

Diseño y desarrollo de un sistema de información como apoyo a la gestión en un proceso de producción de empaques plásticos flexibles, priorizando las labores de mantenimiento

**Wilson Rendón Bernal
Jaime Alberto Blanco Monroy**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia Y Tecnología
Licenciatura en Electrónica
Bogotá, 2017**

Diseño y desarrollo de un sistema de información como apoyo a la gestión en un proceso de producción de empaque plásticos flexibles, priorizando las labores de mantenimiento

**Wilson Rendón Bernal
Jaime Alberto Blanco Monroy**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Licenciado en Electrónica**

**Director: Marianne Lorena Romero Acevedo
Ingeniera Mecatrónica**

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Licenciatura en Electrónica
Bogotá, 2017**


AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme el privilegio de elegir esta carrera que a lo largo de estos años me ha formado en el conocimiento y como profesional en el aprendizaje de diferentes campos.

A mis padres, por darme la vida y la oportunidad de contar con mi madre para hacer este proyecto real.

A mi esposa por su compañía y darme ánimo para perseverar en el camino del aprendizaje


A mi tutora por su acertada guía proporcionada durante el desarrollo del presente trabajo

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad en Educación</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 3	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Diseño y desarrollo de un sistema de información como apoyo a la gestión en un proceso de producción de empaques plásticos flexibles, priorizando las labores de mantenimiento
Autor(es)	Blanco Monroy, Jaime Alberto; Rendón Bernal, Wilson
Director	Romero Acevedo, Marianne Lorena
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 80 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	SISTEMA DE INFORMACIÓN; DESARROLLO DE SOFTWARE; MANTENIMIENTO; PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO; BASES DE DATOS

2. Descripción
Trabajo de grado que se propone como objetivo diseñar y desarrollar un sistema de información como apoyo a la gestión en un proceso de producción de empaques flexibles, priorizando las labores de mantenimiento. Se enfoca en realizar una herramienta que ayude en el manejo de la información del área de mantenimiento en la industria. Utiliza técnicas de desarrollo de software, sistema gestor de base de datos y protocolos de mantenimiento. El documento muestra las bases teóricas y la manera en la cual se desarrolló la propuesta. Se enuncian los resultados, las conclusiones y las recomendaciones a las que se llegaron luego de finalizado el trabajo.

3. Fuentes
aner . (s.f.). Recuperado el Octubre de 2017, de http://www.aner.com
Anguita, R. (1977). Extrusión de Plásticos. En R. Anguita, <i>Extrusión de Plásticos</i> . Madrid: Editorial H Blume.
Beltran, M., & Mancilla, A. (2012). Tecnología de Polímeros. Procesado y Propiedades. En M. Beltran, & A. Mancilla, <i>Tecnología de Polímeros. Procesado y Propiedades</i> . San Vicente: Universidad de Alicante.
blogspot. (15 de 06 de 2017). <i>blogspot.com.co</i> . Obtenido de http://04fcspr2.blogspot.com.co/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html
Braude. (Abril de 2016). Recuperado el 2017, de http://metodologíaencascada.blogspot.com.co/
Ecopetrol. (s.f.). Recuperado el 14 de Septiembre de 2017, de http://www.ecopetrol.com
Esqueda Elizondo, J. (s.f.). <i>Unicauca</i> . Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de ftp://ftp.unicauca.edu.co
FRLP, S. d.-U. (12 de 9 de 2017). <i>frlp.utn.edu.ar</i> . Obtenido de Sistemas de Información - UTN FRLP: http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/info2/SI-Sistemas%20de%20Informacion.pdf
García, S. (2003). En S. García, <i>Organización y gestión integral del mantenimiento</i> (pág. 1). Editorial Díaz de Santos S.A

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formación de líderes</i>	FORMATO	
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 2 de 3	

García, S. (2016). Guía para la elaboración de planes de mantenimiento. Guía 2. En S. García, *Guía para la elaboración de planes de mantenimiento. Guía 2*. Renovetec Editorial.

gerencie.com/sistemas-de-informacion. (8 de 10 de 2017). *gerencie.com*. Obtenido de <https://www.gerencie.com/sistemas-de-informacion.html>

<http://blogspot.com.co>. (12 de 8 de 2017). *proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html*. Obtenido de <http://04fcspr2.blogspot.com.co/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html>

Mariano. (Abril de 2012). *Tecnología de los plásticos*. Recuperado el 2017, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co>

Morton-Jones, D. (2004). Procesamiento de Plásticos. En D. Morton-Jones, *Procesamiento de Plásticos*. México D.F.: Editorial Limusa.

PLAS, M. (5 de 8 de 2017). *maquinplast.com*. Obtenido de <https://maquinplast.com/inicio/>

Rodríguez, A. (2016). *Sistemas SCADA*. México, D.F.: Alfaomega.


Silberschatz, A. (2002). Fundamentos de bases de datos. En A. Silberschatz, *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España.

Softin. (s.f.). Recuperado el 2017, de <http://softin.info>

ULINE. (10 de 10 de 2017). *www.uline.com*. Obtenido de www.uline.com: <https://www.uline.com>

4. Contenidos

El presente trabajo comienza con la introducción, donde se plantea el problema detectado, el cual da origen a esta propuesta; también se enuncian las partes de este trabajo. Viene la justificación, donde se plantea la importancia de llevar a cabo esta propuesta. Se muestran los objetivos que se pretenden alcanzar con la propuesta. Trae una breve reseña del proceso de fabricación de los empaques plásticos flexibles como de las máquinas utilizadas en el mismo; al igual que una definición de mantenimiento y sus diversos tipos; como también una relación del software y de la información que pueda ser relevante para el desarrollo de la propuesta. Lo anteriormente citado sirve como marco teórico. Aparece, después de una búsqueda básica, una relación de trabajos de grado que abordan temas similares al expuesto en este documento. En este punto se comienza a mostrar la forma en la cual se llevaron a cabo las actividades requeridas para finalizar satisfactoriamente la propuesta. Luego de esta relación de actividades, en las cuales se tuvo presente el fundamento teórico, se presentan los resultados a los que se llegaron con el tratamiento de esta propuesta. También se enuncian las conclusiones y recomendaciones que surgieron con la realización y finalización de este trabajo. Cabe resaltar que el objetivo principal en el que se centra esta propuesta es: diseñar y desarrollar un sistema de información como apoyo a la gestión en el proceso de producción de empaques flexibles en la empresa Industrias Plásticas Bohórquez, priorizando las labores de mantenimiento. Se muestran, además, el mapa y la cartografía del proceso de fabricación de empaques plásticos flexibles propios de la empresa en mención.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realizando la Pedagogía</small>	FORMATO		
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB	Versión: 01		
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 3		

<p align="center">5. Metodología</p> <p>Para poder culminar satisfactoriamente esta propuesta, y teniendo en cuenta que el resultado final debía ser un aplicativo digital (software), se emplearon técnicas de desarrollo de software; específicamente, la combinación de las técnicas de modelo en cascada y prototipo rápido, las cuales se adaptaban a las necesidades propias de la propuesta. Se empezó con una idea básica sobre el módulo que se deseaba tener. Se ponía a prueba directamente en la planta y con las personas a las que afectaba directamente. Dependiendo de los resultados obtenidos en las pruebas, se ejecutaban los cambios que fueran pertinentes, o se continuaba directamente con la siguiente etapa del desarrollo. A la par con la evolución del aplicativo, y dependiendo de la información recopilada durante las pruebas o en el día a día en la planta, se empezaron a elaborar los protocolos internos de mantenimiento; protocolos que, al final, fueron anexados a la información que controla el aplicativo.</p>
--

<p align="center">6. Conclusiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se logró obtener el módulo para manejar la información del área de mantenimiento en la empresa Industrias Plásticas Bohórquez. • El módulo diseñado se pudo instalar, sin grandes inconvenientes, sobre la red de datos que existe en la empresa. • La escogencia del software para desarrollar la propuesta fue la adecuada, permitiendo llevarla a buen término. • La interfaz gráfica del aplicativo es amigable con el usuario, facilitando su uso. • Se debe contar con un plazo más largo para que toda la información del área de mantenimiento se maneje a través del sistema desarrollado. • Se debe realizar una mayor capacitación con el personal de la planta para que conozcan y manejen el sistema. • La implementación y el desarrollo de este tipo de soluciones es mejor realizarla por etapas. • Se necesita un mayor plazo de tiempo para evaluar satisfactoriamente el resultado de la propuesta, estando ya implementada en la planta.
--

Elaborado por:	Blanco, Jaime; Rendón, Wilson
Revisado por:	Romero, Marianne

Fecha de elaboración del Resumen:	21	02	2018
--	----	----	------

Tabla de Contenido

Resumen	8
Introducción	9
1. Justificación.....	12
2. Objetivos	15
3. Proceso de fabricación de los empaques plásticos flexibles	16
3.1 Empaques flexibles	16
3.2 Extrusión de plásticos.....	17
3.2.1 Descripción del proceso de extrusión.....	17
3.2.2 Extrusoras.....	19
3.2.3 Partes de la extrusora.....	20
3.2.3.1 Tornillo de extrusión	20
3.2.3.2 Cilindro.....	21
3.2.3.3 Garganta de alimentación	22
3.2.3.4 Tolva.....	22
3.2.3.5 Cabezal y boquilla.....	22
3.2.4 Descripción del proceso de sellado	23
3.2.5 Partes de la selladora	25
4. Mantenimiento	26
4.1 Tipos de Mantenimiento	27
4.1.1 Mantenimiento correctivo	27
4.1.2 Mantenimiento preventivo	27
4.1.3 Mantenimiento predictivo	28
4.1.4 Mantenimiento cero horas	28
4.1.5 Mantenimiento en uso	28
4.2 Modelos de mantenimiento	28
4.2.1 Modelo correctivo	29
4.2.2 Modelo condicional.....	29
4.2.3 Modelo sistemático	29
4.2.4 Modelo de alta disponibilidad	30
4.3 Protocolos de mantenimiento	30
4.3.1 Tipos de tareas.....	30
4.3.1.1 Clasificación de las tareas según su objetivo	31
4.3.1.2 Clasificación de las tareas según su especialización	32
5. Software e información de apoyo para el desarrollo de la propuesta.....	33
5.1 Sistema de información.....	33

