que las funciones, tareas y

actividades de cada uno de los procesos implícitos en la ET requieren de estrategias deben estar claramente definidas, y además deben ser establecidas de manera colaborativa con todos los implicados.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos cristalizan la razón de ser de esta investigación que se planteó sintéticamente como la necesidad imperante de proponer un enfoque sistémico que contribuya al incremento de la ET del C.B.T.i.s. 162, en función del diseño de un modelo de gestión que incluya la administración escolar.

La investigación realizada arroja elementos suficientes para corroborar que los directivos de los centros educativos no cuentan con estudios de posgrado relacionados con la educación, la administración educativa y el desarrollo del recursos humanos; por lo que se abona a lo dicho por Casas M. (2008), afirmando que esta deficiencia se refleja en múltiples y cruciales procesos que inciden directamente en los resultados de la ET. Destacando entre estos la toma de decisiones y el liderazgo; que a su vez se reflejan negativamente con la falta de participación, colaboración y compromiso de parte del personal docente, administrativo y de servicios.

Por lo tanto, a través de esta investigación se abona al complejo proceso de la Administración escolar, porque se detectaron huecos en cuanto al uso, aprovechamiento e impacto de los recursos disponibles; en tanto que se ha comprobado que la Gestión administrativa escolar, en comparación a la administración escolar aprovecha otra de las hendiduras del enfoque sistémico de la administración, en relación a que el conjunto de técnicas, instrumentos y procedimientos deben ser aprovechados sistémicamente de acuerdo al marco contextual de los propios recursos disponibles.

Los resultados de esta investigación también confirman que la Administración escolar se ubica básicamente en el plano de la función institucional, en tanto que la Gestión administrativa escolar tiene una más amplia connotación, porque todo lo anterior se alcanza a solventar únicamente mediante la práctica de un modelo que se sustenta en un claro deslinde conceptual.

Por lo tanto, a través de esta investigación se abona al complejo proceso de la Administración escolar, porque se detectaron huecos en cuanto al uso, aprovechamiento e impacto de los recursos disponibles; en tanto que se ha comprobado que la Gestión administrativa escolar, en comparación a la administración escolar aprovecha otra de las hendiduras del enfoque sistémico de la administración, en relación a que el conjunto de técnicas, instrumentos y procedimientos deben ser aprovechados sistémicamente de acuerdo al marco contextual de los propios recursos disponibles.

Los resultados de esta investigación también confirman que la Administración escolar se ubica básicamente en el plano de la función institucional, en tanto que la Gestión administrativa escolar tiene una más amplia connotación, porque todo lo anterior se alcanza a solventar únicamente mediante la práctica de un modelo que se sustenta en un claro deslinde conceptual.

5. Recomendaciones

Por encima del fortalecimiento de los diversos procesos implicados en los resultados de la ET, así como de los deslindes conceptuales y prácticos de la Gestión administrativa escolar se logró diseñar un Modelo con enfoque sistémico que además de incluir al complejo proceso de la Administración escolar contribuye al incremento de la ET de las instituciones educativas del nivel medio superior.

Por lo tanto, como se puede apreciar en la figura 4 que se refiere al Modelo alternativo diseñado para facilitar la Gestión administrativa escolar se ofrece una alternativa para que los directores de Instituciones educativas asuman el rol de Gestores administrativos de la Educación de nivel Medio Superior, y en lo sucesivo los índices de ET correspondan a esfuerzos conjuntos objetivos y resultados compartidos.

- A. A partir de los aspectos teórico-prácticos que no fueron objeto de estudio en este trabajo de investigación se desprenden las siguientes futuras líneas de investigación:
- B. La implementación y seguimiento del Modelo alternativo para la Gestión administrativa escolar.
- C. Estudio de tiempos y movimientos, con el propósito de diseñar e implementar criterios técnicos orientados a la mejora continua.
- D. Los sistemas de Gestión para la mejora para fortalecer la consolidación del Modelo alternativo para la Gestión administrativa escolar.
- E. Rediseño organizacional, orientado a procesos que agreguen valor a la Gestión administrativa escolar.

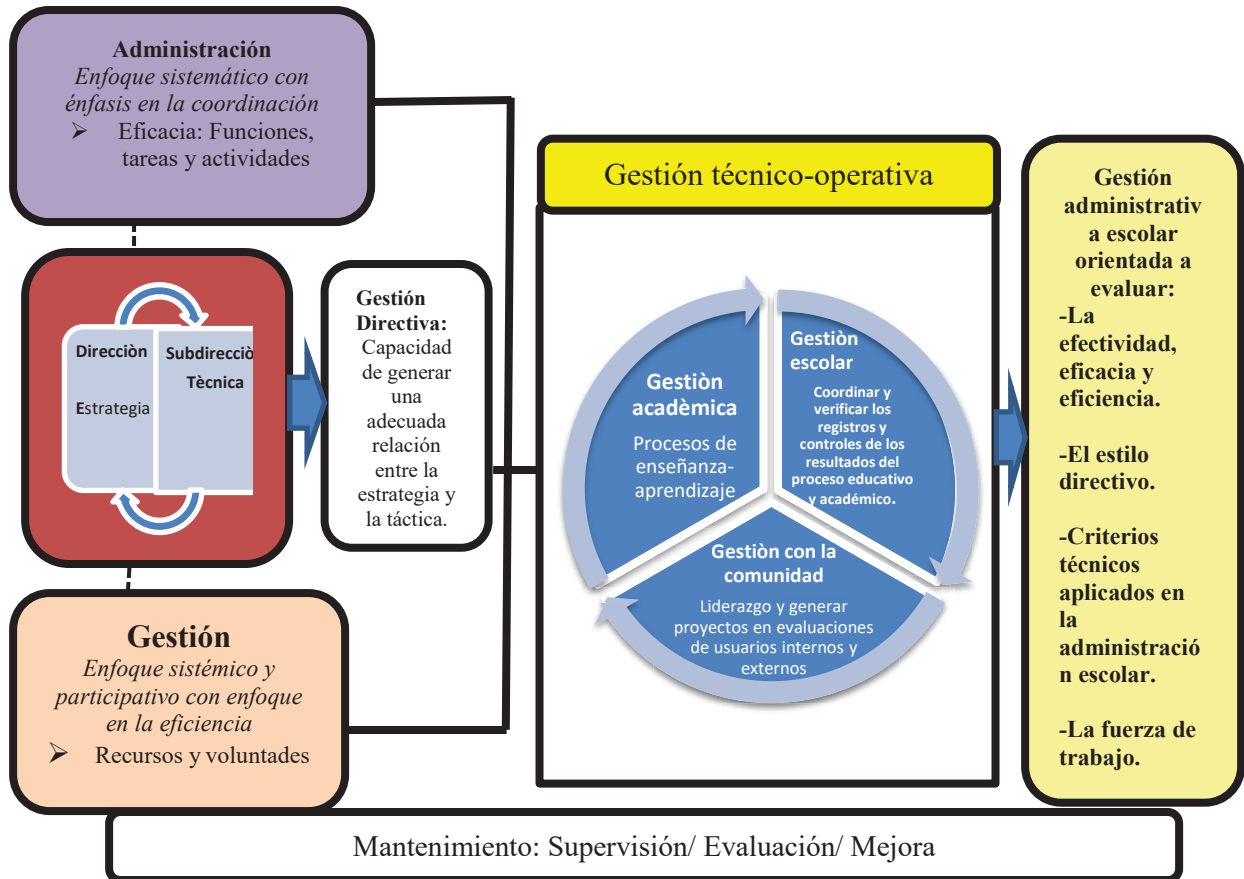


Figura 4 Modelo alternativo para la gestión administrativa escolar.

Referencias bibliográficas

- Berger y neubert (2005). *La biblioteca en la gestión educativa*. Tesis de licenciatura en gestión educativa, universidad católica argentina, facultad de humanidades "teresa ávila", argentina. Recuperado el 20 junio de 2014 de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/biblioteca-escolar-gestion-educativa.pdf>

Casas, m. (2008). *Sistematización de experiencias sobre formación en gestión para la educación básica del ciclo secundaria*. (maestría). Ipn, escuela superior de comercio y administración, unidad santo tomás, méxico, d.f.

Dirección general del desarrollo de la gestión e innovación educativa de la subsecretaría de educación básica (2010), *modelo de gestión educativa estratégica*. México, d.f.: sep. El 30 de septiembre de 2014, d. (s.f.). [Http://lema.rae.es/drae/?val=administrar](http://lema.rae.es/drae/?val=administrar).

Ortega, m.m., navarro, r.m., ortega, m.f. (s/f). *Evaluación de la dimensión organizativa de la gestión escolar dentro del programa de escuelas de calidad*. En dialnet. Recuperado de: [file:///c:/users/aspire/downloads/dialnet-evaluaciondeladimensionorganizativadelagestionesco-2941626%20\(3\).pdf](file:///c:/users/aspire/downloads/dialnet-evaluaciondeladimensionorganizativadelagestionesco-2941626%20(3).pdf)

Porras, a. (2013). *Implantación del sistema de gestión de la calidad en las instituciones públicas de educación preescolar, básica y media del municipio de villavicencio (colombia). Estudio de casos múltiples*. (doctorado). Uned, métodos de investigación y diagnóstico en evaluación i, facultad de educación., bogotá, col.

Programa de mejora continua del c.b.t.i.s. No. 162, recuperado el 03 de diciembre de 2014, de <http://www.sistemadeevaluacion.sems.gob.mx/sigeems/index.php>

Factores Motivacionales de acuerdo a la Teoría de Frederick Herzberg en el Departamento División Cuartos del Hotel San Francisco, Tapachula, Chiapas

Aceituno Campos Alejandro, Martínez Chávez Josefina y Hanse Rojas Alicia

Universidad Autónoma de Chiapas
Facultad de Ciencias de la Administración, Campus IV

Resumen

La investigación consistió en Identificar los Factores Motivacionales que Influyen en la satisfacción laboral del personal del Hotel San Francisco, el estudio de caso se desarrolló en el Departamento de División de Cuartos.

Los Factores Motivacionales y los Desmotivadores en el Departamento División Cuartos, que fueron identificados con base a la Teoría de Frederick Herzberg: Factores Motivacionales: Reconocimiento: crecimiento Laboral y capacitación; Factores higiénicos: Afiliación al sindicato, ambiente de trabajo y buena relación laboral; Factores Desmotivadores: No pertenecer al sindicato e incentivos, con el propósito de facilitar el logro de metas y objetivos de la organización, por medio de la motivación del personal.

Palabras Clave: Motivación, Factores, Departamento, Teoría

1. Introducción

La presente investigación se desarrolló en el Hotel San Francisco, ubicado en la ciudad de Tapachula, Chiapas, a continuación se da a conocer una breve historia.

El Hotel San Francisco, fue fundado en el año 1965 por el Sr. Francisco J. Marín. Anteriormente contaba con 40 habitaciones con la finalidad de satisfacer las necesidades de los huéspedes, en el año de 1968 abrió el restaurante Veranda que se destacó por su gran sabor.

Con el tiempo se acondicionó un bar, que en la actualidad es conocido como El Chiapaneco y dos salones para eventos Tacaná y Equípales. En el año de 1995 se construyó 20 habitaciones más, que dio un total de 60 habitaciones, el objetivo era brindar mejores servicios y se construyó la alberca del hotel en 1999.

En la actualidad cuentan con 106 habitaciones estándar y 25 habitaciones superiores equipadas con todos los servicios y comodidades. Además, cuenta con el Restaurante Veranda de comida internacional, centro de negocios, gimnasio, salón ejecutivo, 3 salones para eventos.

El tipo de investigación que se realizó fueron dos la descriptiva y explicativa.

Debido a que se buscó describir los factores motivacionales que benefician a que el personal se sienta auto realizado desempeñando sus actividades además de que se debe tomar en cuenta las consecuencias al no atender al personal con atención, por lo tanto tiene relación con el explicativo ya que se busca dar las razones del por qué se presenta los fenómenos.

Por lo consiguiente para dicha investigación se utilizó como auxiliar el método cuantitativo para interpretar los resultados por medio de gráficas

Filosofía empresarial del Hotel

Visión

Ser una empresa que cuente con servicios, instalaciones y personal capacitado y en continuo desarrollo para consolidarse como líder en la industria turística de Tapachula.

Misión

Ofrecer servicios integrales de hospedaje, alimentos y banquetes que cumplan las expectativas de los viajeros de negocios y de grupos a través de un servicio cálido y amigable, buscando siempre optimizar el manejo de los recursos.

Organigrama 1 Departamento del Ama de Llaves.

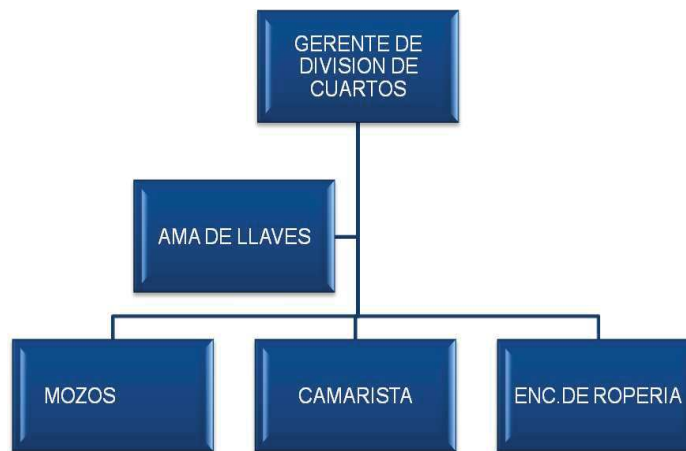


Fig.1. Estructura organizacional del Departamento de ama de llaves

2. Descripción de los Servicios del Hotel San Francisco

El hotel San Francisco ubicado en central sur No. 94 en Tapachula Chiapas, cuenta con 50 años de brindar servicios de hospedaje y restaurante, buscando satisfacer las necesidades de los huéspedes.

El hotel dispone de 103 habitaciones con una categoría de 4 estrellas el cual está especialmente diseñado para ofrecer servicios de calidad y confort.

Las habitaciones que ofrece el hotel son las siguientes:

- Estándar sencillo: Equipada con 1 cama matrimonial, aloja a 1 adulto y hasta 1 persona extra.
- Estándar doble: Equipada con 2 camas matrimoniales, aloja a 2 adultos y hasta 2 personas extras.
- Estándar cuádruple: Equipada con 4 camas individuales, tiene capacidad máxima de 4 adultos.
- Superior King: Con 1 cama King size, tiene capacidad máxima de 2 adultos.

- Superior doble: Con 2 camas matrimoniales, tiene capacidad máxima de 2 adultos y 2 personas extra.

Los servicios que ofrece este establecimiento son los siguientes:

- Alberca
- Gimnasio
- Restaurante y Bar
- Centro de negocios
- Sala Ejecutiva de Juntas Salones para eventos
 - Seguridad contra incendios
 - Personal de seguridad [1] http://zonaturista.com/hotel_files/8066.gif. (2017). Accedido el 23 de marzo de 2017

Cartwright, J.: Big stars have weather too. *IOP Web*. <http://physicsweb.org/articles/news/> (2005).
Accedido el 26 de Junio de 2007.

3. Problema

Actualmente, la motivación se considera como los estímulos que mueven a la persona a realizar determinadas acciones y persistir en ellas hasta culminarlas; en pocas palabras, es la voluntad para hacer un esfuerzo, por alcanzar las metas de la organización, condicionado por la capacidad del esfuerzo para satisfacer alguna necesidad personal.

La motivación laboral es esencial en las empresas, debido a que mantiene a los empleados en un nivel alto de estímulo en donde pueden desarrollar actitudes positivas, las cuales puedan mejorar su desempeño en el trabajo, cuando ellos son correctamente motivados realizan sus funciones y tareas con buena actitud favoreciendo a toda la organización, pero sobre todo satisfaciendo las necesidades de superación.

En toda empresa tanto privada como pública, el personal es el elemento principal del proceso productivo, por lo tanto, es necesario que se identifique si en la actualidad los empleados del Departamento de División de Cuartos del Hotel San Francisco, se encuentran motivados para la realización de sus actividades y responsabilidades laborales.

Tomando en consideración que los Hoteles son prestadores de servicio y que en la actualidad el mercado global presenta una mayor competitividad por lo que exige calidad al momento de ofrecer los servicios. Además, la motivación es una herramienta sustancial y necesaria; ya que el empleado que se siente motivado desarrollara sus actividades con mayor eficiencia, debido a esto las empresas se deben enfocar en conocer cuáles son los factores motivacionales y una vez identificados implementar las estrategias que ayuden a mejorar su rendimiento al momento de realizar las actividades.

4. Objetivo

Identificar los Factores Motivacionales de acuerdo a la Teoría de Frederick Herzberg de los empleados en el Hotel San Francisco del Departamento de División Cuartos

5. Justificación

En la actualidad la motivación juega un papel fundamental a la hora de lograr metas y objetivos en las empresas u organizaciones, para crear y mantener un alto nivel de motivación es importante

asegurarse de que los objetivos y los valores de cada empleado correspondan con la misión y la visión de la organización.

Es considerable que las organizaciones de éxito traten a su personal como una fuente fundamental de competitividad, al considerarse el factor humano como el activo más importante de la misma; de ahí la necesidad de conseguir y contar en todo momento con el personal más calificado, motivado y competitivo posible.

El tema de motivación es primordial ya que afecta el estado psicológico y emocional de los empleados, lo cual repercute en su eficiencia en el puesto creando una baja productividad en sus actividades y peor aun brindando un servicio de baja calidad a los clientes quienes pueden llegar a sufrir las consecuencias de tener poca motivación laboral.

6. Marco Teórico

6.1. Antecedentes de la Motivación

La llegada de la industrialización y la desaparición de los talleres artesanos a principios del siglo XVIII trajeron consigo una mayor complejidad en las relaciones personales del entorno laboral, un descenso de la productividad y un aumento de la desmotivación de los trabajadores.

Para remediar esta situación era necesario encontrar el modo de conjugar los intereses de la empresa y de los trabajadores. Sin embargo, no sería hasta 1920 cuando naciera la Organización Internacional del Trabajo (OIT), institución gracias a la cual empezó a cobrar importancia el bienestar de los trabajadores y se comenzó a legislar al respecto.

Por otra parte, a mediados del siglo XX surgieron algunas teorías que estudiaban la motivación y, a partir de entonces, se empezó a relacionar la motivación trabajador con su rendimiento laboral y su satisfacción personal. Las conclusiones de estos estudios señalaron que un trabajador motivado es más eficaz y más responsable y, además, genera un buen clima laboral.

A partir de entonces, las empresas decidieron analizar que buscan las personas en el trabajo, cuál es su escala de necesidades, que deseos, conscientes o inconscientes, quieren satisfacer, cuáles son sus intereses, con que trabajos se sienten más identificados, etc. El fin último de estos análisis era conseguir que el trabajador se sintiera realizado como persona y como trabajador mediante la función que desempeñara dentro de la empresa.

6.2. Concepto de Motivación

Según Hernández y Rodríguez, menciona que la motivación es la “fuente interna de la energía que mueve y entusiasma a las personas dirigiendo su conducta hacia determinados objetivos y metas.” en otras palabras son los impulsos personales que ayudan a conseguir los objetivos fijados en la empresa en donde la persona tiene que tener voluntad propia por alcanzar las necesidades que este pueda tener.

“Teoría de la Motivación de los Dos Factores” ó “Teoría de Motivación e Higiene”, Frederick Herzberg. [2] Hernández, R. Sergio Administración.(Ed.) McGraw-Hill Interamericana.(2008).

La teoría de los dos factores, propuesta por Frederick Herzberg, explica como los motivos presentes en una situación de trabajo interactúan como los motivos internos de cada persona. En una situación de trabajo los dos factores que influyen en el desempeño pueden dividirse en dos categorías principales:

- ✚ El propio trabajo
- ✚ Las condiciones de trabajo

Según Amaru, la motivación depende de dos factores íntimamente relacionados:

1.-Factores higiénicos: son las condiciones de trabajo que rodean a la persona. Dichos factores son extrínsecos o ambientales como:

- El salario
- Prestaciones
- Estilo de liderazgo
- Seguridad en el trabajo
- Políticas de la organización
- Estatus

2.-Factores motivadores: Se refieren al perfil del puesto y a las actividades relacionadas con él.

Estos factores son intrínsecos:

- Trabajo en si
- Reconocimiento
- Crecimiento del personal

Los factores de higiene en si no producen ninguna satisfacción y pueden generar insatisfacción mientras los factores motivadores -dan origen a satisfacciones y no crean insatisfacción. [3] A. C. Amaru, Fundamentos de Administración .(Ed.) México: Pearson Educación.(2009).

7. Método

El tipo de investigación que se realizó fueron dos la descriptiva y explicativa.

Debido a que se buscó describir los factores motivacionales que benefician a que el personal se sienta auto realizado desempeñando sus actividades además de que se debe tomar en cuenta las consecuencias al no atender al personal con atención, por lo tanto tiene relación con el explicativo ya que se busca dar las razones del por qué se presenta los fenómenos.

Tipos de instrumentos utilizados para recabar la información: Cuestionario, Entrevista, Observación

Para la realización del cuestionario se tomó en cuenta la teoría de Frederick Herzberg la cual consiste en los siguientes factores:

- Higiénicos: Salario, prestaciones sociales, políticas de la organización, estatus, seguridad en el trabajo.
- Motivacionales: Reconocimiento, crecimiento personal, trabajo en sí.

Por lo consiguiente para dicha investigación se utilizo como auxiliar el método cuantitativo para interpretar los resultados por medio de graficas.

8. Resultados

Con base a las teorías propuestas se llegó a la conclusión que la teoría que más se apega al tema de investigación; es la Teoría Bifactorial de Frederick Herzberg; la cual se divide en dos factores: higiénicos y motivacionales.

Los factores higiénicos también conocidos como extrínsecos que evitan la insatisfacción en el trabajo son los siguientes y que de alguna manera se encuentran vinculados con el personal de dicho hotel:

- ✓ Salario
- ✓ Prestaciones
- ✓ Clima laboral
- ✓ Oportunidades de crecimiento
- ✓ Relaciones con el gerente y compañeros
- ✓ Políticas de la organización
- ✓ Estatus
- ✓ Seguridad en el trabajo

Algunas de las limitantes de esta teoría para actuar sobre los trabajadores y las cuales pueden afectar a la satisfacción son las siguientes:

- El salario: debe ser el correspondiente al trabajo que el empleado realiza, siempre lo justo de acuerdo como lo marca la ley.
- El bienestar del empleado: en todo momento se debe encontrar cómodo no solo físicamente, sino que pueda hacer su trabajo en un ambiente tranquilo.
- Relación con superiores: la relación entre jefe-empleado debe mantenerse siempre al margen y tratarse con el debido respeto, siendo recíproco.

Esta teoría es de suma importancia debido a que Herzberg menciona que el dinero lleva al movimiento, pero no a la motivación. Esto se debe a que el dinero actúa como una técnica que puede ayudar a impulsar al empleado, pero realmente el encargado de implementarlas estrategias para mantener motivado al trabajador, es el jefe de departamento, por tal motivo debe atender la relación que este tenga con el ambiente laboral de la empresa, además el sueldo que perciben por realizar su trabajo sea el justo de acuerdo a las actividades que desempeñan en su área.

Los elementos mencionados son de gran importancia debido a que en conjunto ayudan a contribuir de una manera positiva a la motivación de las personas que trabajan en una empresa.

Los factores motivacionales, los cuales son intrínsecos por que parten del interés personal y que al existir permite el aumento de satisfacción al momento de realizar su trabajo son los siguientes:

- ✓ Realización del personal: Posibilidad de crecer profesionalmente en el departamento además que la empresa le brinde la oportunidad de ascender al puesto que está desocupado siempre y cuando cumpla con los requisitos necesarios para la vacante.
- ✓ Reconocimiento: es el trabajo bien hecho y el esfuerzo personal que actúa como una fuerza invisible estimulando la satisfacción y el bienestar de los empleados.
- ✓ Crecimiento del personal: es la autorrealización de la persona al momento de ejecutar las tareas asignadas lo cual le permite un crecimiento tanto profesional como laboral.
- ✓ Definición de metas y objetivos relacionada con el trabajo: es llevar a cabo las actividades que se le encomiendan a diario con la finalidad de alcanzar resultados positivos de la organización.

Debido a lo antes mencionado fue seleccionada esta teoría la cual permitió conocer a fondo el ambiente de trabajo y al mismo tiempo se logro identificar los factores motivacionales que influyen en la satisfacción del personal.

De acuerdo a los resultados obtenidos de las encuestas, la teoría que más se apega a la investigación es la de Frederick Herzberg, la cual influye en la satisfacción de los empleados del Hotel San Francisco del Departamento de División de Cuartos se obtuvo lo siguiente:

El 46% representa los empleados encuestados que en este caso fueron 7 de 15 empleados que es el número total que se pretendía encuestar.

De acuerdo al resultado obtenido de las encuestas; los factores positivos dentro del departamento división de cuartos son los siguientes:

1. Las actividades que desempeñan los empleados les permite darse a conocer en su ámbito además los motiva a esforzarse continuamente.
2. El salario en la empresa no es un problema debido a que reconocen que lo recibido es lo justo y necesario de acuerdo al trabajo realizado.
3. Las capacitaciones que se llevan a cabo en el Hotel son realizadas en base a las actividades que deben ejecutar.
4. Las oportunidades de crecimiento son importantes para los empleados debido a que creen que podrían sentirse auto realizados y al mismo tiempo los motivaría a tener un mayor rendimiento.
5. La comprensión de los empleados al momento de escuchar las ordenes y tareas asignadas beneficiaran a la empresa ya que su adaptación al trabajo ayuda al buen funcionamiento de la misma.
6. El ambiente de trabajo es adecuado para realizar correctamente las funciones que se les asigna, además que el ambiente laboral los motiva a cumplir con sus actividades.
7. Los empleados se sienten satisfechos y auto realizados en el puesto en el que se encuentran desempeñando sus labores.

9. Factor negativo:

1. El factor que desmotiva a los empleados, es que no cuentan con ningún tipo de incentivos por el esfuerzo realizado al llevar a cabo las tareas asignadas.

Como análisis general se obtuvieron dos resultados totalmente diferentes debido a que se realizo encuestas a los empleados y aparte una entrevista al encargado de departamento de división de cuartos del cual se obtuvo lo siguiente:

El ambiente de trabajo no es muy favorable debido a que hay empleados que se encuentran afiliados a un sindicato, por lo que se considera que los empleados tienen una percepción errónea de lo que es pertenecer a un sindicato ya que este, tiene como principal objetivo proteger los derechos que tienen como beneficiarios a esta asociación, pero en ningún momento lo exenta del cumplimiento de sus actividades y mucho menos de cumplir con las ordenes que su jefe inmediato le asigna.