5.2 Bases de datos	34
5.2.1 Modelos de bases de datos	35
5.2.1.1 Modelo entidad-relación	36
5.2.1.2 Modelo relacional.....	37
5.2.2 Estructura general de un sistema de base de datos.....	38
5.3 SQL	38
5.4 MATLAB	39
5.5 Información Industrias Plásticas Bohórquez.....	40
5.5.1 Mapa del proceso planta de producción Industrias Plásticas Bohórquez.....	40
5.5.2 Cartografía del proceso de producción Industrias Plásticas Bohórquez	41
6. Antecedentes	44
7. Metodología	46
7.1 Modelo de la información	46
7.1.1 Casos de uso	46
7.1.2 Diagrama Entidad Relación	48
7.1.3. Diseño interfaces gráficas del programa	49
7.1.3.1 Ventana informe de avería	49
7.1.3.2 Ventana modificar informe de avería.....	53
7.1.3.3 Ventana técnicas y acciones de mantenimiento	54
7.2 Protocolos de mantenimiento.....	55
7.2.1 Protocolos internos.....	55
7.2.2 Manuales del fabricante	57
7.2.2.1 Ventana consultar informes pendientes.....	57
7.2.2.2 Ventana diagnóstico de una avería.....	58
7.3 Base de datos	62
7.3.1 Tablas elaboradas	64
7.3.1.1 Tabla mantenimientos	64
7.3.1.2 Tabla REQ_MANTENIMIENTOS.....	66
8. Resultados	67
8.1. Sistema de información para Industrias Plásticas Bohórquez.....	67
8.2 Visualización sistema de información electrónico.....	69
8.2.1 Jefe de planta.....	69
8.2.2 Jefe de mantenimiento.....	71
8.3 Cartografía del proceso	73
8.4 Mapa del proceso	74
9. Análisis y discusión de resultados.....	75
9.1 Sistemas de comunicación para Industrias Plásticas Bohórquez	75

9.2 Cartografía del proceso de Industria Plásticas Bohórquez	76
10. Conclusiones y recomendaciones.....	77
11. Conexión entre la base de datos y Matlab.....	79

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Línea de extrusión de película soplada (Mariano, 2017)	17
Ilustración 2 Esquema de extrusión de película soplada (Mariano, 2017).....	18
Ilustración 3 Anillo de enfriamiento (Mariano, 2017)	18
Ilustración 4 Bobinadora (Mariano, 2017).....	19
Ilustración 5 Cepillo antiestático de fibra de carbono (Mariano, 2017).....	19
Ilustración 6 Rollos de material plástico (Uline, 2017)	24
Ilustración 7 Partes de una máquina selladora	25
Ilustración 8 Ejemplo modelo entidad-relación (Silberschatz, 2002)	36
Ilustración 9 Ejemplo modelo relacional (Silberschatz, 2002)	37
Ilustración 10 Ejemplo sistema de bases de datos.....	38
Ilustración 11 Mapa del proceso de Industrias Plásticas Bohórquez	41
Ilustración 12 Cartografía Industrias Plásticas Bohórquez	43
Ilustración 13 Diagrama de casos de uso.	47
Ilustración 14 Diagrama entidad-relación.	48
Ilustración 15 Ventana informe de avería.	49
Ilustración 16 Ventana informe de avería, cargo.	50
Ilustración 17 Ventana informe de avería, número máquina.	51
Ilustración 18 Ventana informe de avería, ubicación avería.	51
Ilustración 19 Ventana informe de avería, afectación.	52
Ilustración 20 Ventana informe de avería, afectación en máquina.	53
Ilustración 21 Ventana modificar informe de avería.....	54
Ilustración 22 Ventana técnicas y acciones de mantenimiento.	57
Ilustración 23 Ventana consultar informes pendientes.	58
Ilustración 24 Ventana diagnóstico de una avería.....	58
Ilustración 25 Ventana diagnóstico de una avería, tipo de diagnóstico.	59
Ilustración 26 Ventana diagnóstico de una avería, especialidad técnico.	60
Ilustración 27 Ventana diagnóstico de una avería, número equipo.....	60
Ilustración 28 Ventana diagnóstico de una avería, peligrosidad.	61
Ilustración 29 Ventana diagnóstico de una avería, estado.	61
Ilustración 30 Ventana diagnóstico de una avería, acción de mantenimiento.	62
Ilustración 31 Motor de bases de datos SQL Server 2008.	63
Ilustración 32 Base de datos IPB y tablas.	64
Ilustración 33 Tabla mantenimientos.	65
Ilustración 34 Tabla REG_MANTENIMIENTO.....	66
Ilustración 35 Formato empleado en el sistema de información escrito.	68
Ilustración 36 Formato informe diligenciado.....	69
Ilustración 37 Modificar informe 6 cambio de máquina por N 6.....	70
Ilustración 38 Informe modificado.....	70
Ilustración 39 Ventana principal jefe de mantenimiento.	71
Ilustración 40 Apertura protocolo interno en ventana emergente.	72
Ilustración 41 Diagnóstico del informe 6.	72
Ilustración 42 Informes pendientes por diagnóstico.	73

Resumen

Este trabajo se presenta con el fin de sustentar el desarrollo a la propuesta de implementar un sistema de información como apoyo a la gestión de un proceso de producción de empaques flexibles, enfatizando en el área de mantenimiento. En un proceso de producción industrial, existen diversas etapas que, unidas entre sí, generan un resultado. Cada una de ellas tiene una operación específica que aporta a la realización del producto final. Estas etapas deben recibir y enviar información para darle continuidad a todo el proceso. Es importante que exista una comunicación constante, veraz y oportuna para que el resultado final sea siempre el deseado. Por esto, se hace necesario tener un sistema que maneje y asegure la información.

Se mostrará la importancia y los beneficios que trae la implementación de dicho sistema de información para el proceso de producción en general y, en especial, para el área de mantenimiento; además, se hará una breve descripción del proceso de producción de empaques flexibles; también, un recuento sobre las bases de datos y los software que ayudan a la realización de este trabajo y la forma en la cual se llevó a cabo.

Palabras claves: empaques flexibles, sistema de información, producción, mantenimiento, procedimiento, protocolos de mantenimiento.

Introducción

La economía colombiana cuenta con varios sectores productivos; uno de ellos es la industria que, sin ser su eje fundamental, representa un papel importante en ésta. La economía cuenta con los sectores productivos primario, secundario y terciario. En el sector secundario se encuentra el área de los plásticos, que se encarga de transformar materias primas como el polietileno, policloruro de vinilo, polipropileno, poliésteres, poliestirenos, entre otros, en diversos productos que pueden ser utilizados como insumos para otras industrias dentro de sus procesos, o para usuarios finales.

Para obtener dicha transformación existen varios procesos, tales como: peletizado, extrusión, soplado e inyección, por mencionar algunos. Cada uno de ellos con características determinadas que se enfocan para la obtención de productos diversos con usos específicos. Todos estos procesos deben ser monitoreados con el fin de asegurar que el resultado final sea el deseado. Dependiendo del tamaño y la infraestructura de la planta donde se transforman las materias primas mencionadas, la información específica del proceso puede ser recolectada utilizando desde simples inspecciones visuales y datos consignados en reportes escritos hasta elaborados sistemas de adquisición de datos. Dentro de estos sistemas se puede mencionar los sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) que es, en una definición básica, cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y de la posibilidad, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, del control del mismo. Atendiendo a la definición se ve que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad de software de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control (PLC) y los de gestión a un nivel superior (Rodríguez, 2016).

Los sistemas SCADA se enfocan en la recolección de datos que, cuando son procesados, ayudan a tomar decisiones y/o realizar acciones sobre el proceso. Otro medio para manejar la información son los ERP (Enterprise Resource Planning – Planificación de

recursos empresariales) que se pueden entender como un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa, especialmente las que tienen que ver con la producción, la logística, los envíos y la contabilidad; y, aunque se vea como un sistema modular, es un programa único que tiene acceso a una base de datos centralizada (aner).

El presente trabajo tiene por objeto generar una herramienta que apoye la gestión del proceso de fabricación de empaques plásticos flexibles. Dicha herramienta es un sistema de información donde, mediante el uso de bases de datos, se recopila la información relevante del proceso. Para este caso específico, el sistema de información se va a centrar en el área de mantenimiento, construyendo únicamente un módulo que albergue y maneje la información del área mencionada posibilitando llevar un registro de las actividades de mantenimiento de las máquinas y otras situaciones relacionadas con dicha sección. Esta propuesta se va a elaborar con destino a la empresa Industrias Plásticas Bohórquez, ubicada en la ciudad de Bogotá y dedicada, principalmente, a la elaboración de empaques plásticos flexibles.