Para el encargado del departamento es muy importante que el personal a su cargo se encuentre motivado porque de alguna forma tiene el conocimiento de que si sus empleados se encuentran entusiasmados van a realizar su trabajo con una buena actitud. Por lo cual hizo referencia a la carencia de estrategias para motivarlos, es decir que se tome el interés por mejorar la relación entre empleados mediante actividades recreativas, las cuales puedan crear una vinculación interpersonal fuera del trabajo.

Además de lo antes mencionado se encontró una deficiencia por ofrecer capacitaciones tanto para los trabajadores que necesitan reforzar sus conocimientos en su área, así como aquellos que desean conocer más acerca de su puesto o de otro en particular teniendo la intención de superarse en el ámbito profesional.

En cuanto a la forma en que el encargado de división cuartos evalúa el desempeño de los empleados afirmo que hace lo posible para que su personal realice su trabajo, aunque no indico si tienen alguna forma de cómo calificar el desempeño de los empleados.

Como conclusión podemos afirmar que los datos obtenidos tanto de las encuestas como de la entrevista son que el personal debería de contar con técnicas motivacionales (incentivos) y que sea el impulso para que los ayude a poder cumplir en el trabajo.

Debido a que Hotel San Francisco se encontraba en temporada alta solo se pudo encuestar a 7 empleados, por tanto, era difícil recabar dicha información por esta razón se realizó una entrevista al Ama de llaves para complementarla.

10. Conclusiones y Recomendaciones

La finalidad del presente trabajo de investigación consistió en Identificar cuáles son los Factores Motivacionales que Influyen en la satisfacción laboral en el personal del Hotel San Francisco, el estudio de caso fue llevado a cabo en el Departamento de División de Cuartos, con el propósito de facilitar el logro de metas y objetivos de la organización, por medio de la motivación del personal.

Como bien se conoce en la actualidad la motivación es aquella fuente interna de energía que mueve y entusiasma a las personas dirigiendo su conducta hacia determinados objetivos y metas, se puede decir que es la parte fundamental para todo tipo de organización, debido a que si la empresa cuenta con personas motivadas los resultados serán positivos, el empleado mostrara una buena actitud, un mayor rendimiento y satisfacción al momento de ejecutar las actividades asignadas, esto quiere decir que con el personal altamente calificado para llevar a cabo sus actividades, ofreciendo servicios de calidad al huésped y al no contar con personal motivado simplemente se va a reflejar con resultados negativos inesperados que solo perjudicaran al hotel.

Por esta razón se decidió identificar cuáles son los factores motivacionales que influyen en la satisfacción laboral de los empleados dentro del departamento de división de cuartos, ya que al realizar prácticas profesionales dentro de esta área surgió el interés de conocer a fondo si realmente el personal se encontraba motivado desempeñando las actividades que su jefe inmediato encomendaba.

De acuerdo a la teoría propuesta por Frederick Herzberg, para que el personal se encuentre motivado desempeñando sus actividades el encargado del departamento debe de brindar al empleado la oportunidad de crecimiento laboral lo cual repercutirá en su buen desempeño, además de beneficiar al empleado otorgándoles un reconocimiento como mejor empleado del mes u alguna otra bonificación extra.

Además, si el departamento brinda capacitaciones al empleado le permitirá obtener un nuevo puesto dentro de su área donde se encuentra laborando.

En el hotel, existe un sindicato, en donde los beneficiarios obtienen otras prestaciones que el personal de confianza no tiene y que resultaría motivador ofreciéndoles estabilidad en su empleo; por lo que en la entrevista con la encargada del departamento aseguró que, para evitar conflictos entre los empleados, les brindaba el mismo trato, para que así tuvieran una buena relación laboral que permitiera el fomento del trabajo colectivo resultando más fácil el logro de metas y objetivos. Con base a los puntos antes mencionados, se llegó a la conclusión que el hotel debe de implementar nuevos programas (plan motivacional y un programa de evaluación de desempeño que servirán de apoyo para mejorar este departamento y así mismo facilitara la toma decisiones para la mejora continua del Hotel San Francisco.

De dicha investigación se percato que existe otro tema que podría abordarse para realizar un estudio de caso en cuanto a la creación de un departamento de recursos humanos que de alguna manera beneficiara al Hotel por medio de la selección, contratación y formación del personal, y asimismo evaluando el desempeño de los empleados.

11. Sugerencia y Recomendaciones

Implementar un Plan de motivación en el Hotel San Francisco.

Con este Plan se pretende crear mejores condiciones de trabajo cuya finalidad es la mejora continua de la organización.

Beneficios:

- Ayuda a minimizar gastos de contratación.
- Permite que la empresa cuente con el personal adecuado para cada puesto de trabajo.
- Mantiene al personal motivado hacia el logro de metas.

Estrategias que motiven al personal:

- ✓ Creación de un departamento (Recursos Humanos) o la asignación de una persona encargada de este puesto.
- ✓ Otorgar un bono y/o reconocimiento al mejor empleado del mes.
- ✓ Reconocimiento por antigüedad.
- ✓ Brindar cursos de capacitación: (Técnicas para mejorar la limpieza de habitaciones).
- ✓ Oportunidades de autorrealización por parte de la empresa hacia al empleado (crecimiento, desarrollo profesional y personal).
- ✓ Beneficiar al empleado con un ascenso.
- ✓ Fomentar el trabajo colectivo mediante la realización de actividades motivacionales que faciliten un ambiente laboral armonioso.

Propuesta de un Programa de Evaluación de Desempeño para el Personal del Departamento de División de Cuartos.

Implementar un programa de Evaluación de desempeño facilitará al encargado del Departamento de División de Cuartos, la correcta evaluación de los conocimientos, habilidades y comportamientos de su personal a cargo.

Se recomienda realizar una evaluación al menos una vez por año, para visualizar que tan motivado se encuentra el empleado desempeñando sus labores para el logro de objetivos de la empresa.

Beneficios de implementar un Programa de Evaluación del Desempeño:

- Determina las responsabilidades, desarrolla habilidades, destrezas
- Mejora el rendimiento individual de sus trabajadores y la productividad de su empresa.
- Fomenta la comunicación cara a cara entre sus colaboradores y sus jefes directos.

Referencias

1. Administración de la Remuneración Total. (2005). México: McGraw-Hill Interamericana.
2. Amaru, A. C. (2009). Fundamentos de Administración . México: Pearson Educación.
- 3 .Angelo Kinicki, R. K. (2003). Comportamiento Organizacional. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- 4 .Brunet, L. (2000). El clima de trabajo en las organizaciones. México: Trillas.
5. Chiavenato, I. (2011). Administración de Recursos Humanos. México: Mc Graw Hil, Interamericana.
6. Chiavenato, I. (2011). Administración de Recursos Humanos. México: McGraw-Hill Interamericana.

7. Gestoso, C. g., & Guil Bozal, R. (2000). Psicología del trabajo para relaciones laborales. México: McGraw-Hill/interamericana de España.
8. Heinz Wehrich, K. K. (2002). Elementos de Administración. México: McGraw-Hill Interamericana.
9. Pardo, R. L. Manuela (2007). Recursos Humanos para Turismo. Madrid: Pearson Educación.
10. Pepitone, A. B.-J. (2002). Tenga a su equipo motivado. España: McGraw-Hill.
11. Hernández, R. Sergio (2008). Administración. México: McGraw-Hill Interamericana.
12. Torre, F. d. (1990). Administración Hotelera. México: Trillas.
13. Werther, K. D. William B. (2008). Administración de Recursos Humanos. México: McGraw-Hill Interamericana.

Mecanismos del Robot Bípedo TGK

Sánchez Arce Isidro, Sánchez Almazán Abraham, Marín Torres José María, Vázquez Hernández Enrique Alejandro y García Liñán Gerardo

División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
Av. Tecnológico S/N, Col. UPA., C.P. 78437
Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México.

Resumen

Últimamente las academias de ciencias y tecnologías se han inclinado en el desarrollo, mejora y automatización de elementos tecnológicos en servicio al ser humano, dándonos una comodidad e incluso una seguridad cada vez mayor.

Se propone crear un robot humanoide que sea lo suficientemente capaz de caminar en un entorno controlado, y pueda levantar objetos a su paso, para con ello, contar con la base de un robot bípedo colaborativo y por su funcionalidad que presenta pueda realizar tareas en la industria o incluso de búsqueda y rescate en situaciones de peligro o bien de difícil acceso para una persona adulta de un cuerpo de rescate y ser capaz de salvar vidas en el campo de desastre. Por lo que debe cumplir con energía integrada, respaldo de energía, capaz de caminar por sí solo, y ser apto de levantar objetos.

El presente trabajo es el diseño de un robot humanoide llamado TGK con capacidades de movimiento. Asimismo, que realice tareas de alto riesgo para una persona, de esta manera podrá ser utilizado en otras aplicaciones, como por ejemplo podría funcionar como un Robot Rescatista. Además se incorporarán baterías recargables y celdas solares para que el robot tenga una recarga.

En este trabajo se presenta el diseño, el análisis matemático y el desarrollo de dicho robot.

Palabras clave: Cinemática, posición, velocidad, aceleración, desplazamiento angular, análisis de marcha.

1. Introducción

En los últimos años, ha habido mucha investigación y desarrollo de robots inteligentes que pueden interactuar con los humanos en la vida diaria, como Sony AIBO y Honda ASIMO. En esta investigación, la comunicación entre los robots y los humanos se enfatiza en contraste con los robots industriales que realizan tareas especializadas. Mientras tanto, la inteligencia de un robot es un fenómeno subjetivo que surge durante la interacción del robot humano. Por lo tanto, es indispensable revelar un principio de comunicación humano-robot y humano-humano, es decir, un principio de interacción para desarrollar un robot compañero y realizar su inteligencia.

Algunos investigadores han abordado este problema. Por ejemplo, Kanda et al. y Scheeff et al. evaluaron cómo el comportamiento de sus robots afecta la interacción humano-robot al observar su interrelación. Estos trabajos han revelado gradualmente los efectos del comportamiento del robot en la interacción humano-robot. Sin embargo, existe la posibilidad de que la apariencia robótica distorsione nuestra interpretación de su comportamiento. La apariencia del robot es esencialmente una de sus

funciones; por lo tanto, el efecto de la apariencia debe evaluarse de forma independiente. En general, es difícil aislar los efectos del comportamiento de un robot de los del aspecto del robot que es diferente de los humanos. Una forma de discriminar es desarrollar un robot cuya apariencia sea la misma que la de los humanos. [1]

Además, diseñamos experimentos usando el Robot TKG desarrollado. Esta investigación está actualmente en progreso y solo se han obtenido resultados experimentales preliminares. En este proyecto se busca determinar la cantidad de desplazamiento angular que debe ser aplicada a uno de los eslabones de la cadera a fin de lograr la marcha del robot TKG.

2. Estado del Arte

La interacción humano-robot (HRI) es un campo de estudio dedicado a la comprensión, el diseño y la evaluación de sistemas robóticos para su uso por o con humanos. La interacción, por definición, requiere comunicación entre robots y humanos. La comunicación entre un ser humano y un robot puede tomar varias formas, pero estas formas están influenciadas en gran medida por si el humano y el robot están muy cerca el uno del otro o no.

Por lo tanto, la comunicación y la interacción se pueden separar en dos categorías generales:

- Interacción remota: el humano y el robot no están ubicados y están separados espacialmente o incluso temporalmente (por ejemplo, los Mars Rovers están separados de la tierra tanto en el espacio como en el tiempo).
- Interacción inmediata: los humanos y los robots están ubicados (por ejemplo, los robots de servicio pueden estar en la misma habitación que los humanos).

Dentro de estas categorías generales es útil distinguir entre aplicaciones que requieren movilidad, manipulación física o interacción social. La interacción remota con robots móviles a menudo se denomina teleoperación o control de supervisión, y la interacción remota con un manipulador físico a menudo se denomina telemanipulación. La interacción inmediata con los robots móviles puede tomar la forma de un asistente de robot, y la interacción próxima puede incluir una interacción física.

La interacción social incluye aspectos sociales, emotivos y cognitivos de la interacción. En la interacción social, los humanos y los robots interactúan como compañeros o compañeros. Es importante destacar que las interacciones sociales con los robots parecen ser próximas en lugar de remotas. Debido a que el volumen de trabajo en las interacciones sociales es enorme, presentamos solo una breve encuesta; una encuesta más completa de esta área importante se deja para el trabajo futuro. [2]

El diseño del robot, particularmente las preocupaciones del factor humano, son un aspecto clave de interacción humano robot (HRI). La investigación en estas áreas se basa en una investigación similar en interacción humano-computadora (HCI), pero presenta una serie de diferencias significativas relacionadas con la encarnación física del mundo real del robot. La encarnación física del robot, su forma y nivel de antropomorfismo, y la simplicidad o complejidad del diseño, son algunas de las áreas clave de investigación que se están explorando.

Realización: el atributo más obvio y único de un robot es su encarnación física. Al estudiar el impacto de la encarnación física en la interacción social, los investigadores de HRI esperan encontrar distinciones mensurables y compensaciones entre robots y sistemas no incorporados (por ejemplo, agentes virtuales de compañía, asistentes digitales personales, entornos inteligentes, etc.).

Pocos trabajos empíricos hasta la fecha han comparado los robots con otros agentes sociales. El trabajo de Bartneck et al. afirmó que la encarnación robótica no tiene más efecto en las emociones de las personas que un agente virtual. Un trabajo reciente y convincente utilizó tres

personajes; un humano, un robot y un personaje animado, para instruir verbalmente a los participantes en un ejercicio de apilamiento en bloque. El estudio informó diferencias entre los agentes encarnados y no incorporados: el robot era más atractivo para el usuario que un agente simulado. Woods et al. estudiaron las diferencias de percepción entre el rendimiento de los robots grabados en vivo y en video. Propusieron usar grabaciones de video durante el desarrollo del sistema como una herramienta de investigación complementaria para HRI.

Hallazgos recientes sugieren que hay varias diferencias clave entre un robot y un agente virtual en el contexto de la interacción humano-máquina. Las tres condiciones exploradas en ese trabajo (un cuerpo de robot físico, un robot físico ubicado en otro lugar a través de un enlace de video y una simulación de un robot) fueron un intento de controlar las variables para aislar los efectos de la encarnación del realismo.[3]

Servicio Social y Robótica Asistencial: el servicio y la robótica asistida incluyen un espectro muy amplio de dominios de aplicación, como asistentes de oficina, dispositivos autónomos de rehabilitación y robots educativos. Esta amplia área integra la investigación HRI básica con dominios del mundo real que requieren algún servicio o función de asistencia. El estudio de robots sociales (o robots socialmente interactivos) se centra en la interacción social, por lo que es un subconjunto adecuado de problemas estudiados en HRI.

La robótica asistida en sí misma no ha sido definida o encuestada formalmente. Un robot de asistencia se define ampliamente como uno que brinda ayuda o apoyo a un usuario humano. La investigación en robótica de asistencia incluye robots de rehabilitación robots de sillas de ruedas y otros asistentes de movilidad, robots de compañía, brazos manipuladores para discapacitados físicos y robots educativos.

Estos robots están diseñados para su uso en una variedad de entornos que incluyen escuelas, hospitales y hogares. En el pasado, la robótica asistida (AR) se ha referido en gran parte a robots desarrollados para ayudar a las personas a través de la interacción física. Esta definición se ha ampliado significativamente en los últimos años, en respuesta al creciente campo de AR en el que los robots de asistencia brindan ayuda a través de la interacción social sin contacto, definiendo el nuevo campo de la robótica de asistencia social (SAR).

La robótica socialmente asistida (SAR, por sus siglas en inglés) es un área de investigación en crecimiento con posibles beneficios para la atención a personas mayores, la educación, las personas con trastornos sociales y cognitivos y la rehabilitación, entre otros. SAR es la intersección de la robótica de asistencia, que se centra en los robots cuyo objetivo principal es la asistencia, y la robótica socialmente interactiva, que se dirige a los robots cuya característica principal es la interacción social. El SAR surgió del gran y creciente cuerpo de dominios de problemas adecuados para la asistencia de robots que involucra interacción social más que física.

En robótica de rehabilitación, un área que típicamente ha desarrollado robots de asistencia física, ahora se están desarrollando y evaluando robots de asistencia sin contacto. Estos robots cumplen un rol combinado de entrenador, enfermera y acompañante para motivar y monitorear al usuario durante el proceso de terapia de rehabilitación.

Al observar el progreso del usuario, los robots proporcionan estímulo y orientación personalizados. Se han estudiado las aplicaciones para la recuperación de la cirugía cardíaca postoperatoria y la rehabilitación posterior al accidente cerebrovascular. Otros proyectos de rehabilitación han explorado el uso de un robot como medio para motivar la rehabilitación a través de la narración mutua de historias. En estos experimentos, un robot y un usuario construyen una historia que, cuando se interpreta, requiere que el usuario realice ejercicios de fisioterapia.

Se ha estudiado una variedad de sistemas robóticos de asistencia para el uso de los ancianos.

Dichos robots están destinados a ser utilizados en el hogar, en instalaciones de vida asistida y en entornos hospitalarios. Trabajan para automatizar algunas tareas físicas que una persona mayor puede no ser capaz de hacer, como alimentarse, lavarse los dientes, levantarse y levantarse de la cama, entrar y salir de una silla de ruedas y ajustar la cama para la máxima comodidad. En algunos casos, los robots se conciben como parte de un sistema informático ubicuo, que combina cámaras y otros sensores en el entorno y dispositivos controlados por computadora (como interruptores de luz, puertas y televisores). En otros, los robots cumplen funciones de SAR, como la promoción del ejercicio físico y cognitivo. [3]

Modelos de movimiento biomecánicos y dinámicos: se han desarrollado varios modelos biomecánicos para recopilar datos sobre la naturaleza de la tensión ejercida sobre las estructuras corporales y los tejidos por cargas y fuerzas durante los procesos de ensamblaje manual (Kumar, 2006). Las herramientas utilizadas para recopilar y / o analizar datos en trabajos de ensamblaje manual incluyeron limitaciones de elevación de acuerdo con la guía del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) para medida biomecánica según Waters et al. en su trabajo publicado en 1994; la postura de los trabajadores durante la tarea de acuerdo con las pautas del OWAS sobre la medición del riesgo o de la lesión (Karhu y Kuorinka, 1977); tiempo de ciclo de Methods Time Measurement (MTM) (Stevenson, 2002); y la evaluación rápida de miembros superiores (RULA) (McAtamney y Corlett, 1993), es una medida de los factores de riesgo asociados con los trastornos de las extremidades superiores; Lifting Strength Rating (LSR) (Chaffin y Park, 1973); el programa 3D de predicción de la fuerza estática de la universidad (3DSSPP) (Michigan, 2009); enfoque psicofísico (Snook y Hart, 1978); Lumbar Motion Monitor (LMM) y Ohio State University (OSU) Modelo (Davis & Waters, 1998).

La mayoría de los modelos biomecánicos mencionados se utilizan para estimar las fuerzas musculares en posturas estáticas. Sin embargo, los efectos de la inercia no se tienen en cuenta en estos modelos; por lo tanto, los modelos estáticos por sí solos no se consideran lo suficientemente precisos como para ofrecer datos verdaderamente predictivos (Granata & Davis, 1999).

Gran parte de la investigación realizada sobre el movimiento dinámico humano, se ha llevado a cabo utilizando los modelos de varios segmentos desarrollados para evaluar los momentos de fuerza o torsión aplicados sobre el eje de las articulaciones con la articulación en varios ángulos. La mayor parte de esta investigación describe el modelado biomecánico de una sola parte del cuerpo. Una pequeña proporción de esa investigación se ha dirigido específicamente a modelos de cuerpo completo para actividades que involucran tanto las extremidades inferiores como la parte superior del cuerpo, como el control del equilibrio corporal total (MacKinnon & Winter, 1993) y el levantamiento de pesas (Kingma et al., 1996). Sin embargo, ninguna de estas investigaciones se ha centrado en modelos biomecánicos que simulen condiciones dinámicas de marcha y transporte.[4]

Además de lo anterior, Winter clasificó los momentos de unión para que sean positivos cuando la dirección de extracción es en sentido contrario a las agujas del reloj y negativa en el sentido de las agujas del reloj, como se muestra en la figura 1[4], en este trabajo se presenta el mismo modelo el cual lo podemos observar más adelante en la figura 3

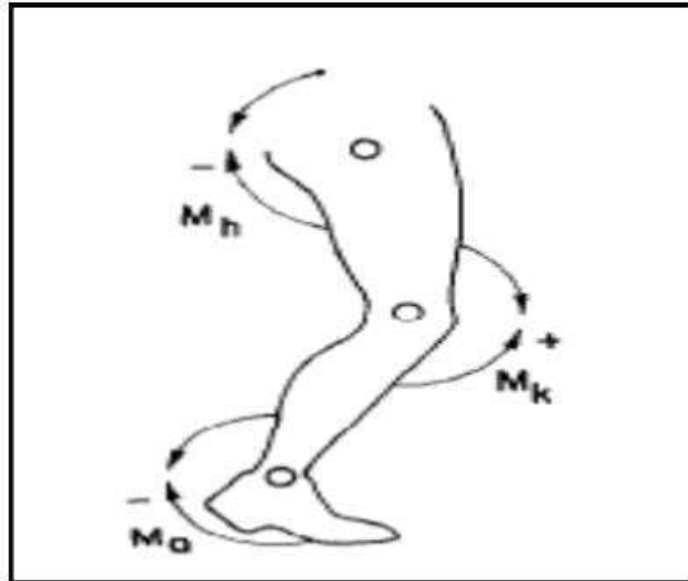


Figura 1. Perfil del momento de fuerza articular en el tobillo, la rodilla y la cadera al caminar

3. Métodos

El sistema motriz del robot ha sido propuesto en un arreglo de dos mecanismos de cuatro barras unidos entre sí por un eslabón común, similar a una rodilla, como se muestra en la figura 2. Por lo tanto, este arreglo de mecanismos posee dos grados de libertad.



Figura 2. Pierna del robot TGK; la parte inferior es la que hará contacto con el suelo, el eslabón central funciona como rodilla y los dos juntas cilíndricas superiores representan lo equivalente a una cadera.

Para determinar cómo se mueve cada una de las piernas del robot es necesario partir de un diagrama cinemático (cite Cervantes), el cual provee una relación general entre las posiciones de cada uno de los segmentos del mecanismo (3). El diagrama fue creado considerando la cadera del robot en la parte superior del mismo mientras que el tobillo está en la parte inferior. A partir de dicho diagrama las ecuaciones de restricción son determinadas para una de las piernas (se asume simetría, ambas piernas son iguales), dichas ecuaciones se basan en un 'lazo cerrado' y por tanto son iguales a cero (cite Cervantes). Las longitudes de los eslabones son constantes con magnitudes l_1 , l_2 , l_3 y l_4 , respectivamente. De igual manera, las separaciones entre los pivotes del eslabón 'rodilla' (a , b , c , f), el eslabón 'cadera' (d) y el eslabón 'tobillo' (e) son también de magnitud constante.

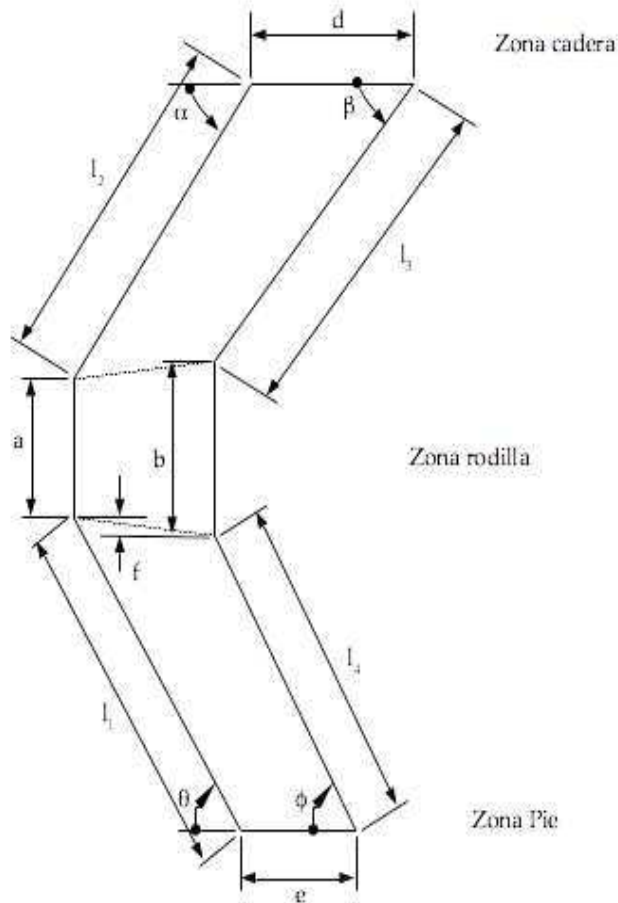


Figura 3. Diagrama cinemático de una pierna del robot.

3.1 Ecuaciones de restricción de la pierna

Los ángulos entre los eslabones cambian al cambiar la inclinación de la pierna. Las primeras ecuaciones de restricción a determinar son aquellas correspondientes a la posición a lo largo del eje 'X' (1) y las correspondientes a la posición a lo largo del eje 'Y' (2). Siendo α el ángulo que será aplicado por el motor o actuador al sistema.

$$-l_1 \cos(\theta) + a \cos(\gamma) + l_2 \cos(\alpha) + d - l_3 \cos(\beta) - b \cos(\gamma) + l_4 \cos(\phi) - e = 0 \quad (1)$$

$$l_1 \sin(\theta) + a \sin(\gamma) + l_2 \sin(\alpha) - l_3 \sin(\beta) - b \sin(\gamma) - l_4 \sin(\phi) = 0 \quad (2)$$

Posteriormente, las ecuaciones de posición (1) y (2) son derivadas con respecto al tiempo para determinar las ecuaciones de restricción en velocidad (3) y (4). De manera similar, estas últimas son derivadas con respecto al tiempo para obtener la aceleración (5) y (6).

$$l_1\dot{\theta}\sin(\theta) - a\dot{\gamma}\sin(\gamma) - l_2\dot{\alpha}\sin(\alpha) + l_3\dot{\beta}\sin(\beta) + b\dot{\gamma}\sin(\gamma) - l_4\dot{\phi}\sin(\phi) = 0 \quad (3)$$

$$l_1\dot{\theta}\cos(\theta) + a\dot{\gamma}\cos(\gamma) + l_2\dot{\alpha}\cos(\alpha) - l_3\dot{\beta}\cos(\beta) - b\dot{\gamma}\cos(\gamma) - l_4\dot{\phi}\cos(\phi) = 0 \quad (4)$$

$$l_1\ddot{\theta}\sin(\theta) + l_1\dot{\theta}^2\cos(\theta) - a\ddot{\gamma}\cos(\gamma) - a\dot{\gamma}^2\sin(\gamma) - l_2\ddot{\alpha}\sin(\alpha) - l_2\dot{\alpha}^2\cos(\alpha) + l_3\ddot{\beta}\sin(\beta) + l_3\dot{\beta}^2\cos(\beta) + b\ddot{\gamma}\sin(\gamma) + b\dot{\gamma}^2\cos(\gamma) - l_4\ddot{\phi}\sin(\phi) - l_4\dot{\phi}^2\cos(\phi) = 0 \quad (5)$$

$$l_1\ddot{\theta}\cos(\theta) - l_1\dot{\theta}^2\sin(\theta) + a\ddot{\gamma}\cos(\gamma) - a\dot{\gamma}^2\sin(\gamma) + l_2\ddot{\alpha}\cos(\alpha) - l_2\dot{\alpha}^2\sin(\alpha) - l_3\ddot{\beta}\cos(\beta) + l_3\dot{\beta}^2\sin(\beta) - b\ddot{\gamma}\cos(\gamma) + b\dot{\gamma}^2\sin(\gamma) - l_4\ddot{\phi}\cos(\phi) + l_4\dot{\phi}^2\sin(\phi) = 0 \quad (6)$$

Una vez establecidas las ecuaciones gobernantes para todo el sistema, es necesario determinar la cantidad de rotación angular a ser aplicada a la cadera de modo que cada pierna haga el movimiento necesario para la marcha ('gait') y por tanto el robot camine. Esto se logra resolviendo las ecuaciones; sin embargo, debido a la unión de ambos mecanismos el proceso se complica. Afortunadamente se puede analizar cada sección de la pierna y al final agrupar los valores para obtener el movimiento general de todo el conjunto.