Para poder llevar a cabo esta propuesta, se va a recurrir a las técnicas de desarrollo de software, analizando cual es la que más se ajusta a los requerimientos, tanto de la empresa como de los participantes de la propuesta. Vale mencionar que, primero, se debe considerar el entorno de la empresa y sus necesidades para dimensionar el sistema de información que se precisa y, luego, seleccionar el software que cumpla con las expectativas que surjan de este primer análisis. Otro aspecto que es necesario tener en cuenta es el tipo de licencia de software que se va a utilizar, viendo si es libre o se debe incurrir en algún pago; o si ya existe alguna herramienta en la empresa que pueda ser empleada para este desarrollo.

El presente trabajo tiene los siguientes apartados: proceso de fabricación de los empaques flexibles; en este capítulo se menciona cual es la manera de fabricar los empaques

plásticos flexibles, mencionando la forma como se transforman las materias primas y las máquinas inmersas en dicha labor. Mantenimiento; se hace referencia al significado de este proceso y sus diferentes categorías. Software y elementos de apoyo; aquí se hace referencia al software que se va a emplear para desarrollar la propuesta y a otros elementos usados para esta tarea. Antecedentes; este apartado muestra una pequeña consulta sobre trabajos de grado realizados en torno a los sistemas de información. Metodología; indica el camino seguido para lograr desarrollar el sistema de información con el módulo de mantenimiento. Resultados; se reseña, de manera breve, lo que se pudo obtener con la culminación de esta propuesta. Conclusiones y recomendaciones; aquí se anotan las conclusiones que se obtienen al analizar los resultados y el desarrollo de la propuesta, y se hacen ciertas recomendaciones por los autores de la propuesta. Anexos; en esta parte se ubican elementos que, sin ser parte directa del trabajo, ayudaron en su elaboración o fueron resultado del avance del mismo.

1. Justificación

Algunas industrias, especialmente las que cuentan con un número reducido de máquinas o que se centran en un único proceso, deciden postergar el uso de los sistemas antes mencionados, al analizar la relación costo-beneficio de implementar un sistema de esta clase. Se debe tener presente que para realizar el montaje de estas herramientas, se requiere una inversión tanto en equipos de cómputo y de adquisición de datos, como en software e infraestructura de comunicaciones. Además, se corren ciertos riesgos al instalar en las máquinas los dispositivos necesarios para la recolección de los datos que utilizan los sistemas ya mencionados.

En ciertas industrias de este estilo, dado su tamaño, la cantidad de personal que tienen y el número de procesos que desarrollan, el manejo de la información y el control del proceso se realizan con el apoyo de reportes escritos manualmente e inspecciones y operaciones realizadas directamente por el personal de la planta. Los requerimientos de mantenimiento también se generan de esta forma. Esta manera de manipular la información es más susceptible al error humano que cualquier otra y, en algunas ocasiones, los tiempos de respuesta a las solicitudes son altos. Esta situación puede influir en el correcto desarrollo de la operación de la planta, ya que la demora en la atención de una solicitud de mantenimiento, o la detención de una máquina, puede entorpecer todo el proceso.

En algunas situaciones, teniendo presente ciertas características de la empresa, las actividades de mantenimiento se centran en arreglar los fallos que se presentan en las máquinas y adelantar rutinas básicas como: engrase, lubricación y reemplazo de piezas, y las acciones tendientes a prevenir la aparición de fallos son escasas; sin contar que, algunas veces, todas las acciones antes mencionadas no son debidamente documentadas, o este proceso se ve afectado por los inconvenientes asociados al uso de reportes escritos manualmente y de la comunicación oral entre los participantes del proceso.

Siendo tan importante la labor de mantenimiento dentro de la cadena productiva, el hecho de poder organizar y acceder a la información específica de las tareas de esta área, puede colaborar en el desarrollo de dichas tareas de una forma más rápida y, además, poder llevar un registro más fiable de las intervenciones realizadas en la planta. Por todo lo antes mencionado, se propone elaborar una herramienta que permita recopilar y manipular la información relacionada con la labor de mantenimiento, en especial en empresas dedicadas a la elaboración de empaque plásticos flexibles.

Como ya se ha mencionado, el correcto manejo de la información puede ser un elemento diferenciador dentro de un proceso industrial. Al observar el desarrollo del proceso de elaboración de los empaques plásticos flexibles en la empresa que generó esta propuesta, se encuentra la situación que ya se ha mencionado: el manejo de la información no es el más adecuado. Se usan reportes diligenciados a mano, falta un registro pormenorizado de las acciones de mantenimiento y una hoja de vida de las máquinas; además, al personal de mantenimiento se le dificulta el acceso y el manejo a los manuales y fichas técnicas propios de las máquinas que se disponen a intervenir. Estas situaciones hacen que el aprovechamiento del tiempo destinado a las actividades de mantenimiento no sea el mejor. Este tipo de tareas deben ser ejecutadas de la manera más eficaz y pronta posible dado que una detención o una interrupción en el avance normal del proceso productivo en mención, o de cualquier otro, incide negativamente en el resultado final del mismo. En general, la industria requiere, ante sus necesidades, respuestas rápidas y efectivas con el fin de no entorpecer el normal desempeño del proceso productivo, sin importar el área que esté involucrada. Igualmente, disponer de la información de una manera organizada y fácil de manipular, puede apoyar las labores administrativas de la industria.

Entonces, si se dispone de una herramienta que facilite el acceso y el manejo de la información que concierne al área de mantenimiento en la industria, que para este caso

específico es la empresa Industrias Plásticas Bohórquez, se puede contribuir al proceso de fabricación de empaques plásticos flexibles aportando un instrumento que ayude al tratamiento de las labores de mantenimiento. Instrumento que, se espera, ayude en la organización de la información relacionada con el mantenimiento en la empresa antes mencionada; y, teniendo dicha información disponible y fácil de consultar, acompañar el proceso de mantenimiento en la empresa logrando que las tareas de esta área se lleven a cabo de una manera más ágil y, si es el caso, más eficiente. En la medida que el mantenimiento cumpla con sus labores de manera correcta todo el proceso de fabricación de los empaques plásticos flexibles se beneficia, ya que, como se indicó anteriormente, cualquier detención o fallo en las máquinas entorpece toda la fase productiva. Al tener una mejor relación de toda la información se posibilita realizar planes de mantenimiento, tanto predictivos como preventivos, que sean realmente aplicables dentro del entorno de la empresa, debido a que están basados en datos e información tomada directamente de la fuente; también, disminuir la posibilidad de tener errores al registrar toda la información.

2. Objetivos

Teniendo en cuenta la problemática antes expuesta se busca como objetivo general:

- Diseñar y desarrollar un sistema de información como apoyo a la gestión en el proceso de producción de empaques flexibles en la empresa Industrias Plásticas Bohórquez, priorizando las labores de mantenimiento.

En concordancia con lo anterior se busca alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar el sistema de información adecuado, con entorno gráfico de usuario, para el apoyo al proceso de producción de empaques plásticos flexibles de la empresa Industrias Plásticas Bohórquez, priorizando en las labores del área de mantenimiento.
- Levantar el mapa de proceso, para la producción de empaques plásticos flexibles de la planta de producción de Industrias Plásticas Bohórquez.
- Implementar el sistema de información directamente en la empresa para la cual fue diseñado.

3. Proceso de fabricación de los empaques plásticos flexibles

3.1 Empaques flexibles

Un empaque o embalaje, básicamente, es un contenedor temporal de diversos tipos de productos ya sean sólidos, líquidos o gaseosos; estos pueden ser flexibles o rígidos. En estos últimos se pueden referenciar las cajas de cartón, las botellas de vidrio o plástico, entre otros. Materiales como el cartón, plástico o aluminio, pueden pasar a ser flexibles si disminuimos su espesor. En el caso de los plásticos, el material o película plástica, ya sea polietileno o polipropileno, puede tener un espesor de milésimas de pulgadas lo que permite la flexibilidad del material conservando muchas de sus propiedades. Una milésima de pulgada equivale a 0.00254mm, una película plástica ya sea LDPP (polipropileno de baja densidad) o HDPE (polietileno de alta densidad) de calibre uno (1) es una película cuyo espesor es de una micra (Ecopetrol).

Los empaques flexibles mencionados en el presente trabajo son realizados con películas plásticas de polietileno o polipropileno de alta o baja densidad, polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno de alta densidad (HDPP), polipropileno de baja densidad (LDPP).

Las bolsas plásticas, que es un empaque flexible, al igual que la mayoría de productos plásticos, se obtienen a partir del petróleo. Una refinería purifica el petróleo hasta convertirlo en un gas (etileno); el cual, luego, es polimerizado y solidificado para crear un polímero de etileno, conocido como polietileno (blogspot, 2017).

3.2 Extrusión de plásticos

La extrusión es un proceso donde se hace fluir por presión constante un material por una boquilla. Para este proceso se utilizan resinas sintéticas, ya sea de alta, media o baja densidad; obtenidas a partir de la polimerización de un etileno gaseoso. Estas resinas pertenecen a la familia de los termoplásticos. Los polietilenos de baja densidad se encuentran en el rango de 0,915 y 0,925 gramos/centímetro cúbico y para los polietilenos de alta densidad en un rango de 0,941 y 0,960 gramos/centímetro cúbico. Las resinas plásticas se emplean en la fabricación de bolsas para supermercados, empaques para alimentos, forros de cuadernos, bolsas para la basura y bolsas de tipo industrial, entre muchos otros productos.