3.2 Determinación de los ángulos necesarios para la caminata

El robot se ha propuesto de tal manera que tenga una altura aproximada de 1.2 m. Además el principal propósito de este robot es servir como ayuda para el movimiento de materiales, levantar peso. De igual manera se ha propuesto que este robot sea modular y por lo tanto se pueda ensamblar con otros robots similares a fin de producir una plataforma para poder mover cargas mayores.

Una característica de los robots humanoides es una pose con las rodillas ligeramente flexionadas [5]; dicha característica ayuda a bajar el centro de gravedad del robot, por tanto aumenta ligeramente su estabilidad. Para lograr la altura deseada, se propone una longitud aproximada de 250 mm para cada segmento; de manera similar, se pretende que el doble mecanismo de cuatro barras sea lo más paralelo posible lo cual mantendría los pies aproximadamente paralelos al suelo, reduciendo la posibilidad de que el robot tropiece. Sin embargo para lograr la configuración deseada, se realizó un análisis gráfico, de cual se determinó la necesidad de ajustar las longitudes, logrando entonces la postura deseada; dichas longitudes son listadas en Tabla 1. De manera similar, los ángulos fueron determinados a partir del mismo análisis gráfico de todo el mecanismo. Por tanto, con la configuración de longitudes, los ángulos iniciales se listan en Tabla 2.

Tabla 1. Longitudes propuestas de los segmentos.

Segmento	Longitud (mm)
l_1	233
l_2	238
l_3	288
l_4	243
a	92
b	56
c	50
d	122
e	49 \hat{i} , 30 \hat{j}
f	18

Tabla 2. Orientación inicial de cada uno de los segmentos que conforman una pierna del robot TGK.

Ángulo	Valor (grados)
α	48°
β	37°
γ	22°
θ	30°
φ	30°

3.3 Diseño del engranaje para cambio de sentido en la rodilla

Como se mencionó anteriormente, la pierna tiene dos grados de libertad, uno para cada mecanismo de cuatro barras. Sin embargo, al acoplar el movimiento del segundo mecanismo con el del primero uno de los grados de libertad se elimina. Dicho acoplamiento puede hacerse por medio de otro mecanismo. Afortunadamente, los engranajes son ligeros, pueden fabricarse en diversos materiales y pueden montarse directo sobre los pivotes de la rodilla y anclarse a los perfiles BOSCH de las piernas.

Cinemáticamente se encontró que la rotación del mecanismo inferior debe ser el doble de la del mecanismo superior pero en sentido contrario, esto se resolvió con los engranajes. Partiendo de una distancia entre centros conocida de 90 mm (dimensión a, Tabla 1), se propone que uno de los engranes tenga el doble de dientes que el otro. Además se propone el uso de un 'modulo' igual a 3, el cual es comercial [6]. Para un engrane recto, el diámetro de paso (d) es el producto del 'modulo' (m) por el número de dientes (z)[6], Ecuación (7). Se sabe entonces que la distancia entre centros (c) entre un par de engranes es igual a la suma de sus radios de paso, Ecuación (8). Para cumplir la relación cinemática el número de dientes del engrane motriz (z_1) debe ser el doble que (z_2).

$$d = m \times z \quad (7)$$

$$c = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (8)$$

$$c = \frac{(z_1 + z_2)m}{2}$$

Con esto la rotación entre las partes superior e inferior fue resuelta y puede producir la marcha. Ahora es necesario determinar la forma de sincronizar el movimiento de ambas piernas para que la marcha tenga efecto. La primera opción es el uso de un servomotor en cada pierna, cumpliendo así el objetivo original. Adicionalmente, existe la posibilidad de acoplar ambas piernas mecánicamente y lograr también dicha sincronía por medio de un mecanismo. El acoplamiento entre ambas piernas se plantea como la necesidad primordial a resolver.

En la siguiente figura se presenta un diseño del robot.



Figura 4. Vista lateral del Robot TGK

4. Resultados

De manera sistemática se aplicó una rotación de 5° al eslabón AB lo cual causará un levantamiento de la pierna de 36.6 mm (

Figura); sin embargo, no hay desplazamiento horizontal del extremo de la pierna, por lo tanto, el robot no se desplaza.

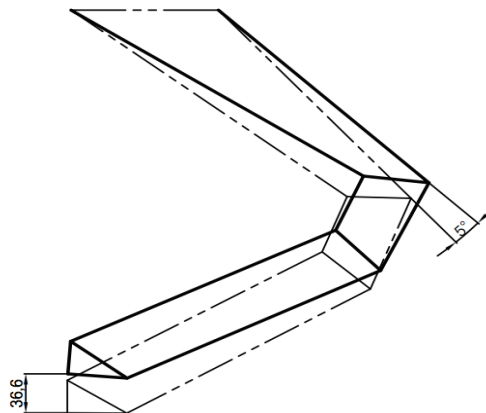


Figura 5. Rotación de la parte superior de la pierna (muslo) causando extensión de la misma. La posición original aparece como línea fantasma.

Para producir el desplazamiento del robot es necesario que la parte inferior de la pierna (eslabón) rote 10° hacia adelante, lo cual causará una diferencia entre el suelo y el pie de 1.831 mm y un desplazamiento horizontal de 21.2 mm figura 6.

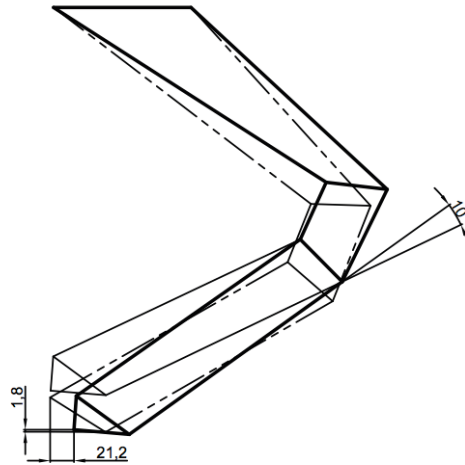


Figura 6. Rotación de la parte inferior de la pierna. Comparación con la rotación de la parte superior. La posición inicial se muestra en línea fantasma, la posición después de la rotación de la parte superior en línea oculta.

La propuesta original consiste en el uso máximo dos motores para el movimiento de las piernas. Sin embargo, cada pierna tiene dos grados de libertad necesitando dos motores cada una. Afortunadamente, las rotaciones necesarias entre la parte superior e inferior de la pierna son opuestas entre sí. Para hacer este movimiento simultaneo se propone la instalación de un par de engranajes con relación 2:1 montados en cada rodilla para que así cuando la parte superior se extienda, la parte inferior se flexione produciendo la marcha.

4.1 Engranaje para conectar ambos mecanismos

Será necesario la fabricación de dos pares de engranajes con 40 dientes en el engrane motriz y 20 dientes en el engrane conducido, ambos deberán ser tallados en 'modulo' 3. Los engranes se montarán en una extensión de los pernos que unes los eslabones l_1 y l_2 a la rodilla. Posteriormente, se fijarán los engranes al perfil correspondiente a los eslabones l_1 y l_2 , respectivamente, en la siguiente figura se muestra el diseño.

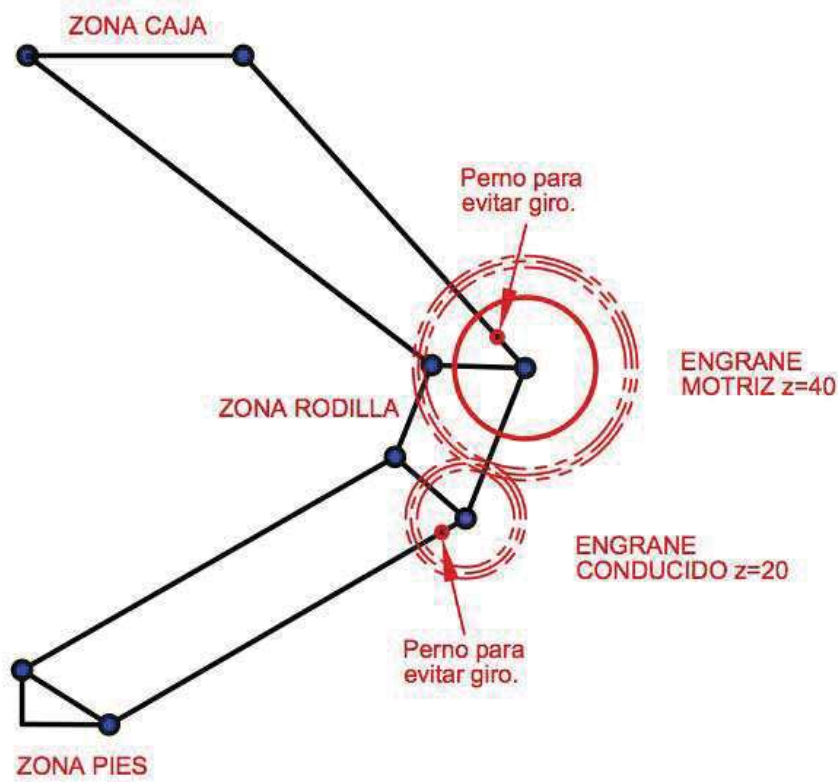


Figura 7. Propuesta de sistema de engranes para rodilla.

5. Conclusiones

El análisis de este mecanismo por medio de ecuaciones de restricción y mecánica vectorial permitió hacer un análisis general y particular para el mecanismo propuesto.

El uso de engranajes para conectar ambos mecanismos permite el acoplar, invertir y ampliar el movimiento provisto por el mecanismo superior, el cual a su vez lo toma del servomotor. El uso de engranajes, presenta una alternativa a este problema en particular, ya que estos son relativamente fáciles de fabricar y al ser instalados en la parte interna de cada una de las piernas se reduce la posibilidad de daño.

La geometría propuesta para las piernas del robot cinemáticamente cumple con el objetivo de mover al robot y de cierta manera reproduce el movimiento de la caminata.

6. Trabajo futuro

Posteriormente se desea elaborar un análisis cinético de las piernas a fin de determinar el torque y potencia necesarios. Aunque los motores disponibles para este proyecto son estándar, se considera pertinente conocer las inercias y demandas de potencia para lograr la marcha. En consecuencia, esta podrá ser reducida si es necesario. Dicha reducción implicará también un análisis estructura para encontrar un equilibrio entre masa, inercias y resistencia de los componentes mecánicos.

Referencias

- [1] T. Minato, M. Shimada, H. Ishiguro, y S. Itakura, «Development of an Android Robot for Studying Human-Robot Interaction», pp. 424-434, 2004.
- [2] M. A. Goodrich y A. C. Schultz, «Human-Robot Interaction: A Survey», *Found. Trends® Human-Computer Interact.*, vol. 1, n.º 3, pp. 203-275, 2007.
- [3] D. Feil-Seifer y M. J. Mataric, «Human-robot interaction», *Invit. Contrib. to Encycl. Complex. Syst. Sci.*, pp. 4643-4659, 2009.
- [4] A. Al-zuheri, L. Luong, y K. Xing, «Biomechanical Assessment of Lower Limbs Using Support Moment Measure at Walking Worker Assembly Lines», *Ergon. - A Syst. Approach*, p. 232, 2012.
- [5] F. J. Puente Montecillo, «Human motion transfer on humanoid robot», 2010.
- [6] E. Oberg, F. D. Jones, H. L. Horton, y H. H. Ryffel, *Machinery's Handbook*, 26.^a ed. Industrial Press, INC, 2000.

Mejora al Proceso de Rectificado del Bastidor para Compresor de Eficiencia Media

Cortés Alférez Noe Guadalupe, Vázquez Hernández Enrique Alejandro, García Zugasti Pedro de Jesús y García Liñán Gerardo

División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
Av. Tecnológico S/N, Col. UPA., C.P. 78437
Soledad de Graciano Sánchez. S.L.P. México

Resumen

La elección adecuada de los herramientas para cualquier proceso de maquinado es algo imprescindible en cualquier compañía. En el proceso de rectificado, las piedras abrasivas son los herramientas que han de ser elegidos y utilizados de manera óptima para obtener los resultados deseados. Con el presente trabajo se muestra un proceso matemático de selección de la piedra abrasiva adecuada para el proceso y verificado su funcionamiento en línea obteniendo los resultados deseados en cuanto a rugosidad. Es de vital importancia mencionar que durante el maquinado de la superficie de cualquier material intervienen muchas variables difíciles de calcular y de inferir su comportamiento, por lo cual este trabajo sirve para orientar y profundizar futuros trabajos referentes a este proceso.

Palabras clave: Rectificadora, piedra abrasiva, planicidad, compresor.

1. Introducción

El trabajo de investigación, nace de la necesidad de mejorar el acabado superficial del bastidor, siendo este una pieza importante en el comportamiento y eficiencia del compresor. El rectificado, que es la operación que realiza este acabado superficial, ha presentado dificultades en cumplir con las condiciones de calidad visual, la piedra abrasiva ha disminuido su tiempo de vida estimado aunado a la presencia de quemaduras y fracturas tanto en el material como en el herramental; estas condiciones vuelven imperativo la búsqueda de una solución en la sustitución de la piedra abrasiva y en la modificación de algún parámetro de trabajo sin que estos cambios provoquen una disminución de la productividad diaria o en el aumento del tiempo de corte.

La sustitución del herramental debe, además de cumplir con las condiciones anteriores, demostrar su viabilidad tanto matemáticamente (ideal) como operativamente (en el lugar), ambas situaciones deben de cumplirse satisfactoriamente para que el cambio sea avalado por los departamentos de producción y calidad.

2. Estado del arte

La manufactura se puede definir como una serie de pasos donde se modifican las estructuras físicas y/o químicas de un material con la finalidad de producir objetos que satisfagan alguna necesidad, cada uno de los procesos realizados conlleva un trabajo útil para alcanzar la forma, estructura o perfil requerido. Es más fácil de entender este concepto, tomándolo como un

diagrama en el cual, la pieza va sufriendo una transformación constante hasta llegar al estado final o deseado. [1]

Los procesos de manufactura han ido cambiando con el paso del tiempo, la tecnología ha ido avanzando y ha beneficiado enormemente las posibilidades de alcance y desarrollo de tantos componentes para nuestra supervivencia. El conocimiento y manipulación de los metales por los primeros hombres era relativamente sencillo; el cobre, el estaño, la plata y el hierro fueron los primeros metales a trabajar. No fue sino hasta la revolución industrial que la humanidad experimentó un florecimiento enorme en la tecnología de manufactura. Las máquinas fueron adaptándose para realizar operaciones desconocidas en el momento, aunado a que se encontraron nuevos metales, se experimentaron aleaciones y tratamientos térmicos que daban un mejor desempeño a las piezas terminadas. Todo esto condujo al perfeccionamiento de los procesos de manufactura, que hasta el día de hoy, no para de crecer. [2]

Algunos de los procesos de manufactura o de maquinado más comunes como el torneado o el fresado, en ocasiones, no alcanzan a fabricar la pieza con las dimensiones o tolerancias requeridas, esto se ve reflejado en áreas de la industria con mucho auge como la electrónica o la aeronáutica, ya sea porque el material no es muy sencillo de maquinar o requiere un acabado superficial específico, cuando se tienen este tipo de necesidades en piezas especiales o de alto riesgo se pueden elegir los procesos de manufactura por abrasión, en los cuales se utilizan comúnmente las muelas abrasivas. [3]

Los abrasivos más comúnmente utilizados son: *Óxido de Aluminio (Al₂O₃)*, *el Carburo de Silicio (SiC)*, *el Nitruro de Boro cúbico (CBN)* y *el Diamante*. Todos ellos deben de ser más duros que el material que remueven; además de esta característica han de poseer una friabilidad alta. Esta propiedad se define como la capacidad de fragmentarse en pequeñas partes con la finalidad de auto-afilarse, el aglutinante como se habló previamente, debe tener la facilidad de mantener adherido el grano mientras este se encuentre afilado y cuando pierda esta característica, soltarlo o fracturarlo para continuar maquinando con otro grano afilado; al conocer ambas condiciones, se puede elegir el mejor tipo de abrasivo para el proceso de manufactura requerido [4].

Los abrasivos se unen al aglutinante y forman, lo que industrialmente se conoce como una, muela abrasiva. Estas muelas deben poseer la propiedad de la porosidad, que les permita el hecho de formar virutas más holgadas y facilitar la dispersión del calor generado por el maquinado. Entre cada grano se deben de formar estas cavidades para facilitar el paso del aire, considerando todas estas cualidades se puede estimar un tiempo de vida para cada combinación posible [5].

Todas las muelas abrasivas están estandarizadas en un sistema de identificación que nos muestran sus características principales, tal y como se muestra en la figura número 1.

Los principales procesos de abrasión son: *esmerilado*, *bruñido*, *lapeado* y *rectificado*. Todos ellos poseen características particulares que los vuelven mejores para ciertos tipos de piezas en condiciones particulares. El rectificado es un proceso complejo de abrasión, utiliza los abrasivos con filos geoméricamente irregulares para dar un acabado superficial excelente. Las condiciones de velocidad, avance, propiedades del material a rectificar y la fricción entre ambos son factores importantes en su desempeño y en la obtención un mejor acabado. [6]

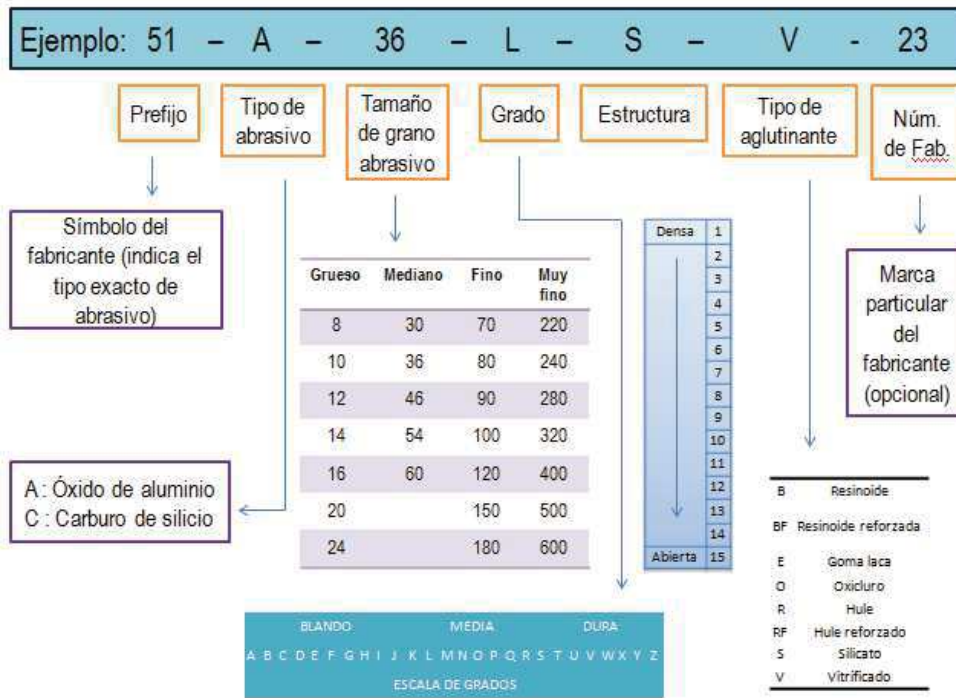


Figura 1.- Identificación de muelas abrasivas de óxido de aluminio y/o carburo de silicio

El rectificado es un proceso de maquinado en el cuál se utiliza una piedra abrasiva que gira a una velocidad determinada con la finalidad de remover material de una superficie, es comúnmente utilizado en piezas que requieren un acabado fino o con tolerancias muy cerradas. Para lograr estas especificaciones, las rectificadoras utilizan muelas abrasivas cuyas dimensiones están ajustadas para desempeñar la operación. Esta herramienta rota a alta velocidad mientras la mesa de trabajo o sujeción, fija la pieza a rectificar. Este proceso de maquinado es capaz de remover hasta una diezmilésima de pulgada en una pasada. [7,8].

Todo este proceso junto con las condiciones de trabajo del grano contra la pieza a rectificarse se visualiza de una forma más clara en la siguiente figura:

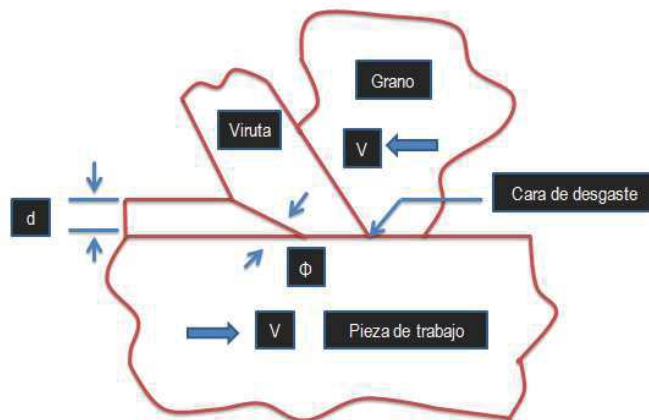


Figura 2.- Remoción de viruta por grano abrasivo

La figura anterior permite observar como el grano ataca a la pieza de trabajo con una determinada velocidad generando una viruta, esta sale con un ángulo que permite desbastar la superficie de manera uniforme, la pieza de trabajo gira en contra del movimiento de la viruta, la altura de la viruta generada es el espesor requerido a retirar.

En este tipo de rectificado (plano), las condiciones ideales de corte se obtienen de diferentes maneras y combinaciones, haciendo énfasis principalmente en el desplazamiento de la mesa, el movimiento del material, la velocidad de corte, elasticidad y vibración de la pieza, tipo de piedra abrasiva; muchos de éstos parámetros se pueden controlar o modificar, otros no, es por ello que se deben de identificar todos los que afecten directamente con nuestro proceso. [9]

Cuando se rectifica se genera una viruta mucho más pequeña y más fina, la energía aplicada en el proceso se distribuye y se aplica en cada uno de los granos. La formación de la viruta se puede distribuir en tres momentos: *fricción*, *compresión* y *corte*. La fricción ocurre cuando la piedra se frota contra la pieza en vez de cortarla debido a la deformación elástica que existe en ese momento. La compresión se hace presente cuando el grano hace el desgarre del material contra sí mismo comprimiendo las dos superficies y cuando el material no puede soportar más presión se fractura, comenzando el corte. [10]

Durante la formación de la viruta aparecen las deformaciones plásticas causadas por el abrasivo en la superficie, cuando el material no soporta la fuerza aplicada la viruta se forma, durante esta etapa del rectificado la energía aplicada se vuelve más eficiente debido a que se ven afectadas las condiciones de trabajo debido a aumentos de temperatura en el área de trabajo, ángulos de corte, haciendo más eficiente el corte [11].

La viruta dependiendo del tamaño y la forma puede generar malos acabados superficiales en la superficie de trabajo, los ángulos de entrada de la herramienta al momento de cortar y las altas temperaturas generadas son condiciones comunes que también influyen en el proceso de rectificado. Es importante considerar que durante el maquinado, la energía utilizada que se transforma en calor no se dispersa con facilidad sino que permanece en la superficie causando grietas o zonas calientes que influyen en la calidad del trabajo, por lo que se vuelve imperante el uso de refrigerantes que no solamente disipen el calor sino que limpien la superficie de residuos de trabajo. Cuando se presentan quemaduras en la zona de trabajo, el daño que se visualiza refiere a una condición de daño debajo de la superficie y es, junto con las grietas, las dos condiciones visuales principales a considerar durante el rectificado [12]

Durante el proceso de maquinado, las fuerzas cinemáticas que aparecen entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo se encuentran aplicadas a cada grano de corte. Inicialmente los análisis de esfuerzo se desarrollaban para encontrar la fuerza en cada grano por separado y calculando un promedio de fuerza sobre la superficie de la muela a través de cálculos sencillos. [13]

Como se analizó previamente, durante el rectificado se pueden identificar tres momentos de trabajo: *fricción*, *compresión*, *corte*, en el instante en el que el grano de corte hace contacto con la superficie del material sin penetrar (fricción) comienza a aumentar el esfuerzo en el área aplicada debido a este contacto (compresión), la deformación elástica cede y existe un momento de corte, es aquí donde se genera la viruta (corte), el material se vuelve incapaz de soportar el esfuerzo debido a la compresión y a la fricción generada por los granos de la muela. [14]

Es en este punto donde el proceso se vuelve eficiente, dado que la energía aplicada se transforma prácticamente en su totalidad en trabajo, siendo el resto en calor, en las fases previas, la deformación y la fricción absorbían toda la energía aplicada y contenían mayores pérdidas por calor, a su vez, es durante este tiempo donde la muela abrasiva puede sufrir mayores daños térmicos puesto que al iniciar en frío, los cambios de temperatura dañan su superficie, es por ello que muchas veces el proceso de corte se inicia en vacío, es decir, la muela comienza a trabajar sin

tener una pieza en sí a trabajar. Se debe recordar que el grano de la muela abrasiva es una herramienta de corte aunque de cuerpo irregular, para algunos estudios es más fácil analizar el comportamiento de las fuerzas en el grano considerándolo a este como si fuese una esfera, de esta forma, se pueden analizar las zonas de ataque al material, de deformación [15], todas estas condiciones son observables en condiciones de trabajo normales tales y como se muestran en la figura 3:

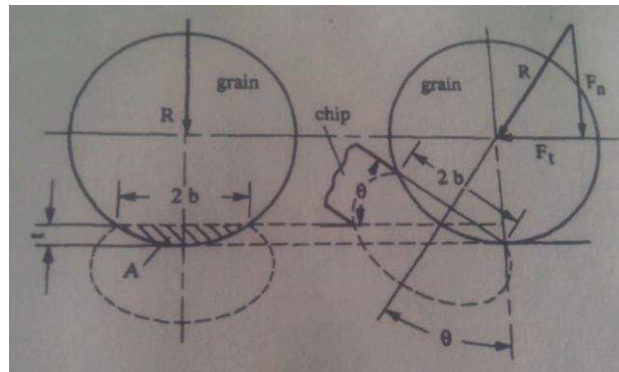


Figura 3.- Acción de un grano esférico durante el rectificado

En cuanto al análisis de la elasticidad en un punto en específico de la superficie del material, se puede considerar la figura 4, ahí se puede notar que la deformación elástica que tiene la pieza de trabajo disminuye la profundidad real de corte. Las deformaciones puntuales que sufre la muela abrasiva en el momento del contacto entre el grano y el material tienen la misma magnitud de espesor que la viruta causada durante el corte. [16]:

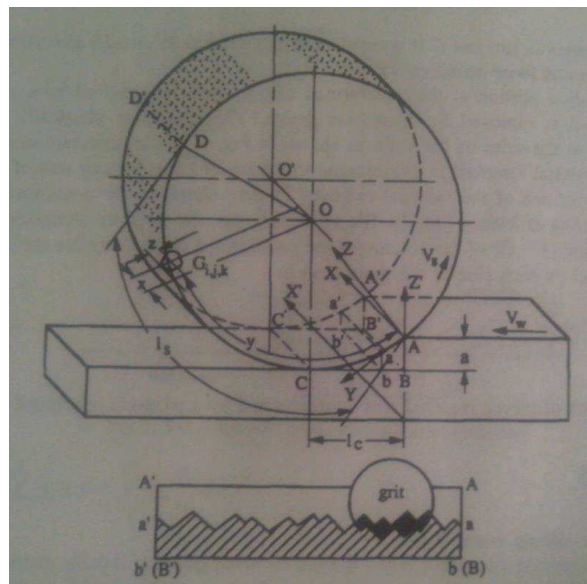


Figura 4.- Relación cinemática entre la piedra de rectificado y la pieza

Durante todo el proceso de rectificado, solo una pequeña parte del material removido es retirado por el primer grano de la piedra abrasiva, el resto se va cortando con los granos sucesivos,

esto alivia el esfuerzo que sufre cada grano y facilita su autoafilado y caída al momento de perder el filo. El resto del material deformado plásticamente se va acumulando en las orillas o límites del grano, esto se puede apreciar mejor en la figura 5. Por lo tanto, se puede asumir que el área de superficie retirada, concuerda con la superficie de ataque del grano de la muela abrasiva [17].

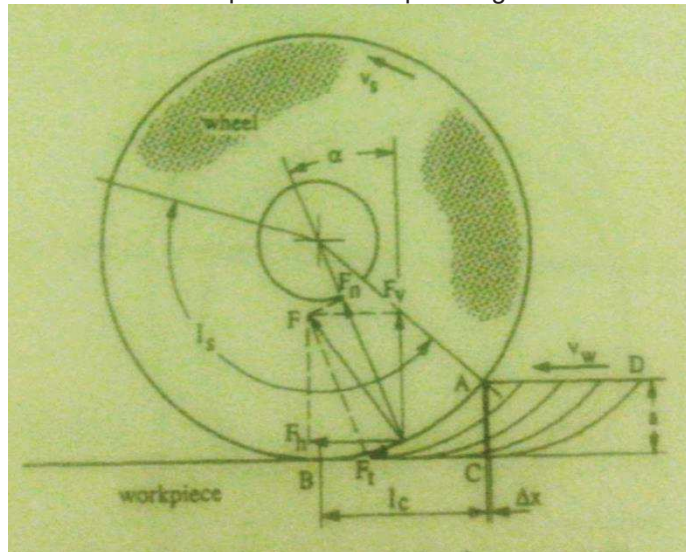


Figura 5.- Componentes de la fuerza del rectificado

Las muelas abrasivas se encuentran compuestas por granos aglutinados alrededor de un disco que permiten realizar desbastes en superficies de manera precisa. Su desempeño no solo está condicionado a las características particulares de la muela sino también de la situación del material a trabajar. Se debe tener en cuenta que los granos abrasivos no poseen una figura totalmente regular y que es de mucha importancia encontrar el acomodo adecuado de ellos para el rectificado, en este caso haciendo uso de la topografía de la superficie; utilizando esta herramienta, se pueden prevenir malos desempeños durante el rectificado. Con todo esto, el re-afilado propio de la piedra abrasiva se convierte en algo esencial para prolongar el tiempo de vida de la herramienta. [18]

Durante el maquinado, muchas condiciones intervienen para que el acabado sea el indicado: *velocidad, temperatura, avance, materiales, etc.*, sin embargo las propiedades propias de la piedra es uno de los aspectos fundamentales durante el rectificado. Muchos investigadores han hecho estudios empíricos sobre el comportamiento de los granos comparándolos con muestras prácticas, dando con la idea puntual de que el acomodo adecuado de los granos abrasivos es indispensable, siendo así mejor aprovechado su tiempo de vida y sobre todo el afilado propio de la herramienta [19]

Para entender el funcionamiento del re-afilado de una piedra abrasiva, primeramente se debe considerar el uso de una herramienta afiladora, siendo las más utilizadas las piedras diamantadas. Esta piedra tiene la función de retirar todas las impurezas que pudieran haberse adherido a la superficie de la muela y cortar los granos débiles o fracturados dejando exclusivamente los granos fuertes y a la vez afilados. La piedra diamantada se mueve girando contra la muela abrasiva a una velocidad mucho menor, esto para que el afilado sea uniforme en toda la superficie. En cuanto a la profundidad del afilado depende en gran medida de las características de la piedra abrasiva, tales como el aglutinante y el tamaño de grano. Es posible que después de haber afilado la muela abrasiva, ésta presente grietas alrededor de los nuevos granos afilados, si esto sucede indica que existen esfuerzos residuales internos a lo largo de la herramienta y que presentará una fractura completa al poco tiempo [20]. Gráficamente se puede apreciar el proceso de afilado en la figura siguiente:

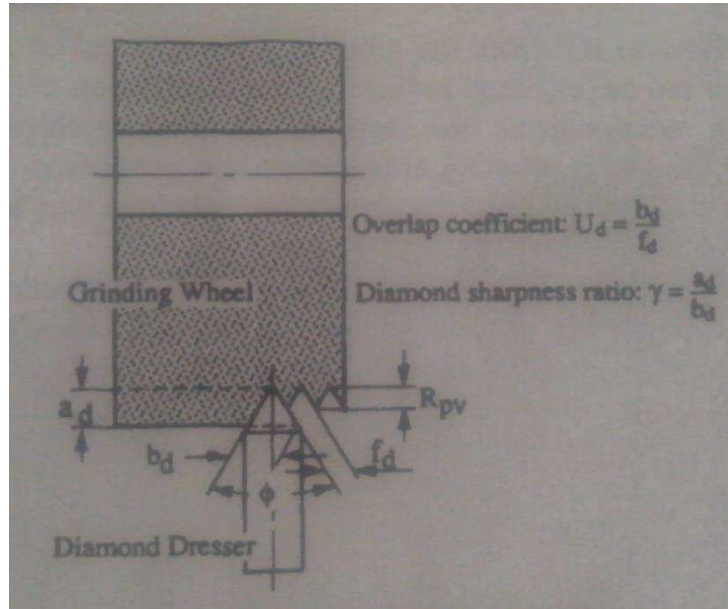


Figura 6.- Descripción de fuerzas durante el afilado de la muela abrasiva

3. Metodología

El cambio de piedra abrasiva se hizo con la finalidad de corregir parámetros de planicidad, aumentar el tiempo de vida calculando el factor de agresividad del herramienta y la energía de corte necesaria durante el rectificado, estos factores fueron los utilizados para la selección.

La pieza a trabajar, es un bastidor común de compresor de eficiencia comercial (reducción de consumo eléctrico entre 15-25%), la superficie a desbastar debe de ser de 60 micras con una tolerancia de 5% tal y como se muestra en la figura 7:

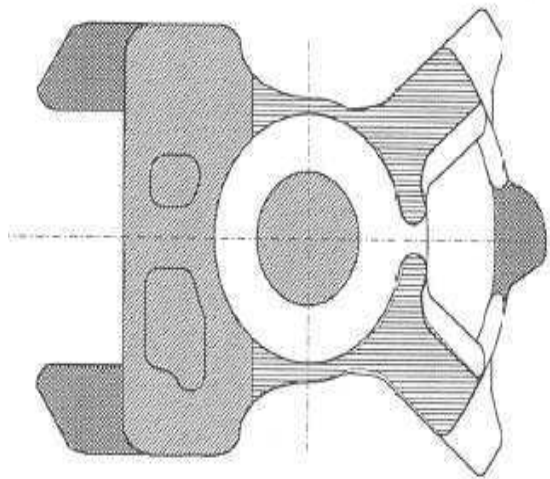


Figura 7.- Bastidor a trabajar durante el rectificado

La zona marcada en rayas es el área de mayor importancia durante el ensamble; el cambio de herramental se propone debido a que el bastidor presenta quemaduras por exceso de fricción, su tiempo de vida se ha reducido hasta en un 20% en condiciones de trabajo normales y los factores de calidad no se cumplen. El herramental usado hasta el momento es una piedra que posee las siguientes características: *grano grueso, dureza media y una estructura cerrada en cuanto a porosidad*, estas cualidades deben modificarse sin cambiar el tiempo de operación del maquinado ni disminuir la productividad, las condiciones como RPM del husillo y el ángulo de ataque pueden variar para ayudar a la sustitución.

Primero, se debe calcular el valor del factor de agresividad que posee la piedra abrasiva que posee la máquina para identificar si se encuentra dentro de los parámetros adecuados de trabajo, siendo la ecuación 1:

$$F_a = 16.7 * \frac{v_c}{v_w} * \sqrt{\frac{a_e}{d_s}} \quad (1)$$

Donde:

Fa = Factor de agresividad (adimensional)
Vc = Velocidad de corte (mm/min)
Vs = Velocidad de la superficie a maquinar (mm/min)
Ae = Profundidad de corte (mm)
Ds = Diámetro de la superficie

El factor de agresividad encontrado para la piedra abrasiva analizada fue de 30.55 (el valor adecuado para este tipo de trabajo es de 20-30) por lo que se propone cambiar a un herramental que posea un valor de 25 en promedio, con este cálculo permite mantener la productividad de la máquina, manteniendo el tiempo de maquinado sin moverse.

Continuando, se calcula el rugosidad de acabado, es importante recalcar que esta fórmula trabaja en condiciones ideales y no todos los valores se comportan de manera uniforme dado que la piedra abrasiva está compuesto por muchos granos que, aunque posean una dureza equivalente, no atacarán al material en el mismo ángulo y fuerza. La fórmula de cálculo es la ecuación 2:

$$R_a = R_1 * \gamma^{0.33} \left[\frac{V_c * a}{V_s} \right]^x \quad (2)$$

Donde:

Ra= Rugosidad obtenida (mm)
R1= Constante empírico de comportamiento
 γ = Ángulo de ataque de la piedra
Vc = Velocidad de corte (mt/min)
Vs = Velocidad de la superficie (mt/min)
x= Coeficiente empírico de condiciones de trabajo
A = Profundidad de corte estimada del primer grano (mm)

Las constantes R1 y x son dadas por el proveedor de acuerdo a las condiciones observadas en la operatividad de la máquina rectificadora. Para este caso se tomaron los valores más bajos permitidos (0.15 – 0.60) puesto el tiempo de vida de la misma máquina, con ello se obtuvieron resultados de 20 micras en el valor final de acabado. Este valor es mucho mejor que el que presente la piedra analizada originalmente (80 micras), esto permitiría disminuir la fricción y/o quemaduras por fricción en la superficie.

Finalmente para la energía específica de corte, se utilizó el siguiente diagrama de la figura 8, de acuerdo al tipo de material a maquinarse y el volumen de material a remover.

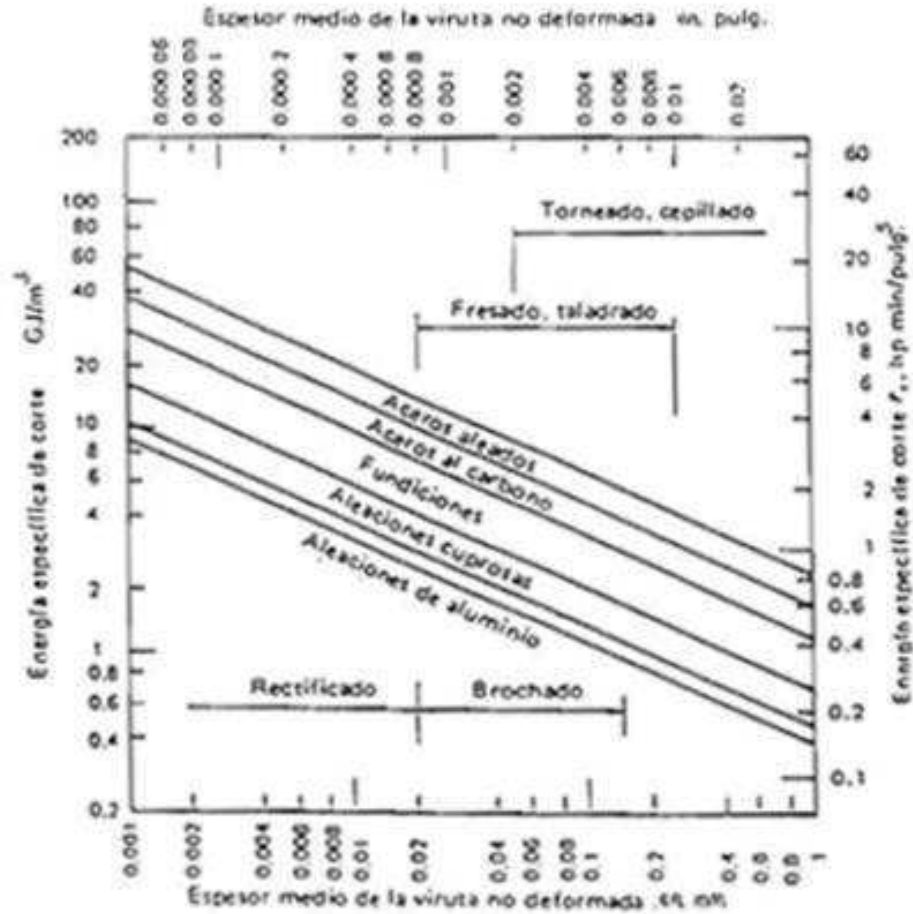


Figura 8.- Energía específica de corte de acuerdo al maquinado

En este caso, al ser rectificado la operación y un sinterizado el material, se decidió utilizar un valor de 0.6 J/mm^3 de material removido, esta energía es suficiente para maquinarse el bastidor, para efectos de fabricación se tomó el valor de 1J.

La máquina posee una pieza patrón que permite calibrar el flujo de aire midiendo la planicidad requerida, su base se encuentra dividida en 4 partes, la primera permite calibrar el límite inferior aceptado por el bastidor mientras la cuarta calibra el límite superior, la diferencia entre ellos es de 80 micras, si la pieza no entra en este rango, la pieza se retira y se analiza el sujetador de procedencia y comienza el análisis, la cual se puede observar en la figura 9. Posteriormente se muestra la tabla 1 de datos obtenidos al inicio de la solución del problema.



Figura 9.- Medidor neumático de planicidad

Tabla 1.- Muestreo original en bastidores fuera de especificación

Muestreo original de planicidad en bastidores	
Tolerancia de 0 a 80 micras	
Clamp 1	76
Clamp 2	80
Clamp 3	68
Clamp 4	70
Clamp 5	74
Clamp 6	86
Clamp 7	82
Clamp 8	88
Clamp 9	80
Clamp 10	78
Clamp 11	82
Clamp 12	96
Clamp 13	86
Clamp 14	90
Clamp 15	Deshabilitado

3. Resultados

El proceso de análisis, preparación, planeación, tanto interno como con el proveedor tomó aproximadamente 10 semanas, la fabricación de la piedra propuesta por el proveedor tomó otras 6 semanas, por lo que, al punto de poner a prueba este nuevo herramienta ya habían transcurrido poco más de 4 meses. A inicios del mes de mayo de 2016 se inicia el trabajo en la rectificadora; la

nueva piedra obtuvo los siguientes valores de calidad obtenidos y se comparan contra los de la anterior tal y como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Comparativo de características de calidad entre piedras

Comparativo	Piedra original	Piedra de prueba
Porcentaje de rechazo de M.T.	25-30%	0-5%
Planicidad promedio	75 um	40 um
Tiempo de vida	6 - 7 semanas	10 - 12 semanas
Porcentaje de desperfectos en superficie	15 - 25%	0 - 5%
Tiempo de entrega	10 - 12 semanas	6 - 8 semanas

Con base en la tabla anterior se pueden destacar varios puntos:

1. El porcentaje de rechazo se reduce de manera significativa, hasta un 83% menos rechazos con la nueva piedra.
2. La planicidad se reduce a la mitad, el valor máximo de tolerancia se encuentra en 40 micras, esto permite tener un mayor control en la calidad de las piezas obtenidas de la rectificadora, a su vez, se detectan más rápidamente los defectos que se pudieran producir en el bastidor.
3. El tiempo de vida prácticamente se duplica en promedio, esto permite disminuir gastos en compra de herramientas, disminución de espacios para almacén y un mayor grado de eficiencia del proceso.
4. Los defectos en la superficie disminuyen hasta 5 veces, esto debido a que la porosidad de la piedra junto con una mayor friabilidad conducen a un mejor control del acabado del bastidor.
5. El proveedor pasa de ser extranjero a ser local, disminuyendo su tiempo de entrega hasta en un 50%, por lo que en caso de emergencia por daño de herramental, malas condiciones de operación o accidente se puede obtener de manera más rápida su repuesto.

Estos resultados obtenidos en un proceso de análisis de 6 semanas corroboran que el cambio de la piedra rugosa es conveniente tanto económicamente como en rendimiento operacional.

La figura 10 muestra el desempeño de la piedra abrasiva rugosa nueva durante tres meses, cada sujetador es comparado contra el muestreo original y los cambios observados son bastante claros, todos los sujetadores han bajado a la más de la mitad del valor original que venían presentando, el mes de febrero presento el menor promedio en valores de planicidad, corroborando que el cambio de la piedra fue la decisión que disminuyó este parámetro negativo

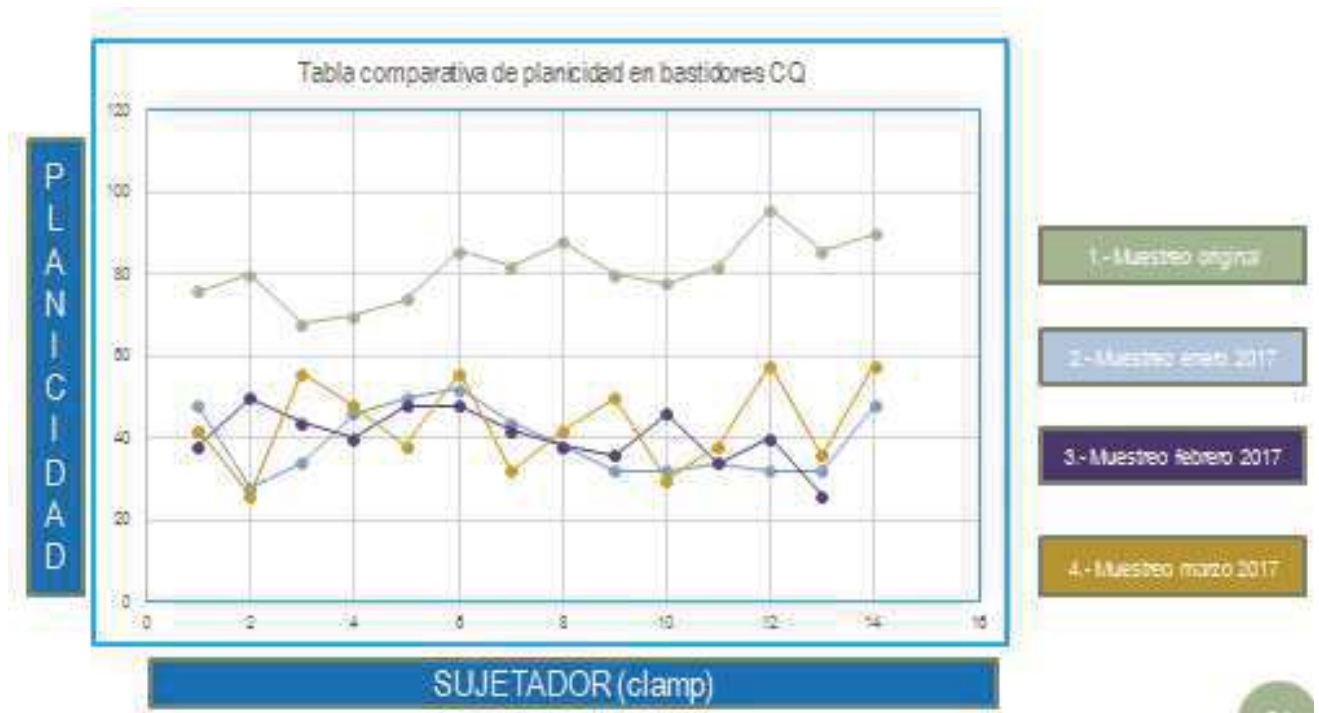


Figura 10.- Análisis comparativo de planicidad de todos los sujetadores

Aunado a los valores matemáticos encontrados, existen otras razones que sustentan la elección de dicha piedra, tales como:

1. El tipo de abrasivo elegido fue el carburo de silicio debido a su menor tiempo de entrega y menor costo, para el proceso interno de la planta no hay una diferencia significativa entre usar este material o el óxido de aluminio.
2. El tamaño de grano debe de ser mediano, debido a que el material (fundición) no presenta demasiada dureza, sin embargo, si en algún momento se presentan excesos de esfuerzos, la piedra se puede fabricar con granos combinados de diferente tamaño, que pueden trabajar con variaciones de dureza superficial para el bastidor.
3. La dureza de grano debe de ser blanda, esto porque la velocidad de trabajo es alta (1572 m/min) y existe una gran área de contacto entre la piedra y el bastidor, para compensar estas dos variables, conviene que el grano sea fácil de desprender y se auto-afile al rectificar aumentando así su productividad.
4. La estructura de la piedra debe de ser porosa, esto facilita que el espacio vacío entre grano sea ocupado por el refrigerante y el posible sobrecalentamiento de las piezas (quemaduras) se evite, compensado así el desprendimiento del grano por la dureza contra la calidad de las piezas fabricadas.
5. La resina como aglutinante es la mejor para el material que se va a rectificar (fundición), su resistencia mecánica y al calor mejoran su desempeño a altas velocidades y dan un mejor acabado superficial.

Con todas estas consideraciones se toma la decisión de adquirir la piedra abrasiva sugerida por el proveedor con la finalidad de hacer las pruebas necesarias y comprobar que la calidad de la misma cumple los estándares de la empresa.

4. Conclusiones

A través de la investigación realizada, se pudo comprobar que la hipótesis fue cierta, dado que modificando las condiciones y características de trabajo de la piedra rectificadora se logró mejorar la calidad de la pieza terminada; tomando como guía las investigaciones mostradas en el marco teórico y sustentadas en pruebas hechas dentro de la planta se logró un mejor rendimiento de la máquina rectificadora.

Es importante señalar que fue complicado resolver el problema dado que las condiciones para encontrar la solución se fueron dificultando, aunado a que la tecnología para hacer las mediciones específicas de diferentes variables que aparecen durante el proceso, son bastante costosas para un maquinado relativamente sencillo.

A pesar de todo ello, se pudo encontrar una solución de bajo costo y en periodo de tiempo mucho menor al presupuestado, mejorando los resultados esperados y utilizando las herramientas mediatas.

Referencias

- [1] Groover M., Fundamentos de Manufactura, Pearson Educación, 4ª Edición, 2007, Página 4.
- [2] Groover M., Fundamentos de Manufactura, Pearson Educación, 4ª Edición, 2007, Página 12.
- [3] Kalpakjian S., Schmid S., Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Pearson Educación, 6ª Edición, 2008, Página 790.
- [4] Kalpakjian S., Schmid S., Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Pearson Educación, 6ª Edición, 2008, Página 793.
- [5] Kalpakjian S., Schmid S., Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Pearson Educación, 6ª Edición, 2008, Página 794.
- [6] Vinay P. – Rao C., Grinding Mechanics and Advance, 2013, Página 1
- [7] Tejas N., Monitoring of Surface Grinding process using Acoustic Emission (AE) with emphasis on Cutting Fluid selection, 2014, Página 1.
- [8] Zhichao L., Modeling, analysis and experimental investigations of grinding processes, 2002, Página 1.
- [9] Demir H., Abdulkadir G., Ciftci I., Seker U., An Investigation into the Influences of Grain Size and Grinding Parameters on Surface Roughness and Grinding Forces when Grinding, 2010, Página 447.
- [10] Amstead B.H., Procesos de Manufactura, Editorial CECOSA, 4ª Edición, 1997, Página 601.
- [11] Demir H., Abdulkadir G., Ciftci I., Seker U, An Investigation into the Influences of Grain Size and Grinding Parameters on Surface Roughness and Grinding Forces when Grinding, 2010, Página 521.
- [12] Groover M., Fundamentos de Manufactura, Pearson Educación, 4ª Edición, 2007, Página 602.
- [13] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part II: Mechanics of grinding," Página 883.
- [14] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part II: Mechanics of grinding," Página 884.
- [15] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part II: Mechanics of grinding," Página 885.
- [16] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part II: Mechanics of grinding," Página 886.
- [17] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part II: Mechanics of grinding," Página 889.

- [18] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part I: Generation of the grinding Wheel surface" Página 856.
- [19] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part I: Generation of the grinding Wheel surface" Página 865.
- [20] Chen X., Rowe W. "Analysis and simulation of the grinding process. Part I: Generation of the grinding Wheel surface" Página 872

El Impacto de un Programa de Motivación al Capital Humano Responsables de Servicios Municipales

Zazueta Villavicencio Blanca Esthela¹, Rodríguez Leyva Eduardo¹,
Agüero Franco Cruz Elena¹, Peralta Durazo Enequina¹
y Laprada León Adalberto²

¹Instituto Tecnológico de Agua Prieta,

²Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Agua Prieta.