3.2.1 Descripción del proceso de extrusión



Ilustración 1 Línea de extrusión de película soplada (Mariano, 2017)

En las líneas de película soplada la extrusora está equipada con una boquilla anular, dirigida habitualmente hacia arriba. Por el interior de la boquilla se inyecta aire que queda confinado en el interior del material que sale por la boquilla y que es contenido, como si se tratara de una gran burbuja. A la salida del cabezal el material se enfría bruscamente mediante una corriente forzada de aire que pasa a través de una cámara anular, que se conoce como anillo de enfriamiento, y se dirige concéntrica y uniformemente sobre la burbuja (Mariano, 2012).

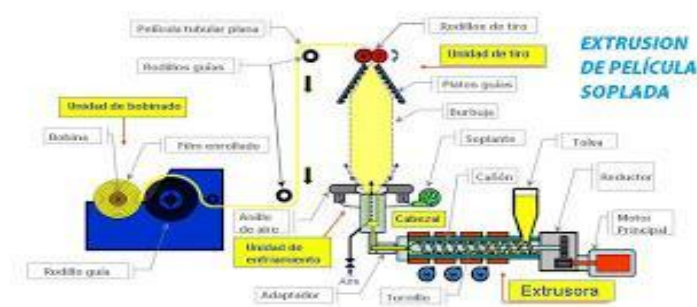


Ilustración 2 Esquema de extrusión de película soplada (Mariano, 2017)



Ilustración 3 Anillo de enfriamiento (Mariano, 2017)

Si el flujo del aire no está bien regulado o no es concéntrico con la burbuja, se produce una diversidad de espesores que dan lugar a la formación de ondulaciones. El cociente entre el diámetro de la burbuja y el diámetro de la boquilla se llama proporción de explosión o relación de soplado y suele estar en el intervalo de 2,0 a 2,5. La película enfriada pasa a través

de las placas guías y se comprime entre dos rodillos de tiro y colapsado, pasando por otros rodillos que sirven de guía, antes de pasar a los tambores de almacenamiento (rodillos de enrollado), donde se arma la bobina (Mariano, 2012).



Ilustración 4 Bobinadora (Mariano, 2017)

En el rodillo de bobinado se disponen una serie de rodillos que evitan la formación de pliegues los cuales se denominan rodillos guías. Entre los rodillos de arrastre y los de enrollado se disponen generalmente los sistemas de tratamiento y eliminación de cargas estáticas, que están formados por cepillos conductores de electricidad con puesta a tierra que rozan la superficie de la película, ya colapsada, a fin de eliminar corriente estática (Mariano, 2012).



Ilustración 5 Cepillo antiestático de fibra de carbono (Mariano, 2017)

3.2.2 Extrusoras

Las máquinas que se emplean en el proceso antes mencionado se conocen con el nombre de extrusoras. Para cumplir con la tarea de extruir, una máquina extrusora debe contar, básicamente, con un área para recibir el material a tratar, otra que lo caliente (de ser necesario), un dispositivo que ejerza la presión requerida sobre el material y la boquilla o dado para que genere la forma final deseada al material (Morton-Jones, 2004).

Teniendo en cuenta el elemento que ejerce la fuerza sobre el material, las extrusoras se pueden clasificar en: extrusoras de pistón, bombas de extrusión y extrusoras de tornillo. Las extrusoras de pistón empujan el material con ayuda de un pistón que puede ser accionado por medios mecánicos o hidráulicos. Las bombas de extrusión toman el material de la zona de alimentación y lo presuriza para hacerlo pasar por la boquilla; algunas veces, no cuentan con zona de calefacción (Anguita, 1977). Las extrusoras de tornillo son las más comunes en el procesamiento de plásticos. Estas máquinas emplean un tornillo de Arquímedes para ejercer presión sobre el material a extruir y, en algunas ocasiones, también sirven para mezclar el material con pigmentos u otros materiales. Se pueden encontrar de uno, dos o múltiples tornillos. En este tipo de extrusora, el tornillo va montado dentro de un cilindro que, a su vez, tiene adosado una serie de elementos (por lo general, resistencias eléctricas) que elevan la temperatura del material y, así, poder lograr la consistencia adecuada para pasarlo a través de la boquilla y obtener el producto deseado (Morton-Jones, 2004).

3.2.3 Partes de la extrusora

3.2.3.1 Tornillo de extrusión

El tornillo de extrusión es una pieza alargada y cilíndrica que tiene a su alrededor una espiral. Se fabrican en varios tipos de materiales metálicos y por lo general, presentan ciertos tratamientos en su superficie para prolongar su duración. En el diseño del tornillo es

importante la relación entre la longitud, el diámetro y el tamaño y número de vueltas de la espiral. El tornillo es uno de los componentes principales de la extrusora ya que, además de ejercer la presión necesaria al material, también ayuda a mezclar, calentar y fundir al elemento a extruir (Beltran & Mancilla, 2012).

Los diferentes tipos de materiales plásticos que se emplean para el proceso de extrusión no tienen las mismas características entre ellos. Cualidades como la elasticidad, calor específico, temperatura de fusión, coeficiente de fricción, entre otras, no tienen los mismos valores en todas las clases de materiales plásticos. Esta situación implica que para cada tipo de material se debe desarrollar un tornillo específico. Es difícil encontrar un tornillo que sirva para varias clases de materiales. El buen resultado del proceso de extrusión depende en gran medida del diseño del tornillo (Beltran & Mancilla, 2012).

3.2.3.2 Cilindro

El cilindro recibe en su interior al tornillo de extrusión. Se construyen en aceros de alta resistencia y algunas veces traen revestimientos especiales que hacen que sean más resistentes que los mismos tornillos. El interior del cilindro presenta rugosidades, lo que permite que se aumente la fuerza sobre el material a trabajar (Beltran & Mancilla, 2012).

Como el material plástico que se va a extruir debe estar caliente para que pueda ser llevado por el tornillo, por lo general el cilindro tiene algún sistema que genera calor. Usualmente se realiza con resistencias eléctricas, aunque en los últimos años se ha probado usar gas natural. El cilindro muestra varias zonas de calefacción, cada una de ellas con control independiente para lograr que el cambio de temperatura sobre el material sea gradual desde la entrada al cilindro hasta la llegada a la boquilla. También se tienen unidades de enfriamiento

que, por lo general, son pequeñas turbinas que inyectan aire al exterior del cilindro para bajar la temperatura cuando el sistema lo requiera (Beltran & Mancilla, 2012).

3.2.3.3 Garganta de alimentación

La garganta de alimentación es la parte que conecta la tolva con el cilindro y permite el acceso del material al mismo. En algunos casos cuenta con un sistema de enfriamiento para mantener la temperatura en un rango tal que el material fluya normalmente. Se une con la tolva a través de un dispositivo llamado boquilla de entrada o de alimentación y tiene dimensiones mayores que las del cilindro para generar un efecto de embudo y facilitar el acceso del material (Beltran & Mancilla, 2012).

3.2.3.4 Tolva

La tolva es el recipiente que se utiliza para cargar el material en la máquina. Va conectada a un extremo del cilindro. Pueden ser redondas, rectangulares o cuadradas. La tolva, la garganta de alimentación y la boquilla de entrada deben estar muy bien alineadas para permitir el flujo continuo del material. Algunas veces para asegurar este flujo se le adicionan a la tolva vibradores, agitadores o ciertos tipos de tornillos que mejoran el paso del material (Beltran & Mancilla, 2012).

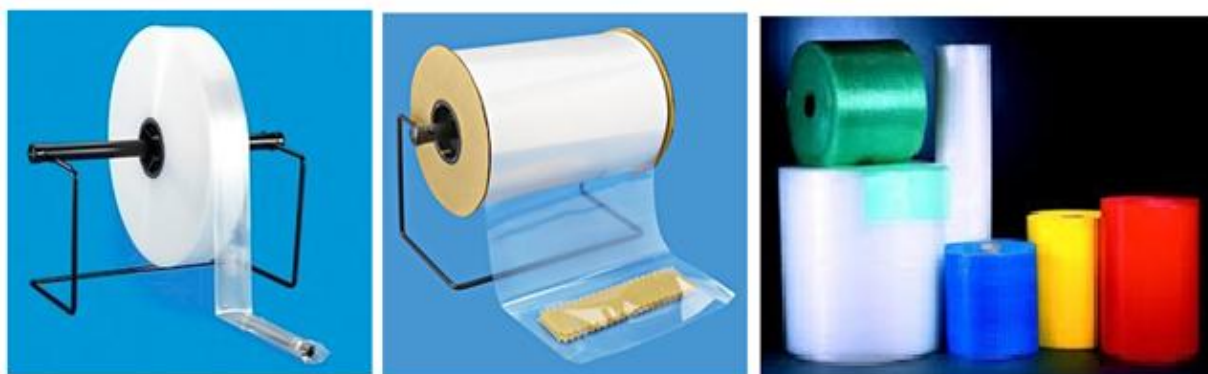
3.2.3.5 Cabezal y boquilla

El cabezal es la pieza ubicada en el otro extremo del cilindro y que sostiene a la boquilla y, por lo general, al plato rompedor (en el plato rompedor se ubican varios filtros para que las impurezas no lleguen hasta la boquilla ni al producto final). Comúnmente, va asegurado al cilindro. Internamente, el cabezal debe estar diseñado de tal manera que permita el desplazamiento del material hacia la boquilla (Beltran & Mancilla, 2012).