Resumen

Actualmente las empresas o instituciones gubernamentales en México, sufren una serie de problemas relacionados con el desempeño humano, con lo relacionado a la adaptación de sus necesidades específicas internas y externas. Algunas de ellas están ligadas a los mecanismos que las propias instituciones o empresas propician para lograr o mantener un estado de motivación idóneo para un desempeño laboral que mantenga la productividad necesaria para poder dar productos y/o servicios de calidad con enfoque a la satisfacción del cliente.

La motivación en lo laboral es importante para el desarrollo profesional de los empleados ya que en el mayor de los casos los motivadores bien identificados por nivel jerárquico, producen altos índices de productividad, identidad institucional y calidad en el servicio. Esto se visualiza e tanto en empresas industriales, financieras o de servicio al cliente, cómo en las instituciones educativas, lucrativas, no lucrativas, gubernamentales o no gubernamentales.

Un programa motivacional para los empleados de OOMAPAS Agua Prieta, identificará lo relacionado con el grado de motivación de su personal, con su rendimiento laboral y su satisfacción personal, generando con esto un mejor clima laboral.

Las instituciones que aplican e implementan un programa de motivación, logran disminuir los problemas, ya que el personal ven este tipo de programas como una forma de identificarse como mejores colaboradores para la institución que trabajan, al haber sido tomados en cuenta con sus necesidades y sentimientos, siendo del interés de su dirigente.

Con esta investigación se identificaron los intereses y/o deseos de sus trabajadores, en relación a las funciones que desempeñan en cada departamento del organismo, para lograr obtener mayor productividad y calidad en el servicio. La misma está basada principalmente en la teoría de las cinco necesidades de Maslow (fisiológicas, de seguridad, sociales, de estima y la autorrealización), con el fin de mejorar las estrategias motivacionales existentes en la institución, contribuyendo así a mejorar el ambiente laboral y calidad de vida de los 120 empleados que allí laboran.

Palabras clave: Motivación laboral, productividad, clima laboral, calidad en el servicio, organismo de agua, capital humano.

1. Introducción

Los organismos operadores de agua (OOA) de México presentan serios rezagos en su desempeño que comprometen su sustentabilidad, tanto ambiental como financiera. [1], por lo que se hace necesario la creación de Organismos Operadores estatales y municipales.

Con la publicación del 10 de Mayo de 2004, en el boletín oficial del estado, n° 38, se considera legalmente constituido e instalado el organismo operador municipal de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de agua residuales del municipio de Agua Prieta (Ooapasap), organismo que en el año 2007 cambia su nombre fiscal a OOMAPAS Agua Prieta (organismo operador municipal de Agua Prieta), organismo que estará regido por el capítulo tercero de la administración pública paramunicipal de la ley de gobierno y administración municipal así como el artículo 15 y 16 de la ley de agua potable y alcantarillado del estado de Sonora.

El organismo operador municipal de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Agua Prieta, es un organismo público descentralizado de la administración municipal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y con funciones de autoridad administrativa, que tiene a su cargo la prestación del servicio público de agua potable y alcantarillado y de aquellos servicios relativos al saneamiento y tratamiento de aguas residuales, reúso de las mismas y manejo de lodos, así como la construcción y operación de la infraestructura hidráulica correspondiente, por sí o a través de terceros, de conformidad con el sistema estatal de agua en los términos de la ley 249 de agua para el estado de Sonora, publicada en el boletín oficial no. 51 del gobierno del estado de Sonora, el 26 de Junio del 2006 (antes ley 104), así como del acuerdo que crea el organismo operador municipal de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Agua Prieta (OOMAPAS Agua Prieta) publicado en el boletín oficial del estado No. 49 sección 1, de fecha 19 de diciembre de 2016.

El organismo operador se crea como un organismo descentralizado de la administración pública municipal con personalidad jurídica y patrimonios propios.

Es una realidad que cuando un colaborador entra en una fase de desmotivación, empieza a perder el entusiasmo y la ilusión. Su rendimiento empieza a verse reducido y la calidad del trabajo se ve afectado y por tanto empiezan a cometer ineficiencias en las tareas a realizar.

Para el diseño de un programa de motivación, se deben identificar los factores que influyen para tal fin, para que de éstos factores se determinen los componentes del programa de motivación que deben ser incluidos dentro del programa específico para OOMAPAS Agua Prieta, se toma de referencia la figura N° 1.

El factor motivante para realizar esta investigación, es fundamentalmente el beneficio que pueden obtener los empleados al realizar su trabajo con más conocimiento, satisfacción y motivación que coadyuve en su desarrollo.

Para este estudio en particular, se debe diseñar una herramienta que fortalezca los procesos administrativos y operativos del organismo y que los directivos ejecuten la correcta gestión del capital humano con el que cuentan.

El psicólogo estadounidense Abraham Maslow diseñó una jerarquía motivacional en seis niveles, que según él, explicaban la determinación del comportamiento humano. Este orden de necesidades sería el siguiente: fisiológicas, de seguridad, amor y sentimientos de pertenencia, prestigio, competencia y estima social, autorrealización, y necesidad de comprender el mundo circundante.

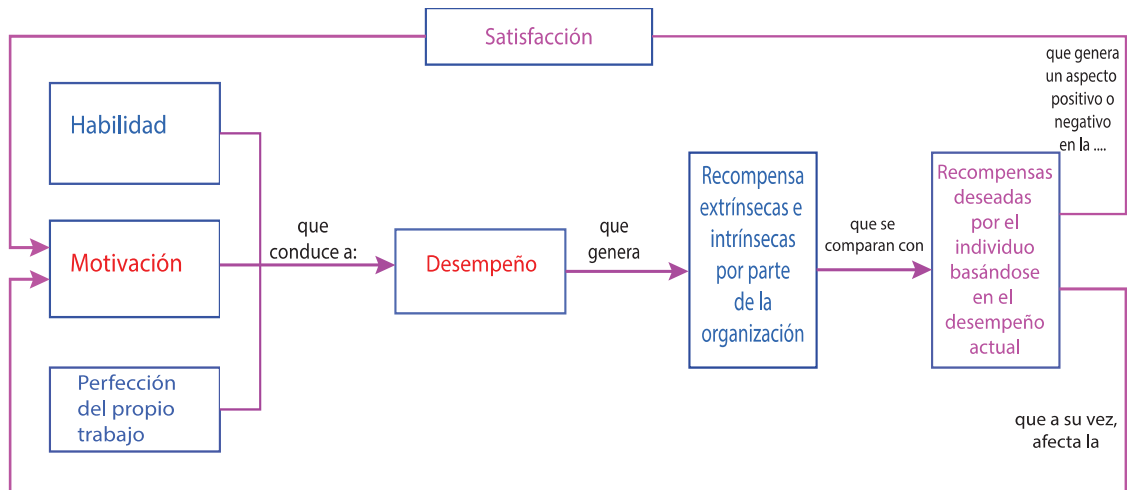


Figura 1. Relación motivación –desempeño.

En la figura No. 1 se muestra gráficamente la relación de la motivación con el desempeño laboral y la satisfacción en el trabajador. Autor: Miguel Moreno.

Existen tres premisas que explican la conducta humana: 1. La conducta es producto de estímulos externos o internos. Existe una causalidad en la conducta. Tanto la herencia como el ambiente influyen decisivamente en el comportamiento de las personas. 2. La conducta es motivada, es decir, en toda conducta humana existe una finalidad. La conducta no es casual ni aleatoria, sino que siempre se orienta y dirige a un objetivo. 3. La conducta está orientada a objetivos. En todo comportamiento existe siempre un impulso, deseo, necesidad o tendencia, expresiones con que se designan los motivos de la conducta. [2].

Por lo anterior, es necesario que el nombramiento del personal directivo sea conforme a un perfil de puestos en donde prevalezcan criterios meramente técnicos para profesionalizar el aparato burocrático. [3] y así mismo pueda considerar el aspecto motivacional de sus colaboradores como un factor determinante de la buena gestión administrativa del organismo.

En total concordancia con esta investigación es importante señalar que el capital humano tiene ciertas necesidades, como es el reconocimiento por haber realizado bien su tarea, actualmente para los directivos es conocido que esto puede repercutir en la productividad del trabajo, por lo que Galcerán [4] "Plantea que el director de una empresa puede colaborar decisivamente a crear en sus subordinados esa satisfacción con su trabajo, ese sentimiento de valoración que tanto favorece la productividad". El mismo, manifiesta que todo depende de la importancia que le dé a lo relacionado en materia de selección, capacitación, relaciones jerárquicas, información en el puesto de trabajo, promoción y retribución.

La imperante necesidad de ser instituciones productivas y competitivas laboralmente y más tratándose de organismos municipales, los lleva a asumir el compromiso de mejorar continuamente su capital humano. "Nuestra sociedad progresa económicamente y tecnológicamente, se vuelve más crítica, por ello la necesidad del desempeño eficiente de las labores asignadas, no solamente para lograr mayor eficiencia en las organizaciones, sino también para lograr mayor auto-satisfacción de los empleados" [5].

Uno de los problemas básicos de cualquier organización es cómo motivar al trabajador ya que no todas las personas obtienen la misma satisfacción de sus empleos y gozan de muy poco sentido de realización o de creatividad, lo que representaría un obstáculo que se debe enfrentar dentro de los programas o actividades motivacionales de cada empresa u organismo, también es identificar aquellos factores que realmente motivan a las personas de manera individual o colectiva y que por lo general son obviados en este tipo de programas.[2].

Ante este escenario OOMAPAS Agua Prieta, se da a la tarea de identificar los factores motivacionales de su personal ya que es imperante para el esfuerzo que se realiza para alcanzar cualquier meta, además de identificar el clima laboral que impera en dicho organismo.

Un colaborador motivado permitirá su mejor desenvolvimiento en el logro de objetivos de la organización pero uno desmotivado trae consigo que el trabajo sea más lento y muchas veces hasta ineficiente. También se pueden detonar reacciones como mal comportamiento, agresividad, reacciones emocionales y muchas veces hasta la apatía y/o rumores.

Esta investigación identificará la raíz del problema, determinando en sí, cuales son los factores motivacionales que hacen falta aplicar en este organismo para mejorar el servicio y de esta manera lograr elevar la calidad del trabajo pero sobre todo el bienestar de los empleados.

Se pretende diseñar un programa de motivación que contribuya a elevar el factor productividad y mejorar el clima laboral de OOMAPAS Agua Prieta, de ser efectivo este programa, beneficiaría no solo al organismo sino a los mismos empleados, creando condiciones de mayor satisfacción laboral y por ende mejor logro de objetivos organizacionales como de los propios empleados.

2. Revisión literaria

Concepto de motivación: Encierra sentimiento de realización, de crecimientos y reconocimiento profesional, manifiesto en la ejecución de tareas y actividades que constituyen un gran desafío y es significativo para el trabajador. [7].

La motivación antecede a la satisfacción en relación al trabajo, pero una vez que éste se realiza, el grado de satisfacción influirá en motivación; a su vez, ésta, incide en la satisfacción laboral, cubriendo sus expectativas con los resultados de la conducta laboral y a productividad.

Varios autores señalan el importante papel que juegan los líderes y gerentes en la definición y que afectan a la cultura deseada de la organización; sin embargo, los participantes en el proceso de desarrollo del liderazgo parecen tener claro el papel que deben tener como líderes en la formación de esa cultura y lo que la cultura debe ser. [8].

Toda institución pública o privada debe actualizarse con herramientas modernas que incentiven y motiven al personal de la institución. La administración debe buscar, adecuar e implementar los instrumentos, programas y documentos que se conviertan en una guía que servirá para la toma de decisiones referente a los empleados y su desempeño laboral.

Crear en cada empleado el bienestar de tal modo que éste le proporcione la satisfacción necesaria para desempeñarse de manera adecuada llevando a la empresa al éxito y que a su vez exista el crecimiento personal del trabajador y de la empresa, es lo que busca un buen programa de motivación laboral. La necesidad de fundamentar la investigación requiere de acudir a las fuentes que han estudiado trabajos afines.

La capacitación se refiere a los métodos que se usan para proporcionar a los empleados nuevos y actualizar las habilidades que requieren para desempeñar su trabajo. [11].

Los elementos de un programa eficaz de motivación se basan en la creencia de que los empleados de manera simultánea pueden tener un alto rendimiento y estar personalmente satisfechos, pero toda institución pública busca ser competitiva en los servicios que brinda vinculándose con el ecosistema de su entorno como se muestra a continuación en la figura N° 2. :

Satisfacción=motivación= desempeño, más tarde cambió a motivación = desempeño = satisfacción.

Y el último modelo se ha mejorado a: Motivación=desempeño=resultados finales= satisfacción.

El desempeño conduce a la satisfacción cuando es claro que las recompensas están basadas en el desempeño.

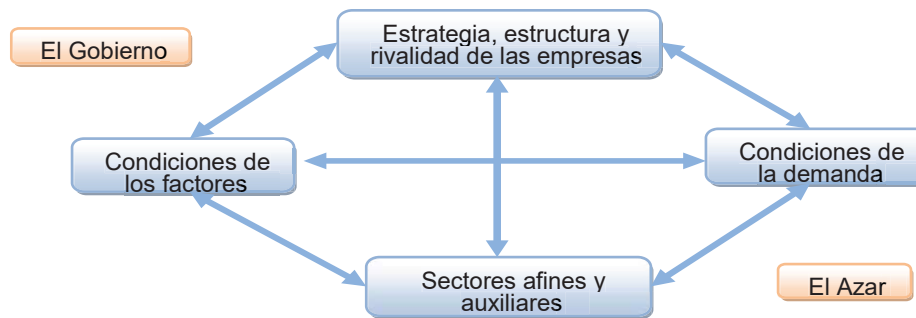


Figura 2: El Diamante de la Competitividad. Fuente: Porter (1990)

Esta figura muestra el diamante de la competitividad, donde se puede apreciar los cuatro vértices del "diamante" incluyen los factores más importantes para medir el desempeño microeconómico, y una vez que se complementan con los factores Gobierno y Azar, constituyen una evaluación sistémica a la economía nacional o regional.

Un programa de motivación se basa en algunas teorías de diferentes autores que manifiestan la importancia de este factor para mantener y elevar la productividad del capital humano, algunas de ellas son:

- La teoría de existencia, relaciones y crecimiento (ERC)
- Tres necesidades que forman parte de un continuo o de una relación:
- Las de existencia: comprende los objetos materiales, junto con los satisfactores divididos a los deseos fisiológicos y las necesidades de supervivencia básica (alimento, vivienda y vestimenta).
- Las de relación: son similares a las necesidades sociales de Maslow y se componen de las relaciones con personas que nosotros consideramos "significativas" en el desarrollo de nuestra vida (familia, amigos, compañeros de trabajo y supervisores.).
- La de crecimiento: en esta se trata de obtener el potencial de creatividad o la productividad de la persona con ella misma o en su caso en el trabajo; este crecimiento implica que la persona deberá hacer uso pleno de sus capacidades y aptitudes, e incluso desarrollar nuevas según el caso que lo requiera.

Existen estrategias para moldear o transformar los comportamientos inaceptables en aceptables, entre ellas se encuentran:

1. Identificar el comportamiento específico inapropiado, dar ejemplos, indicar que la acción debe ser detenida.
2. Señalar el impacto del problema en el desempeño de otros, en la misión de la unidad u organismo.
3. Formular preguntas acerca de las causas y explorar los remedios.
4. Describir los comportamientos o estándares esperados. Asegurarse de que el individuo entiende y está de acuerdo en que son razonables.
5. Preguntar si el individuo cumplirá.
6. Ser un apoyo de manera apropiada.
7. Identifique las recompensas que son importantes para el individuo.
8. Vincule el logro de los resultados deseables con la mejora incremental y continua.
9. Recompensar todas las mejoras en el desempeño en forma oportuna y honesta.

El fomento de resultados intrínsecos: incluye sentimientos de logro, autoestima y el desarrollo de nuevas habilidades.

Para que se implemente un programa debe conformarse un comité, el cual deberá tomar en cuenta las siguientes funciones:

- Planear el programa.
- Organizar el programa.
- Tomar decisiones como:
 - Determinar las actividades motivacionales que se desarrollarán y la fecha.
 - Determinar los temas de capacitación y las generalidades que comprenden el programa.
 - Seleccionar al capacitador.
 - Coordinar la implementación del programa propuesto.
 - Evaluar.

Otros organismos de agua han analizado su productividad y clima laboral para determinar la motivación de sus empleados, dando prioridad a la capacitación del personal como lo es el caso de Hermosillo, Son. Y se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Capacitación de los trabajadores de Agua de Hermosillo 2011-2013

Temática	2011		2012		2013		Promedio del periodo		Total	
	Horas	Asist.*	Horas	Asist.	Horas	Asist.	Horas	Asist.	Horas	Asist.
Cómputo y/o manejo de software	2	4	0	0	10	40	4	15	12	44
Conocimiento y manejo de recursos técnicos	12	69	12	101	64	1 160	29	443	88	1 330
Prevención y seguridad	4	10	4	45	22	298	10	118	30	353
Superación personal, inducción y trabajo en equipo	62	392	39	587	32	1 015	44	665	133	1 994
Cuestiones fiscales y administrativas	0	0	1	35	44	302	15	112	45	337
Otros	0	0	0	0	3	677	1	226	3	677
Total	80	475	56	768	172	2 815	103	1 353	308	4 058

Fuente: Elaboración con información de la Solicitud de información nro. 00193514 del 30 de abril de 2014 a Agua de Hermosillo vía Infomex.

3. Metodología

La metodología utilizada para esta investigación fue de campo, con la finalidad de recolectar datos para poder identificar las apreciaciones de los empleados y poder visualizar las mejores conclusiones en relación al programa de motivación a implementarse en OOMAPAS Agua Prieta.

Se realizó un estudio descriptivo con un diseño de la investigación de tipo mixta, No experimental ya que no se llevó a cabo ninguna manipulación de las variables, sino que se observó el fenómeno de la investigación tal y como se desenvuelve en su entorno natural.

Se consideró el cuestionario y la entrevista como instrumentos de recolección de información, para obtener datos confiables y poder contar con una base sólida y basada en la realidad, de tal manera que cada aspecto de la propuesta sea resultado de información objetiva, validándose a través del estudio e interpretación de los cuestionarios aplicados. Este instrumento sirvió para identificar los aspectos fuertes y puntos a mejorar presentes en los colaboradores, con respecto al factor motivacional que debe acompañar su desempeño cotidiano al interior de la Institución.

Se efectuó un despliegue para realizar entrevistas y la aplicación del instrumento en el sitio mediante un cuestionario diseñado específicamente para determinar el nivel de motivación en OOMAPAS Agua Prieta, considerando variables como: incentivos y reconocimientos, ambiente laboral, equipos y recursos materiales, remuneraciones, relaciones jefe-colaborador, capacitación, nivel de productividad, disposición para realizar trabajos, puntualidad, motivación por su puesto de trabajo, aportación de ideas, entre otras. Cada una de ellas con sus correspondientes puntuaciones para su evaluación. Las entrevistas y aplicación de cuestionarios se desarrollaron en 15 días, con alumnas colaboradoras en la investigación. Se aplicaron 116 encuestas de un total de 120 trabajadores cubriendo el 96% del total de la planta laboral; la información proporcionada fue capturada en un programa diseñado con la finalidad de identificar claramente lo relacionado a los aspectos de motivación del personal, considerándose cuatro fases, como se muestra en la figura 3.

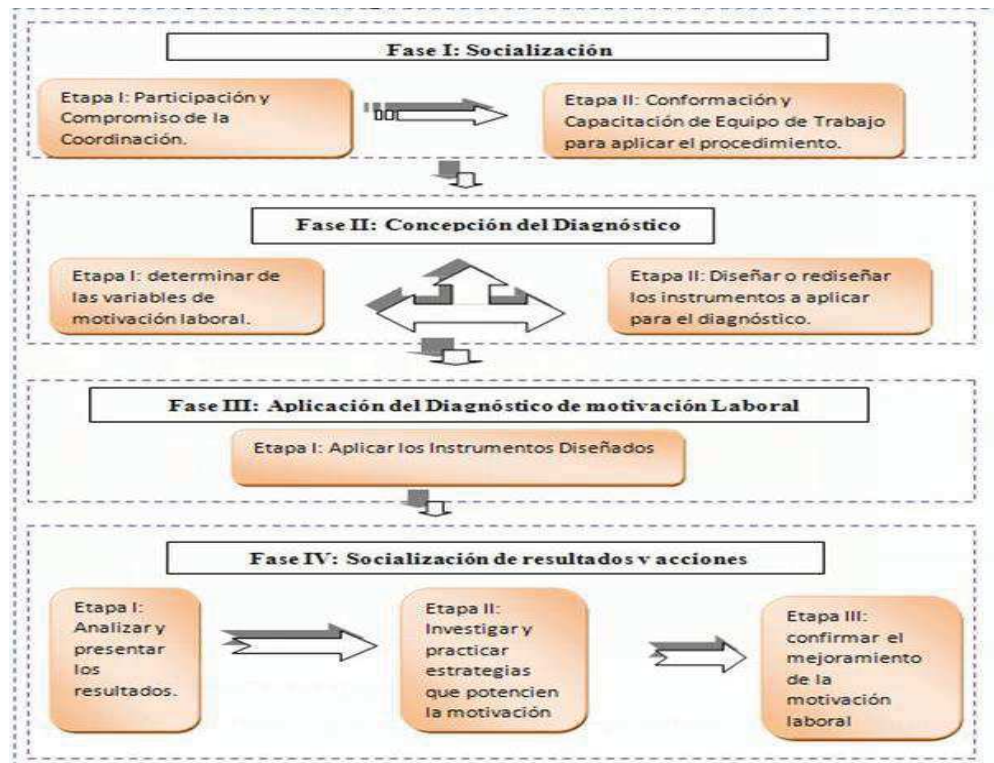


Figura No. 3. Fases para la elaboración de un programa de motivación.

En esta figura se muestra la secuencia de pasos y actividades para determinar las acciones a seguir dentro del plan de motivación laboral. Elaborada por Graciela Castro.

Después de conocer las fases para la elaboración de un programa de motivación, nos adentraremos en el desarrollo de uno, cuyo objetivo principal es conocer las percepciones reales de los empleados de OOMAPAS Agua Prieta en relación al aspecto motivacional.

3.1 Programa de Motivación

La estructura del programa de motivación contiene una serie de aspectos que ayudarán en la aplicación adecuada del programa, que beneficiará en el desarrollo de las funciones que ejecuta el personal. Su aplicabilidad se puede llevar a cabo de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Creación del comité encargado de organizar y dirigir las actividades. Para lograr el éxito, es necesario que el área administrativa planifique con el objetivo de proporcionar y establecer ventajas y probabilidades que constituyan herramientas útiles y de fácil acceso, por eso en esta etapa se hace necesario que recursos humanos maneje las funciones del programa y conozca las relaciones interpersonales de los empleados, además de dirigir los lineamientos y estructuras del programa.

2. Proporcionar las herramientas necesarias para la ejecución y diseño, se debe proveer al personal los conocimientos necesarios, objetivos, metas, alcances, así como otros lineamientos fundamentales para pretender alcanzar el mejoramiento de las actividades.

3. Preparación. El departamento de Recursos Humanos debe conocer las funciones de las actividades claves que deben realizar en la implementación del programa motivacional, elaborándolas de manera clara, práctica y sencilla para hacer ejecutadas sin ninguna dificultad.

Se busca encontrar la solución al problema por medio de estrategias básicas para lograr objetivos relacionados a la motivación de los empleados, siendo una de ellas la aplicación de 2 cuestionarios, siendo uno de ellos el que se muestra en la figura N° 4.

ENCUESTA PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LOS EMPLEADOS

Revisión del Rendimiento				
Nombre del empleado:				
Departamento:				
Fecha:				
Evaluar las siguientes características				
Características	CALIFICACION			
	Inaceptable	Necesita Mejorar	Satisfactorio	Sobresaliente
Actitud.				
Cumplimiento de normas y reglamentos de la institución.				
Cooperación.				
Compañerismo.				
Personalidad.				
Confianza.				
Responsable.				
Capacidad para tomar decisiones.				
Aceptación de dirección y mando.				
Desempeño.				
Conocimiento.				
Calidad del trabajo.				
Fortalezas del empleado evaluado.				
Áreas en las que debe mejorar el empleado evaluado.				
Comentarios adicionales. _____				

Figura 4. Encuesta para evaluar el desempeño de los empleados

Con esto, se espera crear condiciones para asegurar la permanencia y productividad de los empleados, dirigiéndose las estrategias a que den como resultado condiciones propicias para un buen clima laboral.

De igual manera se busca crear una relación organismo-empleado por medio de la participación de aquellos programas formativos que sean beneficiosos para ambas partes, principalmente por medio de la capacitación, diseñados basándose en las necesidades manifestadas por los empleados en los instrumentos aplicados, orientados a buscar el mejoramiento en aquellos aspectos ligados al trabajo en equipo, para el logro de objetivos propuestos por cada área donde laboran, así como la definición de metas comunes.

De esta investigación surgen dos preguntas básicas en relación organismo-empleado: ¿A quién se necesita capacitar? y ¿Qué clase de capacitación se necesita? en un análisis de persona primeramente se debe comparar el desempeño del empleado en relación a su descripción de puestos.

Una de las políticas es dar oportunidad de crecimiento profesional en relación a su desempeño dentro del organismo. Brindar apoyo y oportunidades a quien desee superarse profesionalmente y reconocer a los empleados que muestren alto desempeño en su área de trabajo.

4. Resultados

Mediante el plan de mejora que resulta de esta investigación, se podrá mantener un adecuado ambiente laboral, proporcionado al personal de OOMAPAS Agua Prieta, que se sientan motivados, valorados y que afiancen su compromiso con su trabajo para el desarrollo de sus actividades, así lo demuestra la interpretación de tabla derivada de la investigación interna que se realizó al 96% de los empleados de OOMAPAS Agua Prieta, generándose la siguiente la tabla 3.

4.1 Interpretación de resultados

Tabla 2. Resultados de cuestionario aplicado al personal de OOMAPAS

TEMATICA	RESULTADOS OBTENIDOS
INCENTIVOS Y RECONOCIMIENTOS	
1. Otorgar Incentivos y reconocimientos durante los dos últimos años a los empleados (carta de felicitación, becas, etc).	El 50% ha mencionado que no ha recibido ninguno, el 36% ha recibió más de uno y el 14% solo uno de ellos.
2. Desempeño laboral desde el punto de vista de los empleados.	Fue muy evidente que el 90% de los empleados considera su desempeño laboral muy bueno, el 6% lo ve regular y solo el 4 % no lo considera bueno.
3. Aspectos a mejorar en la organización (remuneración, reconocimientos, relaciones personales, ambiente físico, capacitación).	El aspecto de remuneración refleja que el 38% del personal desea se mejore ese aspecto. Y los dos aspectos que le siguen en importancia fueron el de capacitación en un 26% y el de ser reconocido su trabajo en un 23%.
4. Reconocimientos por méritos alcanzados.	Este aspecto es uno de los más observados por los empleados de OOMAPAS ya que el 76% piensa que siempre deben ser incentivados y reconocidos por sus méritos y solo el 24% manifiesta que ocasionalmente debieran darse.
REMUNERACIONES	
5. Satisfacción con su salario actual.	Este indicador es muy significativo ya que el 67% del personal está satisfecho son su remuneración salarial y solo el 29 % menciona que a veces y el 4% no está conforme con su sueldo.

CONDICIONES DE AMBIENTE FISICO Y EQUIPAMIENTO	
6. Influencia del ambiente físico en el desempeño de su trabajo.	Es importante considerar que este aspecto el 70% considera que las condiciones del ambiente físico le ayudan mucho para su buen desempeño. El 22% menciona que le ayuda poco y solo el 8% no lo considera importante.
7. Equipamiento y recursos materiales proporcionados para su desempeño laboral.	El 61% considera que cuenta con el equipo y los recursos necesarios para desempeñar su trabajo, el 32% piensa que en ocasiones hace falta equipo y recursos para desempeñar correctamente su trabajo solo el 6% manifiesta que no son suficientes los recursos que se les proporcionan ni el equipo de trabajo.
RELACIONES INTERPERSONALES	
8. Relación jefe inmediato – empleado.	Este aspecto tan importante en toda empresa y/o organizaciones, presenta que un 86% lleva una buena relación con su jefe directo, el 7% manifiestan que es de forma regular y el otro 7% es mala.
9. Relación personal con sus compañeros de trabajo.	Los datos obtenidos muestran que el 92% tienen una buena relación con sus compañeros de trabajo y el 8% lo hace de forma regular.
CAPACITACION Y DESARROLLO	
10. Capacitación brindada para el desempeño de sus funciones.	Este aspecto refleja que el 65% del personal ha sido capacitado para desempeñar sus funciones, el 30% dice que aunque han tenido algo de capacitación sienten que les falta más en temas o áreas específicas para su buen desempeño y el 5% manifiesta que no ha recibido capacitación.
11. Número de capacitaciones recibidas en los últimos 2 años.	El 64% del personal respondió que solamente ha recibido una sola capacitación como máximo en los últimos 2 años, el 22% ha recibido más de 4 capacitaciones y el 14% han tenido de 2 a 4 capacitaciones en el mismo periodo.
12. Nivel de productividad considerado por los empleados en su puesto de trabajo.	El 86% considera aceptable su productividad, el 12% menciona que no es muy productivo y el 2% se siente improductivo en su puesto de trabajo.
SEGURIDAD EN EL TRABAJO	
13. Seguridad y estabilidad en su trabajo.	En este aspecto el 67% del personal consideran su empleo seguro y estable, el 23% no lo considera seguro y el 10% no respondió.
CONDICIONES DE MEJORA DENTRO DE LA ORGANIZACION	

14. Opinión sobre lo que debería mejorarse en OOMAPAS Agua Prieta.	El 34% menciona que debe mejorarse el sueldo, el 25% los cursos de capacitación, el 16% que se les brinden reconocimientos, el 13% mejorar las relaciones interpersonales y el 8% opinan que debe mejorarse el ambiente físico o los recursos necesarios.
--	---

Los resultados obtenidos en la presente investigación, reportan que los trabajadores administrativos y operativos objeto de estudio perciben, que el clima organizacional es bueno.

Manifiestan que en su mayoría cuentan con las herramientas, maquinaria y equipo necesarios para hacer las tareas que les corresponden y que comprenden a la asignación de sus actividades, responsabilidades y funciones entre todos los niveles del personal.

Expresan que la relación que llevan con su jefe inmediato es buena.

En cuanto a la satisfacción y desempeño laboral, se puede apreciar que los trabajadores manifiestan estar a gusto y orgullosos por el trabajo que realizan y que éste es importante para ellos.

Los sueldos que perciben son los adecuados en la mayoría de los puestos y constituye un incentivo para realizar su mejor esfuerzo para permanecer dentro de la organización.

Y si bien en OOMAPAS Agua Prieta se requiere de incentivos para que su personal trabaje en beneficio del mejoramiento del servicio de agua potable, también se requieren sanciones para eliminar las acciones que perjudiquen al organismo.

El reconocimiento que reciben por su desempeño proviene del jefe directo o del director del organismo, aunque puede mejorarse este aspecto.

La capacitación recibida por las dos terceras partes de los empleados la considera buena, aunque falta estructurar un programa formal de capacitación, con los cursos propuestos se busca mejorar la productividad de los empleados en las diferentes áreas donde laboran.

La Capacitación es uno de los aspectos señalados por la mayoría de los empleados como procesos de apoyo más relevantes para la implementación correcta de una herramienta con el facultamiento, pues por sí mismo es muy difícil que se logre un cambio cultural tan impactante para la organización. En consecuencia, es imperativo contar con un plan integral de capacitación. Este Plan Integral debe de ir de la mano del plan estratégico de implantación antes mencionado, pues a medida que la gente esté preparada, ira asumiendo nuevas responsabilidades y así sucesivamente.

Debido a la gran inquietud que existe por el personal administrativo en cuanto a la capacitación, surge el interés de detectar los factores que más afectan en el personal capacitado para desarrollarse, adecuadamente en su lugar de trabajo y tener un sentido de pertenencia.

Por lo tanto la Capacitación debe incluir el desarrollo de habilidades y conocimientos técnicos que den soporte a la nueva responsabilidad. Por otra parte, no se debe descuidar la preparación en el desarrollo de nuevas habilidades interpersonales y solución de problemas, que faciliten el desarrollo de los empleados, con nuevas actitudes para enfrentar riesgos y proponer innovaciones.

La ejecución de un programa de motivación para los empleados se concibe como una estrategia que permite despertar el sentido de pertenencia y compromiso de los colaboradores en el desarrollo de sus funciones, con miras a fortalecer los resultados institucionales.

El departamento de recursos humanos es el encargado de la ejecución del programa de motivación laboral. Para lo anterior se diseña un programa de cursos a impartirse, siendo estos los más solicitados como lo vemos en la tabla 2.

Tabla 2. Cursos propuestos para empleados de OOMAPAS Agua Prieta

CURSO	DIRIGIDO A:	INSTRUCTOR INTERNO/EXTERNO
Administración del tiempo	Personal Administrativo	Externo
Trabajo en equipo	Todo el personal	Externo
Calidad en el servicio	Personal de atención al cliente	Externo

5. Conclusiones

Para que el plan de motivación propuesto cumpla con su cometido, se recomienda la participación activa y el compromiso decisivo de los directivos del Organismo, así como del personal implicado en este proceso de mejoramiento que repercute en el ámbito laboral.

El capital humano es un elemento fundamental para brindar un servicio de calidad a la población sin importar las condiciones sociodemográficas de los lugares que habitan. Es por ello que en OOMAPAS Agua Prieta es un tema de interés para entenderlo de manera inmediata.

Por último se brindará retroalimentación a los directivos del organismo de Agua, entregándose un informe con los resultados obtenidos de acuerdo a las respuestas otorgadas por sus trabajadores. Se incluirá, además, una propuesta con estrategias de mejora, aprovechando las áreas de oportunidad identificadas dentro de las cuales se encuentran, las de capacitación, reconocimientos o incentivos, mejora de las relaciones interpersonales como las prioritarias.

Haciendo un análisis de todo lo anterior el aspecto a considerarse prioritariamente debe ser un programa de capacitación con cursos y/o talleres que son requeridos por el personal para lograr mantener la productividad y calidad en el servicio que OOMAPAS Agua Prieta. En esta investigación fueron determinados tres cursos: 1) Administración del tiempo, 2) Trabajo en equipo y 3) Calidad en el servicio, los cuales fueron programados para impartirse de manera inmediata.

Por lo anterior la implementación de un Programa de motivación laboral es una estrategia que va a garantizar un cambio en el ámbito laboral y por consiguiente un aumento en la productividad de la misma, creando una cultura de motivación en el entorno de la organización.

Los resultados obtenidos fueron proporcionados al director de OOMAPAS Agua Prieta, Lic. Adalberto Laprada León, quien dará el seguimiento correspondiente a cada uno de los aspectos indicados para lograr una mejor planificación y un mejor uso de sus recursos materiales y humanos, buscando incrementar sus indicadores de recaudación, medición y pérdidas de agua, pero principalmente mantener motivado a sus colaboradores.

Referencias

- [1] Comisión Nacional del Agua (Conagua). (s.f.). *Objetivos y estrategias*. Recuperado de http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/109732/OBJETIVOS_Y ESTRAT_GIAS.pdf (2013)
- [2] Chiavenato, I. Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones. México: McGraw-Hill. (2007).
- [3] Loera, E. Capacidad institucional y desempeño en los organismos públicos de agua. Un estudio comparativo de Agua de Hermosillo y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (2003-2012) (Tesis doctoral). El Colegio de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. (2015).
- [4] Galceran (2005), (p 282).
- [5] Salinas. Innovación educativa y uso de las tics. Universidad Internacional de Andalucía, (2008).
- [6]
<http://www.boletinoficial.sonora.gob.mx/boletin/images/boletinesPdf/2017/noviembre/2017CC38III.pdf>
- [7] Stephen P. Robbins, Comportamiento Organizacional, Edición Décima, Prentice Hall, 2004.
- [8] Sashkin y Rosenbach, 2001; Schein, 1985; Sharkey,1999).
- [9] (Desler, Gary,2001).
- [10] R. Wayne Mondy, Robert M. Noe. Administración de Recursos Humanos. Pretince Hall 9ª. Ed. 2008.
- [11] Desler, Gary, administración de personal, 2001.

Robot TGK y su Contribución a la Seguridad Laboral.

Valdez Martínez Ludy Magnolia⁽³⁾, Sánchez Reyes María de Lourdes⁽²⁾, Sánchez Almazán Abraham⁽⁴⁾, Quintero Martínez Luis Alberto⁽¹⁾, García Liñán Gerardo⁽¹⁾

División de Estudios de Posgrado e Investigación⁽¹⁾.
Departamento de Metal Mecánica⁽²⁾.
Departamento de Ciencias Económico Administrativas⁽³⁾.
Departamento Eléctrica, Electrónica, y Mecatrónica⁽⁴⁾.
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
Av. Tecnológico S/N, Col. UPA., C.P. 78437
Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México.

Resumen

La ciencia ha tenido grandes avances en el desarrollo tecnológico sobre todo en los robots bípedos, en los últimos años han traído una disminución de costos en su fabricación debido al perfeccionamiento de su diseño y el incremento de sus aplicaciones como asistentes en ciertas tareas. Así mismo la miniaturización de los componentes electrónicos y el buen uso de plataformas de simulación usadas para evaluar el desempeño antes de su construcción permiten la difusión y la utilización de robots en más áreas. El presente trabajo es el diseño de un robot humanoide llamado TGK con capacidades de movimiento. Así mismo realizar tareas de alto riesgo para una persona, de esta manera podrá ser utilizado en otras aplicaciones como por ejemplo podría ser el caso de un Robot Rescatista. Además se incorporaran baterías recargables y celdas solares para que el robot tenga una recarga. Las estadísticas obtenidas demuestran que existe un gran número de personas con lesiones lumbares por cargar objetos pesados en la industria, se pretende que el TGK disminuya accidentes al funcionar como apoyo con el operador y sea un elemento que contribuya a prevenir riesgos y enfermedades laborales y por ende a elevar la seguridad en el trabajo y con ello la competitividad de la organización.

Palabras clave: Robot, robótica, seguridad laboral, prevención de accidentes, enfermedades laborales.

1. Introducción

En un entorno altamente competitivo las aportaciones de la Robótica han contribuido de manera relevante al logro de los objetivos organizacionales , a través de elevar sus indicadores de productividad lo que les permite seguir vigentes en el mercado; conscientes de este importante beneficio así como de las ventajas que representan el uso de robots en los diferentes campos de la actividad humana, al realizar tareas y actividades consideradas peligrosas para la salud o que se

realizan en ambientes hostiles para el ser humano, es donde el tema de Seguridad se convierte en una prioridad ya que este término debería ser el enfoque principal en cualquier ejecución en la industria, incluso en procedimientos de rescate o recuperación; sin embargo, debido a que estas acciones son realizadas por seres humanos, existen riesgos con la eficiencia durante la tarea a realizar. El Robot TGK es una alternativa para resolver este compromiso; con la creación de un humanoide automatizado. Es capaz de realizar tareas de carga que pueden facilitar el trabajo en algunos sectores de las empresas apoyando al personal humano de esta manera evitamos factores de alto riesgo, como podría ser lesiones lumbares.

El Seguro Social muestra resultados donde existen altos índices de lesiones en la industria por cargas peso en exceso.

El diseño se centra en dos puntos principales: facilidad de fabricación y despliegue continuo extendido en el campo.

El TGK es un robot bípedo colaborador que se apega a las normas de seguridad que se mencionan más adelante.

Puede ser multifunciones por su diseño. Por su interface es de fácil programación. Es ligero y se pretende cumpla con funciones de flexibilidad para mayor equilibrio en zonas donde la superficie no es plana, al contrario contiene obstáculos además de un suelo con imperfecciones.

2. TGK Como Opción de Seguridad

La seguridad laboral es el conjunto de medidas técnicas, educativas, médicas y psicológicas para prevenir accidentes, sea al eliminar las condiciones inseguras del ambiente o instruir o convencer a las personas para que apliquen prácticas preventivas, lo cual es indispensable para un desempeño satisfactorio del trabajo[1].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define “accidente” como un hecho no premeditado del cual se deriva un daño considerable”, mientras que El National Safety Council (Consejo nacional de seguridad) define “accidente” como una serie de hechos que cuando ocurren, en general y sin intención, producen lesiones corporales, muerte o daños materiales”. [1]

De acuerdo a lo anterior sea cual sea el efecto de estos accidentes, representa un impacto negativo tanto para el trabajador como para la organización, un ejemplo de ello es:

El dolor de espalda es un padecimiento generalmente benigno y autolimitado, de compleja etiopatogenia, en la que desempeñan un importante papel los factores emocionales y sociales. Su elevada frecuencia y su tendencia a la cronicidad le confieren una enorme repercusión social y económica. Una alta proporción de problemas laborales se producen por este trastorno, común en todos los países industrializados y con clara tendencia al alza. Con la revolución industrial y particularmente con la construcción de ferrocarriles se empieza a relacionar el dolor lumbar con la sobrecarga postural y los traumatismos acumulativos. Esta patología llegó a llamarse “Railway Spine” (Erschsen 1866). J A Sicard en 1911, escribe que la ciática puede ser ocasionada por compresión de la raíz en el agujero de conjunción, en la figura 1 se muestra una columna con detalle del lugar donde se producen las lesiones. La evolución tecnológica ofrece nuevas posibilidades tanto diagnósticas como terapéuticas, pero no todos los tratamientos son eficaces y su elección es difícil.[2]

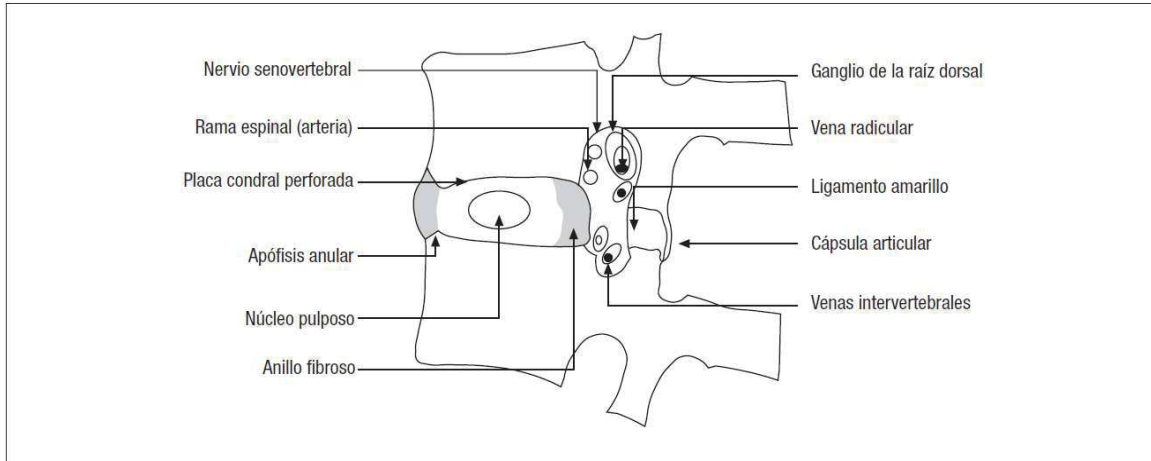


Figura 1. Vista anatómica de un detalle de la columna lumbar. Agujero de conjunción, disco intervertebral[3].

El dolor lumbar es uno de los problemas más frecuentes que enfrenta el médico y una de las causas más importantes de ausentismo laboral. Esta manifestación clínica se puede originar tanto en las estructuras propias de la columna vertebral, como es el caso del esguince lumbar, o como reflejo de padecimientos de otros órganos no relacionados con el sistema musculoesquelético, tales como enfermedades congénitas, tumores, intoxicaciones, trastornos metabólicos, enfermedades inflamatorias y degenerativas, infecciones, trastornos circulatorios y problemas psiconeuróticos, entre otros, en la figura 2 se muestra una tabla de personas que trabajan en la industria química y población en general donde presentan esguince lumbar. El dolor lumbar agudo puede desencadenarse por un solo movimiento al cargar un objeto pesado, este riesgo aumenta con el incremento del peso del objeto, así como el esfuerzo inesperado.[4]

Concepto	1995		1996		1997	
	Quím.	Gral.	Quím.	Gral.	Quím.	Gral.
Población trabajadora	189,533	8,771,320	183,183	9,251,639	200,402	10,743,507
Número de casos	630	33,701	561	30,357	621	33,785
Casos de la industria química vs Población general	$\chi^2 = 13.0$ P < 0.00		$\chi^2 = 2.6$ P < 0.10		$\chi^2 = 0.06$ P < 0.80	
Tasa esguince/1,000 trabajadores	3.3	3.8	3.0	3.4	3.1	3.14
Prom. días incapacidad por caso	24	21	23	21	23	22
Casos incapacidad permanente	5	243	5	187	4	174
Tasa incapacidad permanente/1,000 esguinces lumbares	7.9	7.2	8.9	6.1	6.4	5.1

Figura 2. Esguince lumbar en trabajadores de la industria química y de la población general afiliados al IMSS 1995-1997.[4]

El Instituto Mexicano del Seguro Social en 1997 tenía un total de 10,743,507 trabajadores afiliados, quienes laboraban en 689,368 empresas, de los cuales 501,293 sufrieron algún tipo de accidente de trabajo (341,551 accidentes al estar laborando y 79,871 de trayecto, al dirigirse de su domicilio a su trabajo o viceversa). De estos accidentes, el esguince lumbar ocupó el 8%, con un total de 33,785 casos, cifra que lo ubica a nivel nacional dentro de los 10 primeros diagnósticos por accidente de trabajo.[4]

Los costos por manejo integral de las lumbalgias son impresionantes. Se ha estimado que el costo anual de tratamientos por lumbalgia es de 85 mil millones de dólares para Estados Unidos, con un costo para el manejo de la lumbalgia de origen industrial que varía entre 32.1 y 55.7 mil millones de dólares por año.[4]

La robótica es un campo de la ingeniería que puede contribuir a solucionar esta problemática, la asociación de industrias robóticas de Estados Unidos define robot como: “Manipulador reprogramable y multifuncional designado para manipular material, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos variables programados para el desempeño de gran variedad de labores” como es el caso del brazo robot de la figura 3 con el robot OWI, donde se muestra un brazo robot asistente de cirujías[5]. Karel Capek, introdujo el término “Robot” por primera vez en 1921, en una obra teatral denominada Rossum’s universal Robots (en español: “los robots universales de Rossum”). Donde describió máquinas inteligentes que aunque se crearon para servir a los humanos, dominaban el mundo y destruían la humanidad. Desde ese entonces hasta el presente, esa idea ha evolucionado bastante y vemos el gran avance en la concepción e implementación de la robótica.[6]

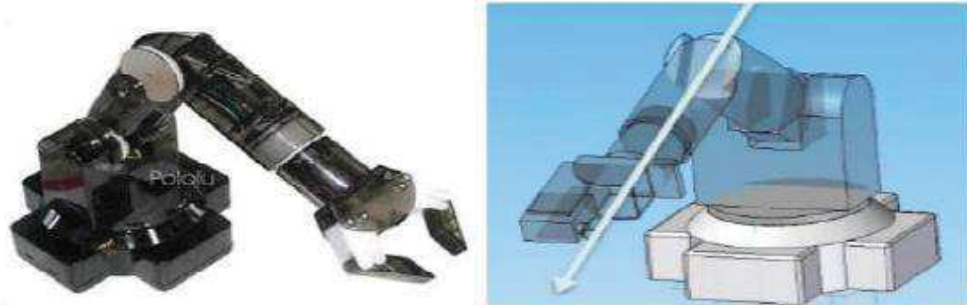


Figura 3.- Arquitectura del Robot OWI y su CAD.[5]

El presente proyecto pertenece al campo de la robótica, rama que no ha sido desarrollada en nuestro país; por ello mediante la realización de un robot bípedo (robot preparado y construido para que pueda movilizarse en dos piernas simulando la caminata de una persona) se pretende evite gran cantidad de riesgos en la industria, es un primer escalón sobre el cual se levantarán proyectos de mayor complejidad y aplicación en este campo.

Existen grandes avances en todo el mundo en el desarrollo de robots bípedos y humanoides (robots con apariencia humana), tal es el caso de Honda al construir a ASIMO su robot; Sony, con su robot Qrio; etc., de aquí que resulta ilusorio pensar que los autores de este proyecto pretendan rivalizar con estas grandes compañías que han dedicado años a la investigación y creación de éstos prototipos, un claro ejemplo es el de la figura 4.[7] Elementos y condiciones físicas como económicas son factores decisivos; además, que son empresas que han dedicado años a la investigación tecnológica para desarrollar esta clase de robots.



Figura 4.- Robot bípedo en caminata. [7]

Clasificación de los Robots Industriales. La IFR distingue cuatro tipos de robots: Robot secuencial, Robot de trayectoria controlable, Robot adaptivo, Robot telemanipulado. La Asociación Francesa de Robótica Industrial (AFRI), tiene una clasificación similar la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.- Tipos de Robots [8]

Tipo de robot	Definición
Tipo A	Manipulador con control manual o telemando.
Tipo B	Manipulador automático con ciclos preajustados; regulación mediante fines de carrera o topes; control por PLC; accionamiento neumático, eléctrico o hidráulico.
Tipo C	Robot programable con trayectoria continua o punto a punto. Carece de conocimientos sobre su entorno
Tipo D	Robot capaz de adquirir datos de su entorno, readaptando su tarea en función de éstos.

Existe una clasificación de los robots industriales de acuerdo a su generación como se puede observar a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 2. Clasificación de los Robots Industriales. [8]

Clasificación	Definición
1ª Generación	Repite la tarea programada secuencialmente. No toma en cuenta las posibles alteraciones de su entorno.
2ª Generación	Adquiere información limitada de su entorno y actúa en consecuencia. Puede localizar, clasificar y detectar esfuerzos y adaptar sus movimientos en consecuencia.
3ª Generación	Su programación se realiza mediante el empleo de un lenguaje natural. Posee capacidad para la planificación automática de tareas

El TGK es un Robot Bípedo de peso ligero de acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior es un manipulador tipo B, tiene un mecanismo interno basado en cigüeñal y bielas así como engranes en su parte mecánica que permiten los movimientos desde caminar hasta levantar algún objeto, es un robot colaborativo, esto es interacción robot-humano, la empresa BMW en estados unidos tiene este concepto, así como la forma de trabajo donde el robot asiste a la persona, para ello se siguen una serie de normatividades ISO[9], se mencionó previamente que el diseño se centra en dos puntos principales:

Facilidad de fabricación y despliegue continuo extendido en el campo.

Para lograr el primer punto, se han usado piezas prefabricadas y estandarizadas en casi la totalidad del sistema. Esto permite generar un trabajador automatizado completo sin la necesidad de generar piezas únicas o difíciles de obtener. Además del uso de estas piezas "fáciles de usar", se ha utilizado un diseño modular para ahorrar aún más tiempo y recursos en la construcción simultánea de una o varias copias del trabajador. Una consecuencia del duro enfoque en la estandarización de las piezas y la naturaleza modular de la fabricación es la facilidad con la que las actualizaciones se pueden generar e instalar en el humanoide, siempre que la fuente de poder pueda gestionarlo, se pueda instalar y utilizado en las actividades realizadas por el trabajador.

El segundo punto: el tiempo de despliegue extendido se resuelve a través de dos sistemas complementarios. El primero de estos es un banco de baterías recargables de alta capacidad. Estas baterías son la principal fuente de energía para los actuadores y procesadores. La capacidad del banco es el principal limitador para el tiempo de despliegue de la mayoría de los trabajadores asistidos automatizados utilizados en el campo. Para eludir este problema de diseño y uso omnipresente, se instala un segundo sistema. Mediante el uso de un medio alternativo de generación de energía, las baterías se pueden llenar al mismo tiempo que la máquina está en uso. El diseño permite una capacidad cada vez mayor de ser actualizado, al igual que la parte generadora de energía de los sistemas de energía. Se hace uso de paneles solares que alimentan baterías recargables que a la vez son fuente de energía al TGK, siempre y cuando se tenga radiación solar. Esta idea reduce los tiempos de recarga en fuentes de energía.

Conducir los procesos del trabajador y continuar con el diseño "tan estándar como sea posible" es un Controlador Lógico Programable (PLC) listo para usar. Esta pieza de software se utiliza actualmente en casi todas las ramas de la industria, lo que la hace relativamente barata y fácilmente disponible. La facilidad para programar este tipo de controlador es un testimonio del uso generalizado anteriormente mencionado en la industria, principalmente en aquellas actividades que requieren un gran enfoque en la repetición y el aislamiento de los agentes humanos.

Todo el diseño logra lo que se le ha asignado, y permite a cualquier usuario generar un trabajador y diseñar y crear actualizaciones sin la necesidad de consideraciones pesadas de disponibilidad de materiales o problemas de compatibilidad, ya sea con el archivo adjunto al cuerpo actual o a su control en la parte del procesador.