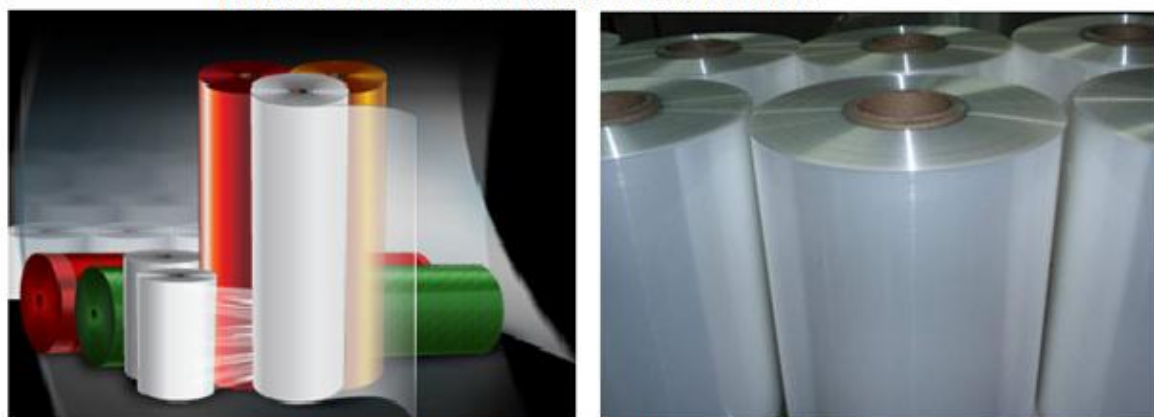
La boquilla tiene como objetivo moldear el material para obtener el elemento deseado. Las boquillas se pueden clasificar dependiendo de la forma del producto que se va a fabricar. Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden encontrar: anulares (por ejemplo, para la fabricación de tuberías o recubrimientos cilíndricos), boquillas planas (para obtener planchas y láminas), boquillas circulares (con las que se consiguen ciertos tipos de fibras y productos de forma cilíndrica), etc. Las características básicas que se tienen en cuenta en una boquilla son: el diámetro y la abertura de salida. Cuando la boquilla no está diseñada para una máquina específica se debe utilizar un dispositivo llamado adaptador para poder acoplarla a cualquier máquina extrusora (Beltran & Mancilla, 2012).

3.2.4 Descripción del proceso de sellado

La bobina que ha sido generada en la extrusora, ya sea una lámina o un tubular, es un rollo continuo que puede pesar entre unos pocos kilogramos hasta varios cientos de kilogramos (ULINE, 2017).



ROLLO TUBULAR DE POLIETILENO O POLIPROPILENO



ROLLO DE LÁMINA DE POLIETILENO O POLIPROPILENO

Ilustración 6 Rollos de material plástico (Uline, 2017)

Este rollo debe ser cortado y sellado conforme a los requerimientos del cliente, para lo cual se monta el rollo en la máquina selladora, (al trabajar con lamina se utiliza un doblador anexo a la máquina y se hace un tipo de sellado denominado sellado lateral). Gracias a unos rodillos y un motor introductor o recuperador, se hace ingresar a la máquina selladora el material a sellar, pasando por una serie de rodillos, dando lugar para que, si se desea, se puedan hacer perforaciones, fuelles o troquelar la bolsa según especificaciones del cliente. Luego de estos rodillos, llega al cabezal y pisón sellador; el cual, a base de calor y presión, corta y sella la película plástica. Ésta es jalada por unas bandas o tapete transportador para entregar el producto terminado al operario o recogedor, en paquetes pre-programados en las cantidades solicitadas por el cliente (PLAS, 2017).

3.2.5 Partes de la selladora

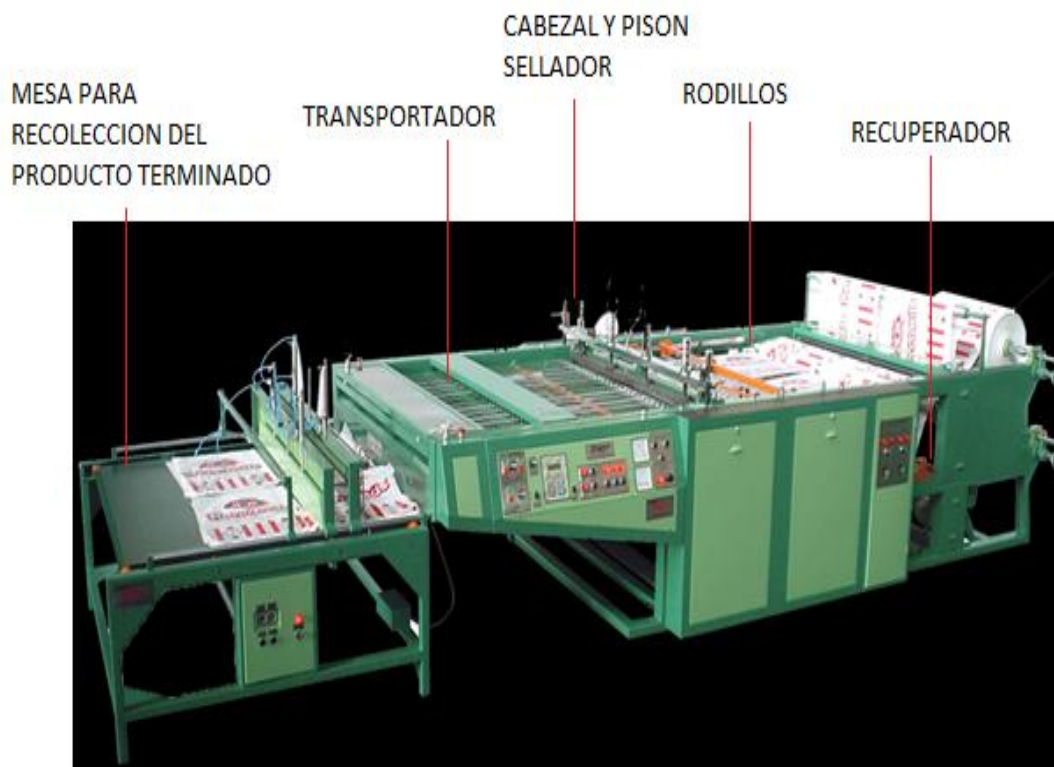


Ilustración 7 Partes de una máquina selladora

(PLAS, 2017)

4. Mantenimiento

El área de mantenimiento, dentro de todo proceso industrial, ha tomado una gran importancia en los últimos tiempos por su influencia directa en el resultado final de dicho proceso. “Se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (García, 2003). En la medida que los equipos estén trabajando y no presenten paradas temporales o paros ni muy largos ni muy seguidos, se ayuda a que la rentabilidad económica de todo el proceso tiende a ser óptima; sin contar con los beneficios medioambientales que esto pueda traer (García, 2003).

Con el comienzo de la revolución industrial nace la idea de mantenimiento. En esta época dicho mantenimiento se limitaba a reparar los daños que se presentaban en las máquinas y era realizado por los mismos operarios. En la medida que las máquinas aumentan su complejidad y el tiempo para realizar los arreglos es mayor, aparece la necesidad de tener un área de mantenimiento, con actividades específicas y diferentes de las asignadas a los operarios. En este tiempo, las tareas de mantenimiento eran netamente correctivas y se enfocaban a solucionar los inconvenientes que se presentaban en los equipos (García, 2003).

Con el aumento de la industrialización y con la experiencia recibida por eventos como la Primera y Segunda guerra mundial, los departamentos de mantenimiento se enfrentan a nuevas situaciones. Ahora, no solamente deben reparar las fallas que aparecen, sino, más que nada, evitar que se manifiesten, hacer todo lo posible para que no se generen. Aparecen personas que se dedican más a prever los fallos, que a repararlos. Surgen ideas tales como Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo (García, 2003).

La industria se vuelve cada vez más competitiva con el paso de los días; la aparición de nuevos actores en el mercado colabora en esta situación. Se busca equilibrar la relación

entre ingresos y egresos de las industrias. Toma mayor relevancia el mantenimiento dentro del ciclo productivo como un elemento para disminuir costos. Se presentan conceptos como Mantenimiento Proactivo, Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO) y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés). Siguiendo en la misma línea de ser cada vez más rentables, se observa que es buena idea volver al viejo esquema donde el operario se involucra en el mantenimiento de los equipos que opera. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el cual se trasladan ciertas tareas básicas propias de los técnicos de mantenimiento hacia los operarios: tareas como limpieza, lubricación, ajustes y pequeñas reparaciones, entre otras. Es necesario mencionar que el campo del mantenimiento no se desarrolló a la par en todas las diversas áreas industriales; en algunas se desarrolló mucho más rápido que en otras. Como ejemplo se puede citar la industria aeronáutica, en donde el mantenimiento que exige altos estándares e involucra diversos tipos de mantenimiento, surgió primero que en otras industrias (García, 2003).

4.1 Tipos de Mantenimiento

4.1.1 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se puede entender como “el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos” (García, 2003, pág. 17).

4.1.2 Mantenimiento preventivo

Este es el “mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (García, 2003, pág. 17).

4.1.3 Mantenimiento predictivo

Esta clase de mantenimiento es la que pretende “conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo” (García, 2003, pág. 17).

4.1.4 Mantenimiento cero horas

En este mantenimiento hay un “conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente, de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano” (García, 2003, pág. 18).

4.1.5 Mantenimiento en uso

Se puede comprender que es “el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve” (García, 2003, pág. 18).

4.2 Modelos de mantenimiento

Un modelo de mantenimiento es el resultado de unir varios tipos de mantenimiento dependiendo de las necesidades propias del equipo o equipos a intervenir, en la proporción

requerida; esto depende de la clase de equipo y de la relevancia que tenga el mismo, dentro del proceso. Todos los modelos tienen en común que utilizan las operaciones de lubricación e inspección visual (García, 2003).