3. Resultados

Se presenta en la figura 7 un diseño del CAD del TKG donde se puede observar esquemáticamente en donde se localizan los sensores, las placas de procesos, el controlador lógico programable, está siendo fabricado en piezas de aluminio, con posibilidad de hacer control de calidad y discriminar alguna pieza defectuosa. En el desarrollo se toma en cuenta la normativa aplicable a la seguridad, tanto en general como en casos específicos como son los de la industria. Realizando un estudio de riesgos que el robot comparte y desglosando los tipos de seguridad para tener los componentes adecuados

En la actualidad, la normativa más relevante existente al respecto a nivel mundial es la siguiente:

Tabla 3. Normatividad de uso para Robots.[10]

Normativa	Definición.
Normativa Internacional ISO 10218:1992	Trata de una normativa realizada por el organismo internacional de estandarización
Normativa americana ANSI/RIA R15R15.06:1992	Destaca la definición de riesgos y la probabilidad de la aparición de un accidente y la severidad del posible daño físico a una persona, dependientes del nivel de experiencia del operador y de la frecuencia en la que éste se encuentra en zona de riesgo.
Normativa Europea EN 775 y Española UNE-EN 775	Incluye una serie de requisitos para mejorar la seguridad de las fases de diseño, utilización, reparación y mantenimiento de los robots industriales y de las células robotizadas. En términos generales estas recomendaciones son similares a las descritas enumerándose las posibles fuentes de peligro y estableciéndose una serie de requisitos en las fases de diseño y construcción del robot, diseño y protección de la célula robotizada y utilización, instalación y puesta en marcha de la misma.

El TGK se apega a las normativas mencionadas en la tabla anterior con ello se pretende que los accidentes en la industria disminuyan.

El robot está dividido en dos partes, de la cintura hacia arriba la interface para su manejo en una primera instancia, utilizaremos un sistema mecatrónico con una tarjeta Arduino para procesar información proveniente de los sensores ultrasónicos, de movimiento e infrarrojos, para que ellos manden una señal de alerta al Arduino y este a su vez mande una orden al actuador que podría ser un motor o bien una señal al plc para que se mueva en otra dirección además se utilizará el software Scilab el cual también es de código abierto, dentro el sistema que se menciona anteriormente ya se ha probado en.[11] y presenta resultados favorables para el control, por otra parte la programación base de las piernas es con un controlador lógico programable (PLC) de la marca HALLEN BRADLEY modelo Micrologix 1100.

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente, en la siguiente imagen podemos observar la tarjeta básica

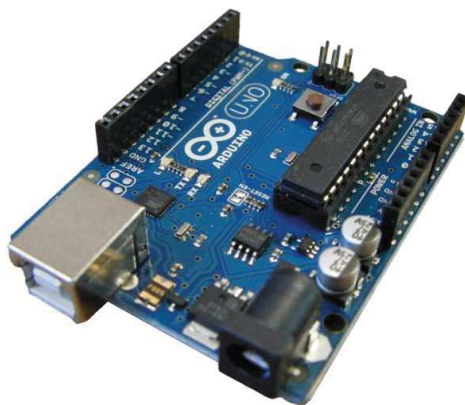


Figura 5 Arduino UNO

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado, podemos ver un plc en la figura 6.



Figura 6. PLC Micrologix 1100

El seleccionado para nuestro sistema, se trata de un PLC MicroLogix 1100 de Marca Allen Bradley. Este cuenta con dos entradas analógicas, 10 entradas digitales y seis salidas digitales y admite un máximo de 144 puntos de E/S digitales haciendo uso de múltiples puertos para módulos de expansión

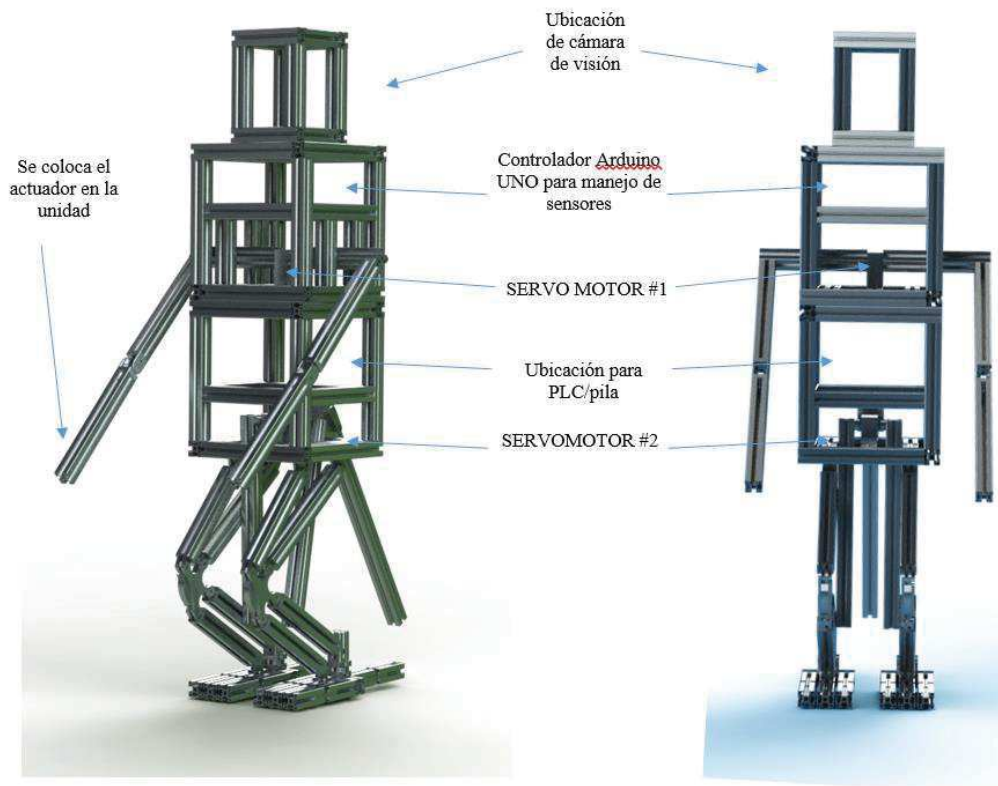


Figura 7. Diseño General del Robot TGK.

La Robótica disminuye los riesgos físicos que se derivan de trabajar en contextos hostiles, de difícil acceso, con materiales tóxicos que implican graves riesgos para la salud y seguridad del trabajador.

Tabla 4. Características de mejoras con la robótica.

Contexto organizacional.	Características de los puestos de trabajo.	Mejoras de la salud y la seguridad derivadas de la implantación de sistemas automáticos y robotizados.	Nuevos riesgos. derivados de la implantación de sistemas automáticos y robotizados.
<ul style="list-style-type: none"> - Aumentará la flexibilidad en la jornada laboral (tanto del horario a turnos como de la jornada flexible) - Aumentará los niveles de formación de los trabajadores. - Aumentarán los contratos temporales (hasta alcanzar el 40% del empleo en el sector industrial (año 2015) y el 50% del empleo en el sector servicios (año 2010). - Aumentará la inestabilidad en los puestos de trabajo. - Los salarios se mantendrán igual que en la actualidad - Reducción de las posibilidades de promoción y carrera profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentará el número de tareas y funciones que asumen los trabajadores que operan con sistemas automáticos y robotizados. - Aumentará la movilidad funcional en las empresas con altos niveles de automatización. - Aumentará el nivel de saturación experimentado por los trabajadores en las empresas con altos nivel, de robotización y automatización. - Aumentará el ritmo de trabajo de los trabajadores que operan con sistemas automáticos y robotizados. - Aumentará el enriquecimiento de los puestos de trabajo en las empresas con altos niveles de automatización y robotización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuirán el número de accidentes laborales en las empresas con altos niveles de robotización. - Desde el punto de vista físico, la robotización mejora y optimiza las condiciones de trabajo, eliminando riesgos laborales derivados del trabajo en contextos hostiles o con sustancias tóxicas. - Supresión de trabajos rutinarios y fatigosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor nivel de stress derivado de la mayor intensidad y del aumento de la carga de trabajo. - Mayor presión psíquica derivada del requerimiento del ritmo de trabajo del robot, las tareas añadidas y, el aumento de las responsabilidades en la toma de decisiones. - Riesgo de accidentes más graves, derivados de las características de las nuevas tecnologías de automatización: riesgos derivados de la maquinaria móvil y del uso de energía eléctrica. - En áreas de actividad no industriales, como la construcción, la limpieza y mantenimiento de edificios, o la ayuda hospitalaria, riesgos derivados del mal uso o error del robot, relativos a su capacidad móvil, su potencia en el movimiento de objetos, y sus requerimientos energéticos.

En el ámbito de la sociedad globalmente considerada, hay que tener en cuenta que los impactos previsible de la Robótica y la Automatización avanzada provocarán un aumento de la productividad global del sistema económico, y una mejora de la calidad y del precio de la oferta de bienes y servicios, facilitando el tránsito hacia una sociedad del ocio. Pero, junto a estos impactos positivos, la automatización de un número cada vez mayor de tareas en cada vez más áreas de actividad, llevará a una variación importante en una parte significativa de la población activa, un aumento del paro en las áreas en las que se implantan los robots y los sistemas automáticos de trabajo, y establecerá nuevas exigencias de formación que aumentarán las dificultades de los colectivos con bajos niveles formativos para encontrar puestos de trabajo, razón muy grande para que se utilicen robots colaborativos que apoyen en las tareas del trabajo en la industria

4. Conclusiones

El desarrollo y la implementación de mecanismos automatizados a través de la robótica ha logrado impactar considerablemente a las organizaciones, agilizando procesos, estableciendo estándares en las actividades, seguras, sin riesgo y previniendo accidentes; sin embargo este avance no sería posible si no fuera de la mano del cumplimiento de la seguridad laboral, siendo en este campo una de las principales aportaciones que el Robot TGK contribuiría en la prevención de lesiones o de accidentes localizados en el área lumbar del cuerpo, dado su diseño estructural y las funciones que es capaz de realizar en diferentes ambientes y condiciones de trabajo.

El Robot TGK representa una alternativa de solución para las organizaciones en donde el bienestar de su capital humano es el activo más valioso y por ende se preocupan en salvaguardar su integridad y salud al momento de desempeñar su trabajo en condiciones seguras o de proveerles herramientas de apoyo como nuestra propuesta.

Referencias

- [1] I. Chiavenato, *Administración de recursos humanos*. .
- [2] M. R. Bartomeu, R. C. Miralles, and I. Miralles, "Dolor de espalda. Diagnóstico. Enfoque general del tratamiento," *Rev. Fisioter.*, vol. 4, no. 43007, pp. 1–58, 2010.
- [3] L. Winchester, "Tema central," *Semergen*, vol. XXXII, no. 6, pp. 7–25, 2006.
- [4] M. L. Montoya, "Artemisa industria química y trabajadores en general afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social 1995-1997 .," vol. 14, no. 1, pp. 91–95, 2000.
- [5] P. E. M. Rodríguez and A. V. Albán, "Sistema robótico guía para la inserción de tornillos en cirugía de fijación de columna," *Rev. Mex. Ing. Biomed.*, vol. 36, no. 2, pp. 143–154, 2015.
- [6] J. A. Acevedo Londoño, E. Caicedo Bravo, and J. F. Castillo García, "Aplicación de tecnologías de rehabilitación robótica en niños con lesión del miembro superior," *Rev. la Univ. Ind. Santander. Salud*, vol. 49, no. 1, pp. 103–114, 2017.
- [7] J. Larriva, E. Guillermo, J. Trelles, and O. Vele, "DE UN ROBOT BÍPEDO EXPERIMENTAL," pp. 138–152, 2006.
- [8] S. L. MEDINA, "Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para Seguridad en Instalaciones Robotizadas," 2005.
- [9] G. Michalos, S. Makris, P. Tsarouchi, T. Guasch, D. Kontovrakis, and G. Chryssolouris, "Design considerations for safe human-robot collaborative workplaces," *Procedia CIRP*, vol. 37, pp. 248–253, 2015.
- [10] S. Baños, F. Varo, J. Antonio, and G. Escuer, "MINIPROYECTO AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL," 2004.
- [11] G. García-Liñán, *Proyectos Ingeniería Multidisciplinaria 2017 "Sistema Mecatronico Controlado con Arduino-Scilab."* Asociación Mexicana de Mecatronica A.C., 2017.

Sistema Mecatrónico del Robot TGK

Soto Martínez Jonhatan Abel, Hernández y Hernández Jesús Alejandro, Vázquez Hernández Enrique Alejandro, Quintero Martínez Luis Alberto y García Liñán Gerardo

División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí
Av. Tecnológico S/N, Col. UPA., C.P. 78437
Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., México.

Resumen

Dada la necesidad por el control de sistemas electrónicos variados dentro de un sistema autónomo, se encuentra el diseñador con la necesidad de buscar una solución que permita controlar de manera eficiente y económica sistemas con necesidades diferentes en cuanto a potencia y gasto de corriente, esto teniendo siempre presente que se debe extender la autonomía de los dispositivos y sistemas de control.

Para poder encontrar una solución a estos problemas, es necesario reducir el problema mayor a una serie de situaciones de menor escala cuyas soluciones sean más fácilmente analizables y por tanto; permitan encontrar soluciones individuales.

Para lograr esto es necesario analizar cuáles son los puntos focales que causan las dificultades. En caso de los sistemas autónomos es fácil verlos: Diferencia en las necesidades de consumo entre actuadores y sensores, Control y análisis de datos, Consumo de energía y tiempo de autonomía. Cada uno de estos nos presenta un reto pero permite combatirlos con mayor facilidad de manera individual que en su conjunto.

Debido a la complejidad de control que los sistemas autónomos pueden presentar, un compromiso se ha realizado, la separación de los sistemas de sensores y los sistemas de control y actuadores. Mientras unos son controlados a través de un sistema de tabla Arduino, aquellos con necesidades de consumos mayores serán controlados a través de un sistema integrado con un PLC, lo cual permitirá mayor flexibilidad.

La integración de sistemas de carga alternativa; como lo son paneles solares, permitirán combatir el problema de consumo de energía y extenderán adicionalmente los tiempos de manejo autónomo.

Palabras clave: Arduino, sistema, autónomo, PLC, mecatrónico, sensores, SCILAB, datos, Xcos, alimentación.

1. Introducción

Un sistema mecatrónico está formado básicamente por tres secciones así como se muestra en la siguiente figura [1], de ahí se toma en consideración dependiendo del sistema si tiene variantes como por ejemplo un sistema de lazo abierto o lazo cerrado.

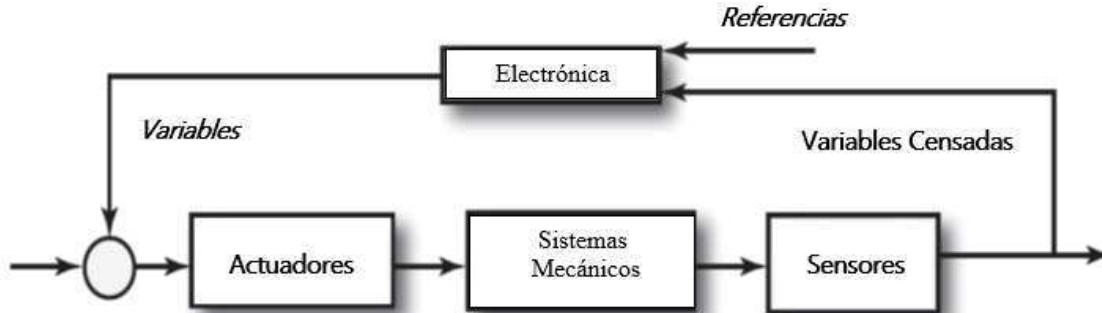


Figura 1.1.- Esquema básico de un sistema mecatrónico.

Los sistemas autónomos son aquellos que describen o realizan sus tareas sin la intervención de un ser humano y en algunos casos sin la necesidad de un sistema de alimentación de energía externa continua. Esto significa que los sistemas autónomos deben ser 100% automáticos y contener dentro de sí mismos, sistemas de control alimentación, sensores y actuadores. La selección de estos componentes es crucial para el funcionamiento y capacidades del sistema.

La generación de dispositivos mecatrónicos autónomos es difícilmente un evento nuevo [2] pues su utilidad en los campos de producción y fabricación se ha vuelto indudablemente obvia, inclusive aquellos que interactúan día a día con los seres humanos han estado en desarrollo por años [3]. Sin embargo, sus usos en otros campos han sido avanzados poco a poco. Sin embargo, dadas las circunstancias necesarias para su funcionamiento es necesario tomar en cuenta constantes desarrollos en materias de producción, almacenamiento y regulación de la energía así como de la obtención y procesamiento de datos.

Algunos de los avances más recientes de los sistemas mecatrónicos han integrado la autonomía de los dispositivos en sus diseños. Esto ha permitido el surgimiento de sistemas de recarga alternativa como Sistemas de recuperación de energía en el frenado de vehículos de motor [4]. Esto haciendo uso de hidroacumuladores que conservan energía que en otros casos se considerarían perdidos.

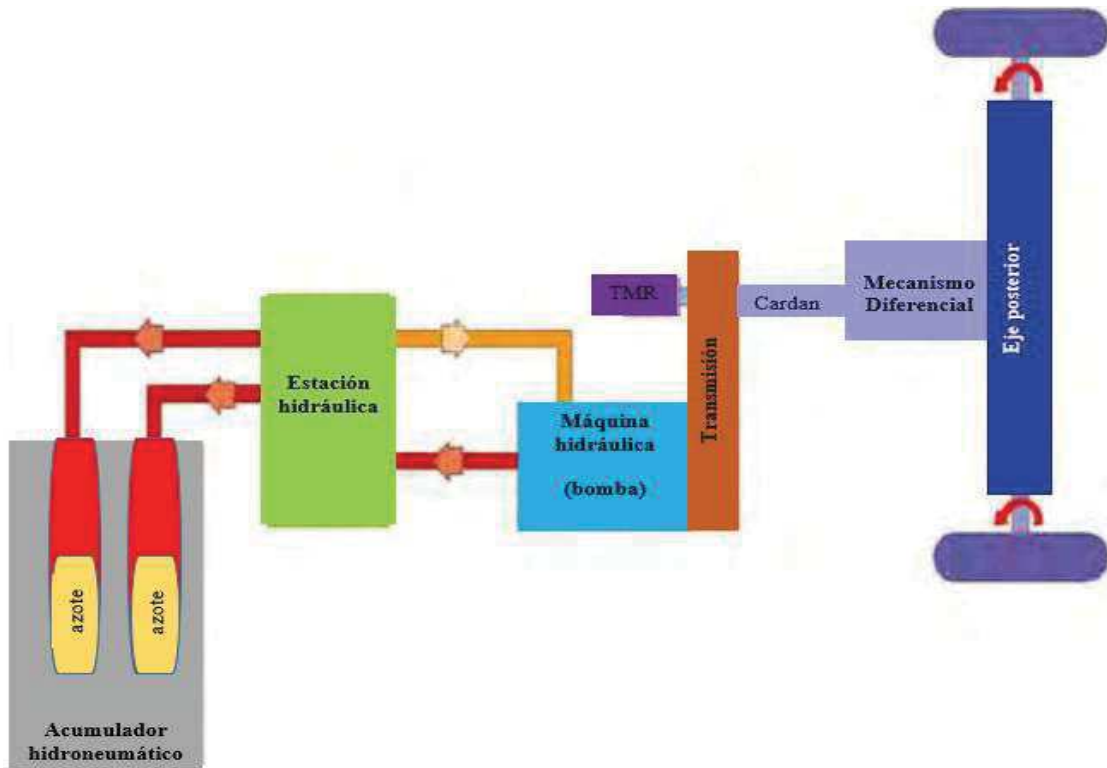


Figura 1.2.- Esquema de un sistema de recuperación cinética.

Otros sistemas de recuperación cinética de energía han sido desarrollados, no con un enfoque a la conservación de la energía mecánica, si no en la transformación de esta energía en energía de más fácil almacenamiento y control [5].

Estos sistemas sin embargo han mostrado ser especialmente únicos en el diseño de sus controles pues múltiples grupos de factores pueden cambiar en cada momento y muchos de los aspectos relevantes al control se ven influenciados por cuestiones no controlables como lo es el terreno. Soluciones particulares han sido creadas [6]. Las circunstancias únicas creadas por este tipo de configuraciones permiten una extensión del tiempo de autonomía del dispositivo. Este tipo de avances sin embargo no son únicos, ni únicamente enfocados a sistemas de recuperación cinética, si no también se ha logrado integrar sistemas de recarga o energía alternativos[7], que no alteran el tiempo de autonomía del dispositivo pero permiten fácilmente la eliminación de la necesidad por un sistema de recarga en estado pasivo.

Sistemas de generación de energía alternativa han sido usados y su desarrollo y miniaturización permiten su uso en sistemas móviles de mayor capacidad. Estos sistemas han sido utilizados en pequeña escala pues su costo es considerable sin embargo avances han sido hechos en el espacio de la producción de paneles más eficientes y de menor costo [8].

En el mismo campo de los sistemas mecatrónicos, se ha entrado al campo de los diseños “underactuated” [9] que permiten manejar una mayor cantidad de grados de libertad sin la necesidad de incluir una mayor cantidad de actuadores, esto es un gran avance pues permite reducir el consumo total de sistema sin la necesidad de perder movilidad total.

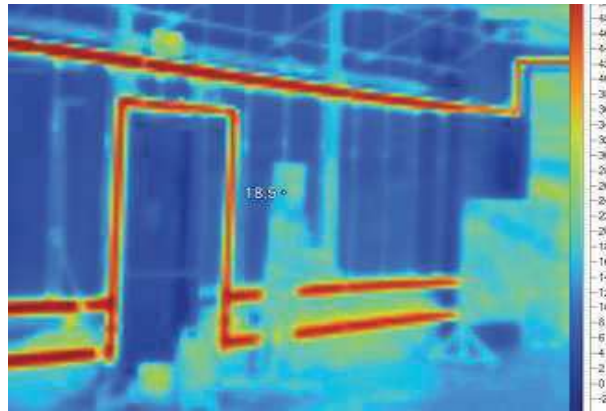


Figura 1.4.- Mapeo IR realizado dentro de una edificación.

Esfuerzos adicionales también han sido puestos en el desarrollo de unidades modulares de “plug-and-play” que permiten un desarrollo simultáneo de diferentes partes de un sistema sin la presencia de problemas de compatibilidad [12], esto a su vez genera un espacio mayor para la generación de nuevos sistemas complementarios a los ya existentes y agregan un grado de versatilidad a sistemas cuyas funciones específicas no permitían su uso fuera de un pequeño espectro de escenarios.

2. Control

En caso de este sistema para incrementar el grado de flexibilidad, así como su capacidad modular, se ha decidido que el control será llevado a cabo no por uno, si no por dos sistemas independientes, pero con la capacidad de comunicarse entre si.

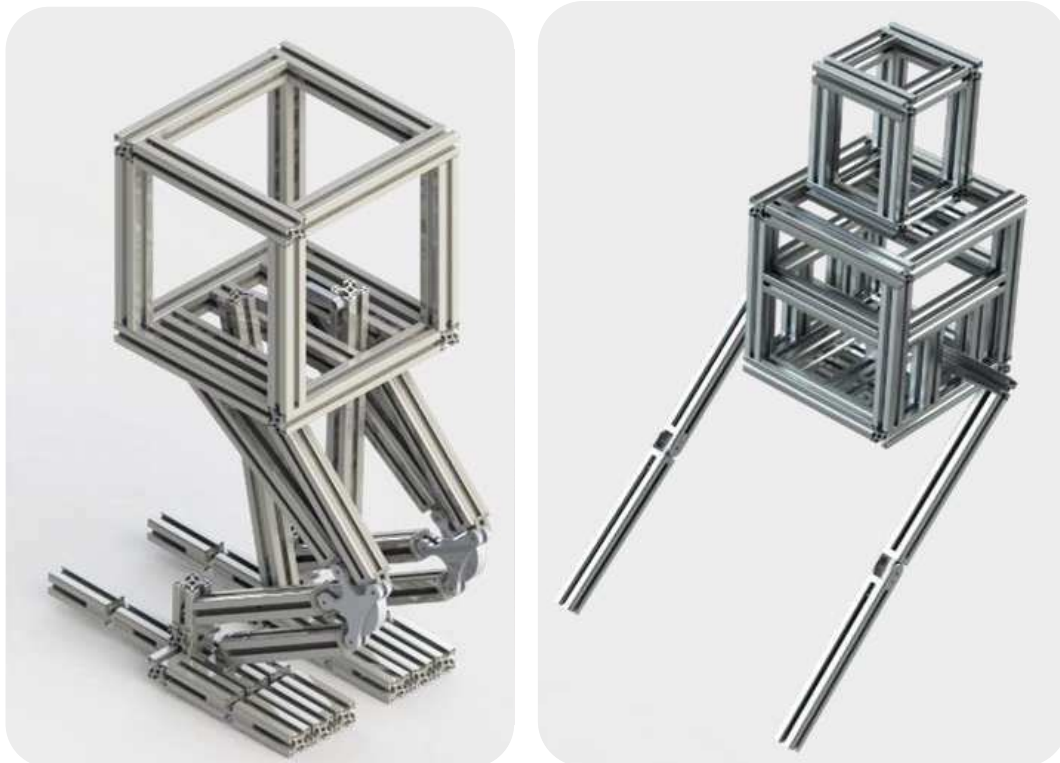


Figura 2.1 Separación de los elementos, Arduino y Sensores (derecha); Actuadores y PLC (Izquierda).

2.1 Arduino

Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida.

Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (bootloader) que corre en la placa.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

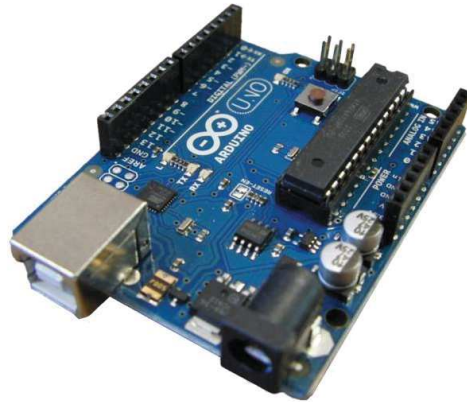


Figura 2.2 Tabla de desarrollo Arduino UNO.

Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución es libre. Es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia

Consta de 14 entradas digitales configurables I/O que operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir como máximo 40 mA. Los pines 3, 5, 6, 8, 10 y 11 pueden proporcionar una salida PWM (Pulse Width Modulation). Si se conecta cualquier dispositivo a los pines 0 y 1 (Rx y Tx, respectivamente) eso interferirá con la comunicación Serial-USB. En la figura 2.2 se muestra un modelo de la placa Arduino Uno. También tiene 6 entradas analógicas que proporcionan una resolución de 10 bits. Por defecto realizan mediciones de 0 voltios (masa) hasta 5 voltios (Vcc), aunque es posible cambiar el nivel de referencia, utilizando el pin Aref y algunas instrucciones de programa.

Su compatibilidad con sistemas de automatización está bien establecida y su uso en sistemas autónomos es una de sus principales características pues permite su uso de manera modular debido a su facilidad de interconexión con diversos tipos de sistemas.