4.2.1 Modelo correctivo

Este modelo es el más básico de todos y utiliza tres tareas sencillas: la inspección visual, la lubricación y la reparación de las averías que se presenten. Se aplica en los equipos que muestran un nivel bajo de criticidad y cuyos inconvenientes técnicos no representan un gran problema económico o técnico. No es muy rentable dedicar grandes recursos o esfuerzos en estos equipos (García, 2003).

4.2.2 Modelo condicional

Toma este nombre debido a que, después de realizar ciertas pruebas o ensayos, se condiciona una acción a seguir. Si luego de realizar las pruebas se detecta algún inconveniente, se programa una operación; de lo contrario, no se manipula el equipo. Se basa en la inspección visual, la lubricación, el mantenimiento condicional y la reparación de averías (García, 2003).

4.2.3 Modelo sistemático

La principal característica de este modelo es que cuenta con una lista de tareas que se realizan sin tener en cuenta la condición del equipo; se hacen, además, algunas mediciones o pruebas para determinar si se ejecuta una tarea de mayor complejidad; y, por último, se reparan los daños encontrados. Su mayor aplicación es en equipos de disponibilidad media, que tienen cierta importancia en el proceso y que sus averías generan algunos inconvenientes. Utiliza en su aplicación las siguientes tareas: la inspección visual, la lubricación, el mantenimiento preventivo sistemático, el mantenimiento condicional y la reparación de averías (García, 2003).

4.2.4 Modelo de alta disponibilidad

Este tipo de modelo es el más exigente y exhaustivo de los modelos mencionados. Se utiliza especialmente en la clase de equipos que bajo ninguna circunstancia pueden presentar algún tipo de avería o de mal funcionamiento (García, 2003, pág. 21). Son equipos que deben tener un nivel de disponibilidad muy alto. Para mantener este tipo de equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia anual o superior (García, 2003, p.21).

En este modelo de mantenimiento lo que se busca es que no se presente ningún tipo de averías porque, en general, no se dispone del tiempo suficiente para hacer arreglos; no se puede detener el equipo. Entonces, se deben realizar reparaciones provisionales para que el equipo no se detenga. Cuando se presente el momento de ejecutar la revisión programada (puesta a cero) se deben subsanar estas reparaciones provisionales (García, 2003).

El modelo de alta disponibilidad involucra los siguientes aspectos: inspecciones visuales, lubricación, reparaciones provisionales, mantenimiento condicional, mantenimiento sistemático y puesta a cero en fecha determinada (García, 2003).

4.3 Protocolos de mantenimiento

Se entiende por protocolo de mantenimiento “al conjunto de tareas a realizar en un tipo concreto de equipo, en un conjunto de equipos, en un subsistema, en un sistema o en un área” (García, 2016, pág. 56).

4.3.1 Tipos de tareas

Las tareas que hacen parte de un protocolo de mantenimiento se pueden clasificar, básicamente, de acuerdo a dos criterios: según el objetivo de las tareas y según la especialización de las tareas (García, 2016).

4.3.1.1 Clasificación de las tareas según su objetivo

Este tipo de tareas se puede dividir en dos grandes grupos: las tareas de diagnóstico y las tareas sistemáticas. Las tareas de diagnóstico se efectúan para comprobar si el equipo analizado funciona correctamente o si tiene algún síntoma de mal funcionamiento. Dentro de esta clasificación de las tareas existen varios tipos: las inspecciones sensoriales simples, que incluyen la inspección visual, la detección de ruidos y vibraciones extraños y la detección de olores anormales; inspecciones detalladas (las cuales requieren algún grado de conocimiento por parte de quien las realiza), entre las que se distinguen las verificaciones mecánicas y eléctricas; la lectura y consignación de parámetros de funcionamiento, que se hacen con los instrumentos del equipo; mediciones con elementos externos, es decir, mediciones que necesitan de aparatos de medida que no son propios del equipo a intervenir, y las verificaciones de funcionamiento (García, 2016).

Las tareas sistemáticas se llevan a cabo sin tener muy presente el estado del equipo y no tienen por objetivo el diagnóstico. Su principal objetivo es suplir el deterioro que sufren ciertas partes del equipo, debido al paso del tiempo y al uso. Las tareas sistemáticas se dividen, a su vez, en varios tipos: limpiezas, tareas de lubricación, configuración de equipos programables, calibración de equipos de medida y reemplazo o puesta a punto condicional o sistemática de piezas sujetas o propensas al desgaste (García, 2016).

4.3.1.2 Clasificación de las tareas según su especialización

Teniendo en cuenta su especialización, se pueden tener, entre otros, estos tipos de tareas: tareas relacionadas con la seguridad, tareas para realizar por operarios, tareas mecánicas, tareas relacionadas con la lubricación, tareas eléctricas, tareas relacionadas con la instrumentación, tareas relacionadas con el control y tareas predictivas (García, 2016).

5. Software e información de apoyo para el desarrollo de la propuesta

5.1 Sistema de información

Un sistema es un conjunto de partes integradas y organizadas que interactúan entre sí para lograr un objetivo. Un sistema de información puede definirse como un conjunto formal de procedimientos que interactúan para capturar, almacenar, procesar y distribuir la información que apoya las operaciones de una organización. Para lograr esto, el sistema debe realizar cuatro actividades básicas:

- Entrada de información, para la toma de datos requeridos por el sistema.
- Almacenar la información, para su conservación
- Procesar la información, transforma los datos de la fuente para ser utilizada en el sistema.
- Salida de información, la información procesada se envía al exterior del sistema,

Los sistemas de información, dentro de una organización, se pueden clasificar teniendo en cuenta las características similares:

- Por estructura organizacional, pueden ser sistemas para divisiones, departamentos o unidades de operación.
- Por área funcional, las tareas rutinarias o repetitivas que permiten la operación de una organización.
- Por la ayuda brindada, las tablas y gráficos entre otros ayudan a la toma de decisiones así como también ayudan a la entrega de informes,

Dentro de una organización, los principales objetivos de los sistemas de información son:

- Proveer datos exactos y oportunos que faciliten la toma de decisiones.
- Garantizar la confiabilidad de la información.

- Permitir el almacenamiento de la información.
- Facilitar el acceso a la información.
- Ser una herramienta de control

(FRLP, 2017), (gerencie.com/sistemas-de-informacion., 2017)

5.2 Bases de datos

En la actualidad, se dispone de un gran volumen de información y es necesario poder manejarla de una manera fácil, rápida y organizada sin importar cuál sea su fuente o ubicación. Para lograr esto, se requieren de herramientas que ayuden a cumplir este objetivo. Una de estas herramientas son las bases de datos, las cuales se pueden entender como un conjunto, colección o depósito de datos almacenados en un soporte informático permanente; los datos están interrelacionados y estructurados de acuerdo con un modelo capaz de recoger el máximo contenido semántico.

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.

Los sistemas de bases de datos se diseñan para gestionar grandes cantidades de información. La gestión de los datos implica tanto la definición de estructuras para almacenar la información, como la provisión de mecanismos para la manipulación de la información. Además, los sistemas de bases de datos deben proporcionar la fiabilidad de la información

almacenada, a pesar de las caídas del sistema o los intentos de acceso sin autorización. Si los datos van a ser compartidos entre diversos usuarios, el sistema debe evitar posibles resultados anómalos.

Dado que la información es tan importante en la mayoría de las organizaciones, los científicos informáticos han desarrollado un amplio conjunto de conceptos y técnicas para la gestión de los datos (Silberschatz, 2002).

5.2.1 Modelos de bases de datos

Existen tres modelos de bases de datos que son los más comunes: el modelo jerárquico, el modelo red y el modelo relacional. El *modelo jerárquico* tiene una estructura que se asimila a un árbol, pero invertido con una serie de puntos comunes, conocidos como nodos, donde se organizan los datos y su estructura es muy poco flexible.

Los otros modelos tienen sus propias características: el *modelo red* tiene también forma de árbol invertido pero los datos están organizados en tipos de registro y permite una relación más compleja entre los datos que en el modelo jerárquico; el *modelo relacional* se caracteriza porque en él, la base de datos es independiente de donde se va a utilizar la aplicación y en este modelo se pueden hacer cambios en la estructura de la base de datos sin incidir en la aplicación.

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. Se describen dos modelos de datos en este apartado: el modelo entidad-relación y el modelo relacional (Silberschatz, 2002).

- Rectángulos, que representan conjuntos de entidades.
- Elipses, que representan atributos.
- Rombos, que representan relaciones.
- Líneas, que unen atributos a conjuntos de entidades y conjuntos de entidades a conjuntos de relaciones.
- Elipses dobles, que representan atributos multivariados.
- Elipses discontinuas, que denotan atributos derivados.

- Líneas dobles, que indican participación total de una entidad en un conjunto de relaciones.
- Rectángulos dobles, que representan conjuntos de entidades débiles

5.2.1.2 Modelo relacional

En el modelo relacional se utiliza un grupo de tablas para representar los datos y las relaciones entre ellos. Cada tabla está compuesta por varias columnas, y cada columna tiene un nombre único.

The screenshot shows a database management system interface. On the left, there is a diagram of a relational model with tables and their attributes. On the right, there is a table structure definition for a table named 'CATEGORIA'.

nombre	atributos	atributos	atributos
CATEGORIA	id_categoria	nombre_categoria	descripcion_categoria
PRODUCTO	id_producto	nombre_producto	precio_producto
CLIENTE	id_cliente	nombre_cliente	telefono_cliente
VENTA	id_venta	id_producto	id_cliente

The table structure definition for 'CATEGORIA' is as follows:

```

CREATE TABLE CATEGORIA (
  id_categoria INT(4) UNSIGNED ZEROFILL NOT NULL,
  nombre_categoria VARCHAR(50) NOT NULL,
  descripcion_categoria VARCHAR(255) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (id_categoria)
)
  
```

Ilustración 9 Ejemplo modelo relacional (Silberschatz, 2002)

El modelo relacional es un ejemplo de un modelo basado en registros. Los modelos basados en registros se denominan así porque la base de datos se estructura en registros de formato fijo de varios tipos. Cada tabla contiene registros de un tipo particular. Cada tipo de registro define un número fijo de campos, o atributos. Las columnas de la tabla corresponden a los atributos del tipo de registro (Silberschatz, 2002).

5.2.2 Estructura general de un sistema de base de datos

Cada parte del conjunto de partes que integran un sistema de bases de datos está encargada de una labor específica del total de la operación del sistema. Los componentes funcionales más significativos de un sistema de base de datos son: gestor de base de datos, manejador de base de datos, procesador de consultas, compilador, archivo de datos, interfaz gráfica, entre otros.



Ilustración 10 Ejemplo sistema de bases de datos

5.3 SQL

Una herramienta importante para la puesta en servicio de un sistema de información es la que permite manejar adecuadamente las bases de datos. En este punto es relevante mencionar que es el SQL: SQL (Structured Query Language) que significa lenguaje de consulta estructurado.

Es un lenguaje estándar de comunicación con bases de datos, el cual permite relacionar cualquier tipo de lenguaje con cualquier tipo de base de datos, lo que facilita el trabajo y la manipulación de las bases de datos por parte de los usuarios y, por ende, el acceso a la información que éstas poseen. El SQL presenta dos características muy fuertes que han facilitado su adopción en el mundo de la informática: primero, es un sistema muy potente y robusto; segundo, es relativamente sencillo tanto su uso como su manipulación.

Cabe anotar que existe un software denominado MYSQL que es un sistema de administración de base de datos, especialmente relacionales, y que tiene una gran capacidad para adaptarse a cualquier entorno de desarrollo y lenguaje de programación como PHP o Java. Tiene la particularidad que es de licencia abierta, lo que permite que su uso sea libre sin necesidad de pagar por una licencia específica.

5.4 MATLAB

Es conocido como una herramienta de software matemático que se utiliza para realizar cálculos técnicos; integra el cálculo, programación y visualización desde un ambiente fácil. Este es un elemento interactivo, su elemento básico de datos no requiere dimensionamiento previo, con esta herramienta se logran resolver problemas computacionales, en especial los que contienen vectores y matrices, en un lenguaje menor al requerido para describir un programa en un lenguaje escalar no interactivo como C o Fortran (Esqueda Elizondo, pág. 4).

Matlab es un entorno de cálculo interactivo donde los problemas y las soluciones se escriben matemáticamente en lugar de tener que utilizarse la programación tradicional. Matlab es también el nombre que se le da al propio lenguaje de programación interpretado que se utiliza en esta herramienta. Utilizar Matlab y programar en Matlab es, por tanto, equivalente, pero a diferencia de soluciones como Fortran, no es necesario generar

ejecutables. Matlab cuenta con un intérprete que recibe órdenes y las ejecuta (Softin). Su nombre es la abreviatura de MATrix LABoratory (Laboratorio de Matrices), su lanzamiento inicial fue en 1984 y ha pasado por numerosas mejoras y casi 40 versiones distintas.

Actualmente integra análisis numérico, cálculo matricial, procesamiento de señales, gráficos y permite ampliar sus capacidades con una serie de ordenes específicas agrupadas en “Toolboxes” con las que se puede resolver todo tipo de problemas concretos como diseño de sistemas de control, simulación de sistemas dinámicos, redes neuronales, etc. además, para facilitar su uso, cuenta con dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones:

- GUIDE (editor de interfaces de usuario GUI) que permite un control sencillo y la posibilidad de ejecutar una aplicación sin necesidad de dominar el lenguaje
- Simulink (plataforma de simulación multidominio) que es un entorno de programación de más alto nivel que el lenguaje interpretado Matlab. Proporciona una interfaz gráfica para construir los modelos con diagramas de bloques pulsando y arrastrando con el ratón.

5.5 Información Industrias Plásticas Bohórquez

5.5.1 Mapa del proceso planta de producción Industrias Plásticas Bohórquez

El conjunto de actividades y recursos utilizados en un orden lógico para la obtención de un fin específico se denomina proceso. En la producción de empaques flexibles se requiere de una serie de actividades para lograr que la materia prima de polietileno o polipropileno se convierta en una bolsa plástica o un empaque plástico; tales actividades inician con la orden de compra dada por un cliente específico; luego de ésta, se seleccionan las materias primas

que han de ser preparadas para, después, gracias a una máquina extrusora, convertirlas en una película o un tubular de plástico, que dependiendo de los requerimientos del cliente, serán impresos o no; y, finalmente, ser sellados para formar bolsas o pre cortados, que son rollos de bolsas, que pueden ser dispensadas manualmente. Este producto pasa a la zona de despachos para ser enviados al cliente final.

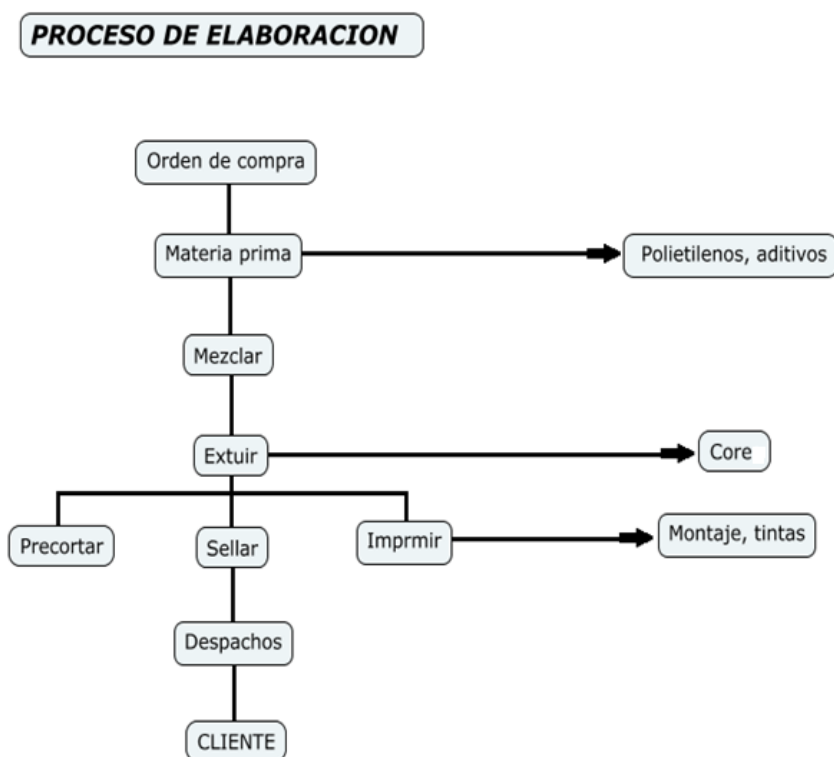


Ilustración 11 Mapa del proceso de Industrias Plásticas Bohórquez

5.5.2 Cartografía del proceso de producción Industrias Plásticas Bohórquez

El proceso de producción requiere de la interacción de diversos actores, de los cuales algunos realizan funciones específicas al proceso de producción de empaques flexibles; donde se realizarán las transformaciones necesarias a la materia o materias primas, para obtener un producto final que satisfaga los requerimientos expuestos por el cliente en la orden de compra. Para obtener el producto final, no es solamente suficiente transformar la materia prima; además, se necesita realizar algunas funciones adicionales como la obtención de la

materia prima, o una interacción con el cliente para conocer los requerimientos del producto que desea obtener.

Así, la obtención de algunos recursos que permiten que todos los actores intervengan con idoneidad y respeto entre ellos, requieren de recursos económicos y otros recursos que, aunque no intervengan directamente en el proceso, son fundamentales para que éste pueda realizar su labor; de esta manera se encuentra un proceso fundamental que es el encargado de procesar la materia prima conforme a las necesidades de producción; pero, además, se localizan procesos que apoyan esta labor, ya sea entregando o recibiendo productos específicos o información. Para que estos actores puedan cumplir a cabalidad su función, se requieren algunos recursos económicos y organizacionales para trazar el rumbo a seguir y destinar los rubros requeridos para la realización de todas las funciones propias de cada dependencia de la empresa, así pues tendremos tres grandes procesos los cuales permiten la fabricación de los empaques flexibles.