2.1.1 Arduino IDE

Las siglas IDE vienen de Integrated Development Environment, lo que traducido a nuestro idioma significa Entorno de Desarrollo Integrado. Esto es simplemente una forma de llamar al conjunto de herramientas software que permite a los programadores poder desarrollar (es decir, básicamente escribir y probar) sus propios programas con comodidad. En el caso de Arduino, necesitamos un IDE que nos permita escribir y editar nuestro programa (también llamado "sketch" en el mundo de

Arduino), que nos permita comprobar que no hayamos cometido ningún error y que además nos permita, cuando ya estemos seguros de que el sketch es correcto, grabarlo en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino para que este se convierta a partir de entonces en el ejecutor autónomo de dicho programa, ver figura 2.2

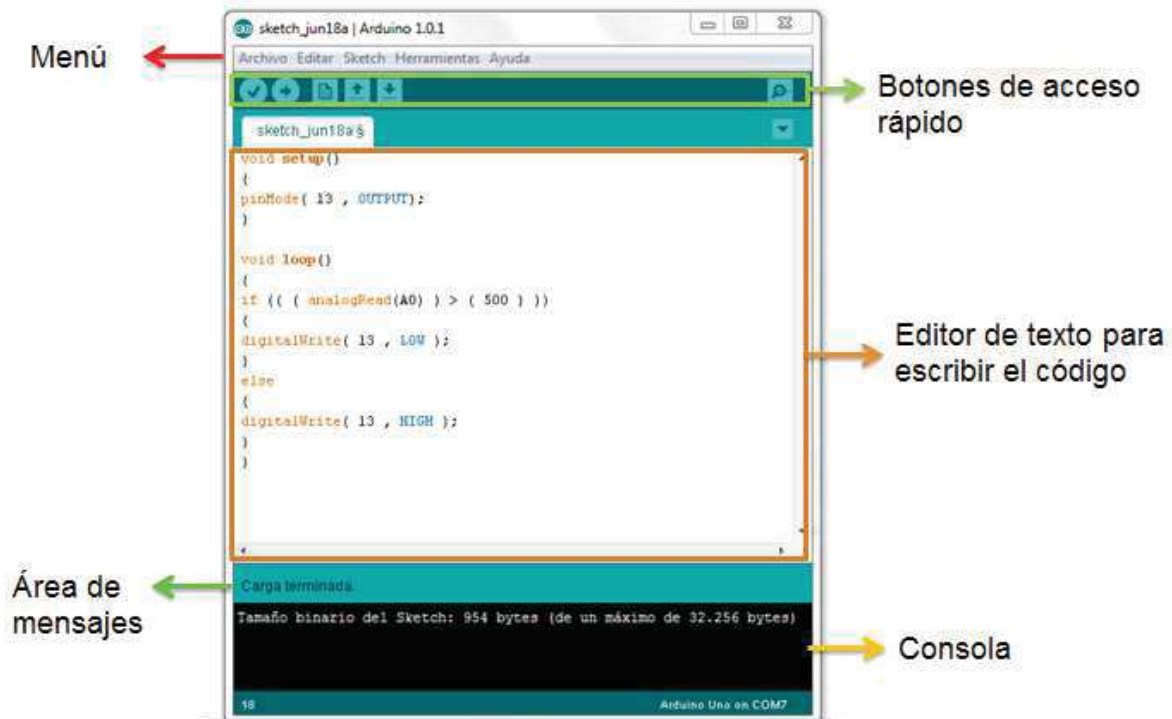


Fig. 2.2: Ventana Principal de Arduino IDE.

2.2 PLC

El PLC es un dispositivo de control secuencial diseñado principalmente para funcionar con aplicaciones de tipo industrial, en su mayoría maquinaria que desarrolla y controla procesos de producción.

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato.

El seleccionado para nuestro sistema, se trata de un PLC MicroLogix 1100 de Marca Allen Bradley. Este cuenta con dos entradas analógicas, 10 entradas digitales y seis salidas digitales y admite un máximo de 144 puntos de E/S digitales haciendo uso de múltiples puertos para módulos de expansión.[13]



Fig. 2.3: PLC MicroLogix 1100.

2.3 Alimentación y recarga

Como fuente de alimentación se ha decidido en las primeras etapas en una combinación de un sistema de acumuladores o baterías de tamaño medio y una serie de paneles solares que permitirán la recarga independiente y así extender el tiempo de autonomía del sistema.

El PLC seleccionado requerirá preparación adicional pues el voltaje entregado por la batería es insuficiente, por lo que será necesario agregar un inversor de corriente al sistema. Normalmente esto significaría problemas de consumo, sin embargo al dividir el monitoreo de sensores y actuadores en dos sistemas independiente se puede aliviar esta situación.

La programación de esta parte del sistema deberá ser realizada a través de la plataforma RSLogix 500 especificada por el fabricante. Esta permite entre sus capacidades realizar referencias cruzadas con datos pasados, así como una comunicación confiable y monitoreada a través del puerto de Ethernet del PLC.

Las celdas solares permitirán una recarga continua de las baterías y en caso de una falta completa de carga en las mismas podrá cargar de manera pasiva sin necesidad de ser conectado a un sistema de alimentación externo.

3. Interfaz Arduino-SCILAB

Para monitorear los sensores, recoger y analizar los datos de los mismos, es necesario utilizar una interfaz que se preste a facilitar estas tareas, sin embargo una de las debilidades de la herramienta predeterminada del software Arduino IDE, es insuficiente para cumplir eficientemente la representación de los datos recogidos de los sensores, esto se debe a que los datos mostrados se presentan no en los valores relevantes de cada sensor o actuador, si no en niveles de voltaje dentro del rango de valores de tolerancia del microcontrolador usado en el Arduino.

La plataforma SCILAB permitirá el procesamiento de los datos recogidos de una manera comprensiva y la creación de las señales de control de manera intuitiva.

Para poder crear nuestra interfaz que nos permita controlar nuestro Arduino desde SCILAB, será necesario seguir unos pasos que a continuación se describen. Y es muy importante que el usuario cuente con acceso a internet para descargar algunas librerías necesarias.

Lo primero que vamos hacer es abrir el SCILAB, en algunos casos y dependiendo de nuestra computadora, puede tardar algunos minutos.

Lo primero que observaremos es una ventana como la siguiente.

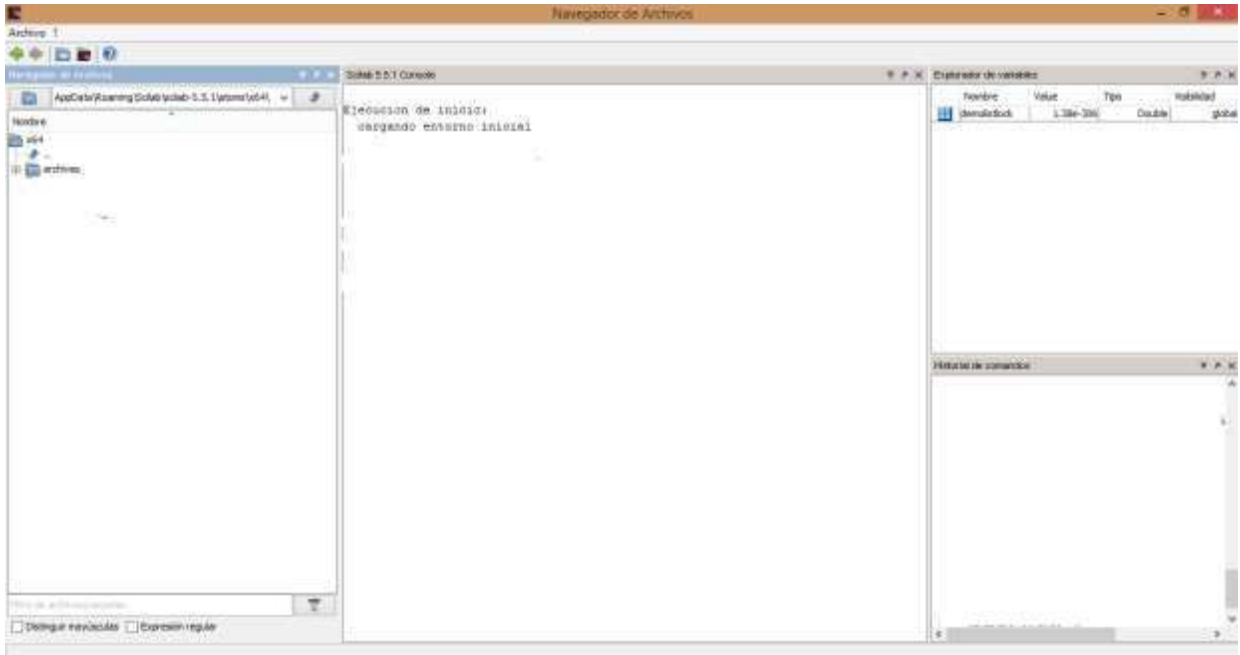


Fig. 3.1 Vista Principal SCILAB.

Enseguida instalaremos los ATOMS necesario para poder crear la interfaz entre los programas, vamos al icono.



Fig. 3.2 Icono para Instar librerías.

Y esperamos algunos minutos a que se actualice nuestras librerías. Enseguida nos aparece una venta como la siguiente.

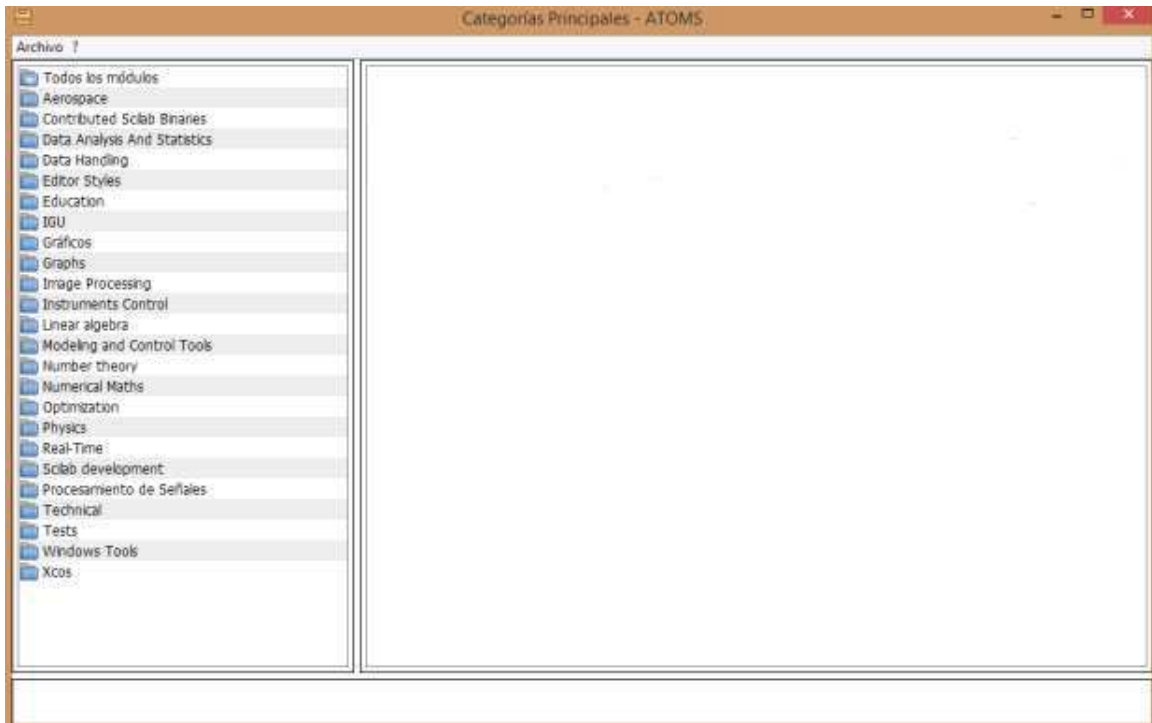


Fig. 3.3: Ventana principal para descargar librerías.

Es necesario instalar las librerías de Arduino y la de serial communication toolbox para hacer dicha interfaz, que se encuentran en el submenú de Instruments control como aparece en la imagen, buscamos donde nos aparezca Arduino e instalamos al igual que serial communication toolbox. Al finalizar es necesario reiniciar el SCILAB de manera correcta.

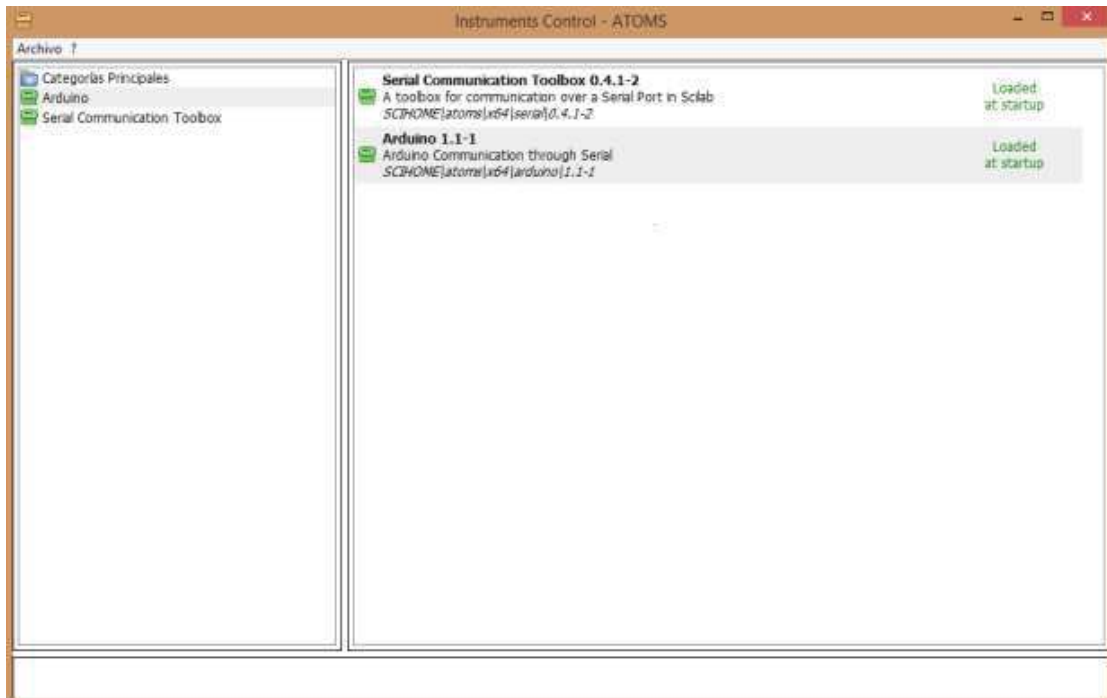


Fig.3.4: Instalación de Librerías Arduino y serial communication toolbox.

Observamos que al abrir de nuevo el SCILAB aparece en la ventana de inicio que se han instalado las nuevas librerías como se observa en la imagen.

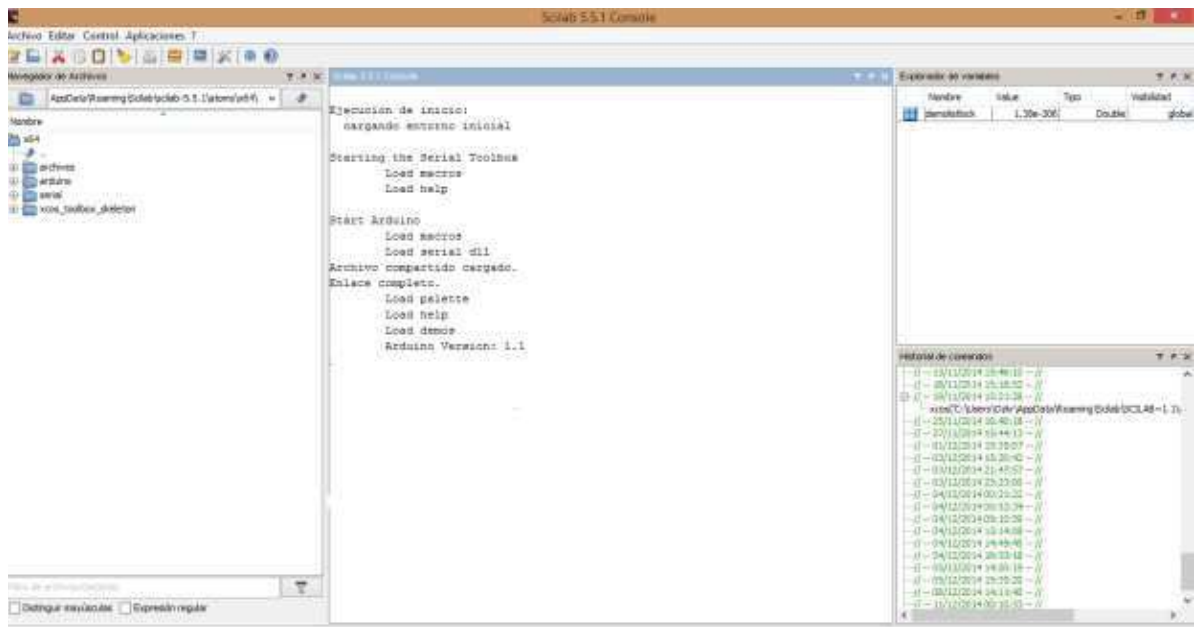


Fig. 3.5: Ventana después de instalar ATOMS.

Realizado estos pasos ahora vamos a cargar el sketch que nos hace posible poder utilizar nuestro Arduino como tarjeta de adquisición de datos.

Para esto ejecutamos nuestro Arduino IDE desde la ruta en que lo hayamos descomprimido, en la barra de herramientas aparece una opción donde dice Archivo lo desplegamos y después le damos a Abrir.

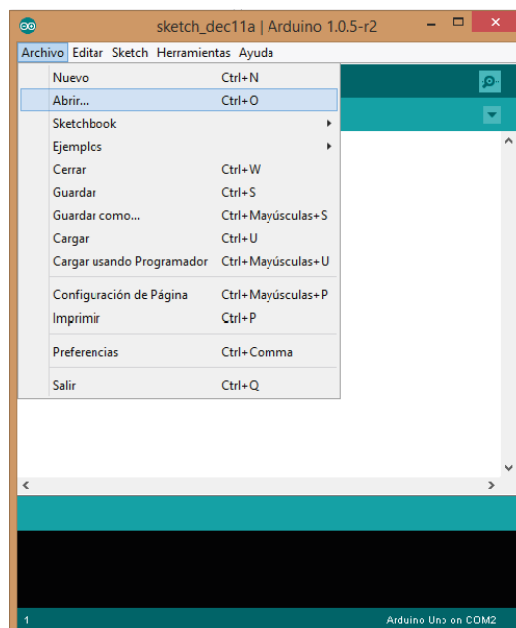


Fig. 3.6: Ventana para poder cargar sketch.

Después buscamos la siguiente ruta `C:\Users\"nombredeusuario"\AppData\Roaming\SCILAB\SCILAB-5.5.1\atoms\x64\Arduino\1.1-1\macros\toolbox_Arduino_v3` y buscamos un archivo con el nombre de `toolbox_Arduino_v3`.

En nuestra barra de herramientas rápidas podemos observar que aparece un icono con una flecha en el cual, si pasamos el cursor, aparece la leyenda cargar. Le damos clic y esperamos algunos minutos a que se cargue el programa. Nos aparecerá la siguiente ventana indicando que ha sido correcta carga a la tarjeta.

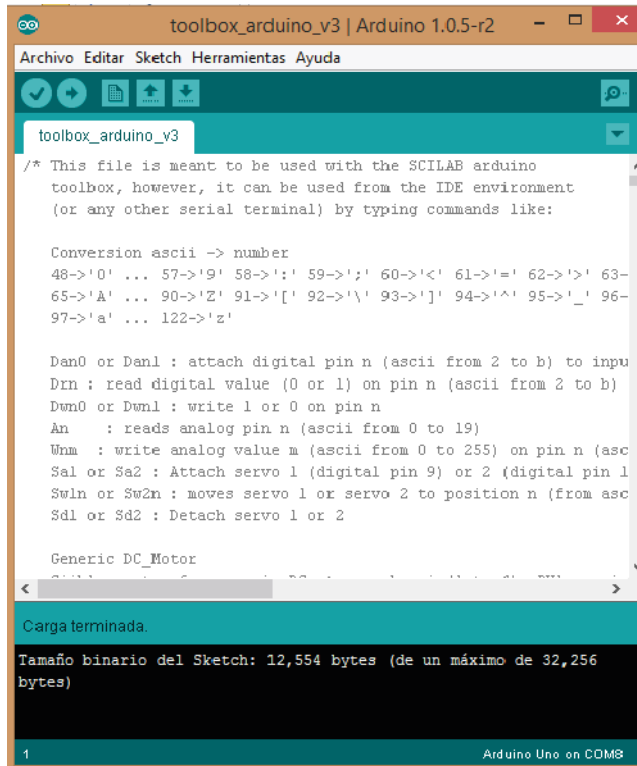


Fig. 3.7: Venta que indica carga exitosa de sketch.

Hecho esto cerramos el Arduino IDE y volvemos abrir SCILAB, buscamos el icono que diga Xcos y le damos clic, deberá abrir una ventana como la siguiente.

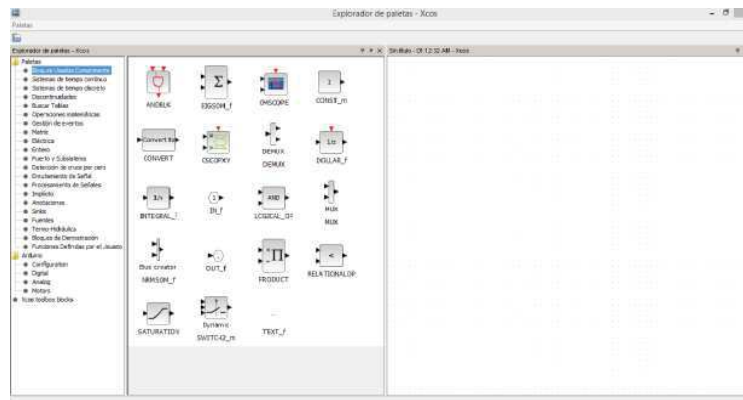


Fig. 3.8: Ventana Principal de Xcos.

Como se puede observar en la anterior imagen ya tenemos instaladas las librerías de Arduino. Esto quiere decir que nuestra interfaz ha sido realizada con éxito.

Con el desarrollo de este proyecto, podemos facilitar las operaciones al monitorear constantemente y en tiempo real lo que está sucediendo en nuestro ecosistema, es una programación muy legible y fácil de comprender además ya que todo el software es de libre uso los operarios o cualquier otra persona podrá crear sus propios programas personalizados, como se observó para la mayoría de los sensores es muy sencilla su programación, pero podría mejorarse si el usuario quiere. De la misma manera controlar la humedad y luminosidad con un PID independiente.

También se señala que la velocidad en la que trabaja el Arduino Uno es de 16 MHz y para una mayor cantidad de espacio de memoria de datos y de programa también se recomienda una tarjeta Arduino MEGA que tiene muchos más recursos de entradas/salidas digitales y entradas análogas, ya que en algunos casos el sistema Arduino Uno podría quedar corto en recursos a nivel hardware y software.

Otro inconveniente fue que el software SCILAB se encuentra en una etapa en la que suele arrojar algunos errores azarosos, pero solo fue cuestión de reiniciarlo para poder continuar con el trabajo.

4. Conclusiones

Dada la naturaleza de los problemas generados al crear un sistema autónomo, soluciones clásicas no son suficiente para aliviar dichas situaciones, por tanto es necesario buscar alternativas que tornen los diferentes escenarios de manera favorable sin sacrificar la capacidad de autonomía del dispositivo. La compartimentalización de las diversas situaciones permite reaccionar a ellas de manera individual y de esta manera generar simplificaciones de las diversas soluciones. Este resultado apoya a la naturaleza modular de los dispositivos deseados pues permite integrar futuras alternativas sin necesidad de cambiar la estructura base en la que está basado el sistema.

La generación y conservación de energía se vuelven un punto de inflexión en la creación de sistemas de este tipo. Esto conlleva un esfuerzo adicional en la creación de sistemas alternativos para monitorear y controlar los diferentes actuadores y sensores que formaran parte del dispositivo.

El diseño modular de los sistemas de actuadores, sensores y procesamiento presenta atractivas oportunidades para mejorar el desempeño o adquirir capacidades diferentes dependiendo de la situación o trabajo que se realice. Esto sin embargo debe ser tomado en cuenta en los pasos iniciales del diseño pues de no hacerlo problemas de compatibilidad pueden surgir.

Referencias

- [1] D. Shetty and R. A. Kolk, *Mechatronics System Design*, SECOND EDI. CENGAGE Learning.
- [2] D. Feil-Seifer and M. J. Mataric, "Human-robot interaction," *Invit. Contrib. to Encycl. Complex. Syst. Sci.*, pp. 4643–4659, 2009.
- [3] E. Prassler, A. Ritter, C. Schaeffer, and P. Fiorini, "A Short History of Cleaning Robots," *Auton. Robots*, vol. 9, no. 3, pp. 211–226, 2000.
- [4] C. Cristescu, P. Drumea, and D. I. Guta, "Mechatronic Systems for Kinetic Energy Recovery at the Braking of Motor Vehicles," 2011.
- [5] Y. Wang, "Research and implementation of key technology of braking energy recovery system for off-highway dump truck," in *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2017, pp. 3912–3917.
- [6] R. Systems, "(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2017/0151954 A1," 2017.
- [7] S. A, "Solar-hydrogen energy as an alternative energy source for mobile robots and the new-age car," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2014.

- [8] S. Mekhilef, R. Saidur, and A. Safari, "A review on solar energy use in industries," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 4, pp. 1777–1790, 2011.
- [9] P. Rea, "On the Design of Underactuated Finger Mechanisms for Robotic Hands."
- [10] Y. Liu and C. Pomalaza-ráez, "Self-Landmarking for Robotics Applications."
- [11] X. Chen, M. Grossard, N. Kubota, D. Wollherr, S. X. Yang, and S. Zhang, "Introduction to the focused section on sensing and perception for autonomous and networked robotics," *Int. J. Intell. Robot. Appl.*, vol. 1, no. 4, pp. 369–371, 2017.
- [12] I. M. Hrim, I. Zamalloa, and I. Muguruza, "An information model for modular robots: the Hardware Robot Information Model (HRIM)."
- [13] S. L. Controllers, "MicroLogix 1100 / 1763."

Ingeniería y Capital Humano

Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C.
Prolongación Corregidora Norte No. 168, interior E
Col. El Cerrito, C.P. 76160, Querétaro, Qro.
Se tiraron 1000 ejemplares, en formato digital pdf,
tipo CD-Rom, pp. 178, Tamaño: 16 Mb.

ISBN: 978-607-9394-13-4