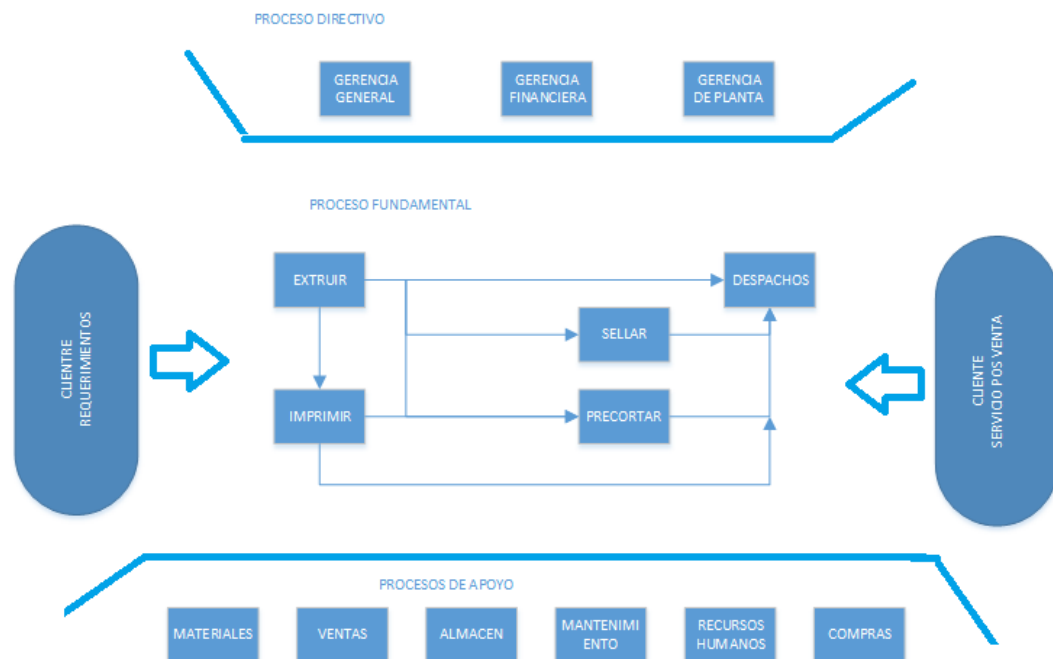


Ilustración 12 Cartografía Industrias Plásticas Bohórquez

6. Antecedentes

Existen trabajos de grado que desarrollan sistemas de información para diversos campos (por ejemplo, se desarrolló uno para el laboratorio de Electrónica de la UPN), inclusive para empresas del sector de los plásticos; pero no se ha encontrado ninguno específicamente enfocado al proceso de elaboración de empaques flexibles impresos.

El desarrollo de sistemas de información es un campo que ha tenido un gran avance desde su aparición. De hecho, están bastante maduras las metodologías para su diseño, desarrollo e implementación. Como ejemplo se mencionan algunos trabajos de grado elaborados en torno al tema:

Propuesta diseño sistema de información de un Glosario en Ciencia de la Información. Glosario en Ciencia de la Información es un Sistema de Información que se quiere diseñar como un producto utilizable, otorgado al Departamento de Ciencia de la Información Bibliotecología de la Pontificia Universidad Javeriana. Su diseño se propone para dar apoyo a los estudiantes de la carrera, ampliando el canal de comunicación, interacción y conocimiento sobre la diversidad de términos que allí se manejan. De esta manera, se busca vincular y fortalecer tanto la terminología como los autores representativos de esta área del conocimiento, permitiendo el fácil acceso y recuperación de la información.

Briceño, A, y Caicedo, S. (2014). Diseño sistema de información de un glosario en ciencia de la información (tesis de pregrado). Recuperado de <https://www.repository.javeriana.edu.co>

Sistema de información destinado a mejorar el sistema de asignación de citas para medicina general, odontología y sicología y elaboración de una agenda de servicios enfocado a una entidad prestadora de salud.

Cantillo, E, y Rueda, M. (2007). Diseño e implementación de un sistema de información para la asignación de citas de consulta externa en las áreas de medicina externa, odontología y psicología (tesis de pregrado). Recuperado de <https://www.konradlorenz.edu.co>

Trabajo de grado que busca desarrollar un sistema de información para el área de Trade Marketing de Alpina Productos Alimenticios, ya que gracias al diagnóstico que se realizó se evidenció que existen algunas falencias en la comunicación entre las partes que llevan a cabo el proceso de la Red de Frío de Alpina, lo cual está impidiendo un aumento en las ventas del canal TAT, subsector droguerías.

Cagua, V. (2016). Desarrollo de un sistema de información para aumentar las ventas en el canal TAT, subsector droguerías (tesis de pregrado). Recuperado de <https://www.repository.javeriana.edu.co>

Moreno, M., y Duque, A. (2007). Sistema de información System Miller para la gestión de los procesos de la empresa Plásticos Procesados Moreno PPM (tesis de pregrado). Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. Este trabajo se centra en desarrollar el sistema de información para las áreas de compra, producción y ventas. Este trabajo es del programa de Ingeniería de Sistemas.

Franco, J. y Castellanos, N. (2009). Modelo de mantenimiento empresa de reciclado plástico rec-plast (tesis de pregrado). Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. Este trabajo sugiere como se debe hacer el modelo de mantenimiento para la empresa. Propone hacer el modelo de mantenimiento preventivo aplicando la teoría de la 5`s. Desarrollado en el programa de Ingeniería Mecánica.

Mora, L. y Moreno, A. (2003). Desarrollo de un software de control de mantenimiento industrial aplicando un plan de aseguramiento de calidad del software (tesis de pregrado). Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. Se centra en la planeación, ejecución y verificación del proceso de mantenimiento industrial dirigido a los tornos y fresadoras de la empresa Metálicas Guerrero Ltda. El proyecto se enfoca en la creación de software. Proyecto del programa de Ingeniería de Sistemas.

7. Metodología

Para la realización de esta propuesta se recurrió a las técnicas de desarrollo de software. Básicamente, este programa se diseñó con base en la combinación del modelo cascada y prototipo relámpago. El primero de estos, es considerado como el enfoque clásico para el ciclo de vida del desarrollo de sistemas; se puede decir que es un método puro que implica un desarrollo rígido. Ésta es una secuencia de actividades (o etapas) que consisten en el análisis de requerimientos, el diseño, la implementación, la integración y las pruebas (Braude, 2016, pág. 1). El segundo permite que todo el sistema, o algunas de sus partes, se construyan rápidamente para comprender con facilidad. La fusión de estas dos técnicas nos lleva a ajustar el proceso a medida que el proyecto va avanzando, lo cual nos lleva a detectar y corregir errores durante el proceso de elaboración.

7.1 Modelo de la información

Los siguientes modelos son basados en la arquitectura que debe poseer el sistema de información establecido para Industrias Plásticas Bohórquez, el cual debe tener en cuenta las necesidades de la planta de producción como, también, los procesos de apoyo y los requerimientos de las directivas.

7.1.1 Casos de uso

En el siguiente diagrama se presenta la descripción de los pasos o las actividades que deberán llevarse a cabo en el momento de recolectar y visualizar la información en la elaboración de empaques flexibles. Los personajes o entidades que participarán en un caso de uso se denominan actores, que en este caso son el jefe de planta y el jefe de mantenimiento.

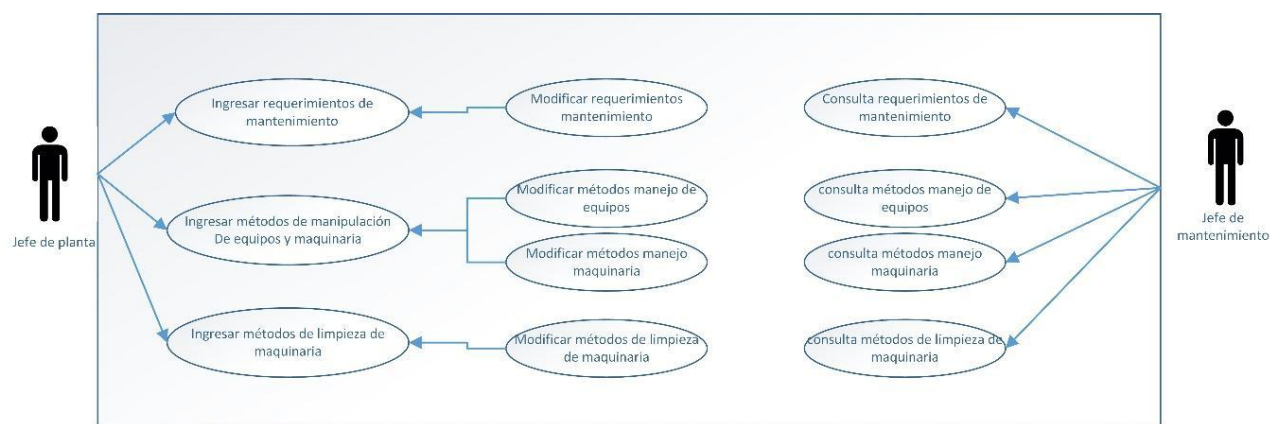


Ilustración 13 Diagrama de casos de uso.

En los siguientes cuadros se describe la información que contiene cada caso, tanto para el jefe de planta como para el jefe de mantenimiento:

JEFE DE PLANTA

INGRESAR REQUERIMIENTO MANTENIMIENTO

Descripción: registra los requerimientos para el área de mantenimiento de cada equipo o máquina en la planta.

Entrada: máquina o equipo, fecha, hora, descripción.

Salida: registrar en BD, imprimir en pantalla.

JEFE DE MANTENIMIENTO

CONSULTAR REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

Descripción: consultar los requerimientos de mantenimiento para cada maquinaria.

Entrada: requerimiento.

Salida: imprimir en pantalla.

CONSULTAR PROTOCOLOS

Descripción: consultar los procedimientos y manuales para cada equipo.

Entrada: requerimiento, protocolos de mantenimiento.

Salida: imprimir en pantalla.

CONSULTAR INFORMES

Descripción: consultar los informes de averías enviados desde la planta.

Entrada: requerimiento.

Salida: Imprimir en pantalla.

7.1.2 Diagrama Entidad Relación

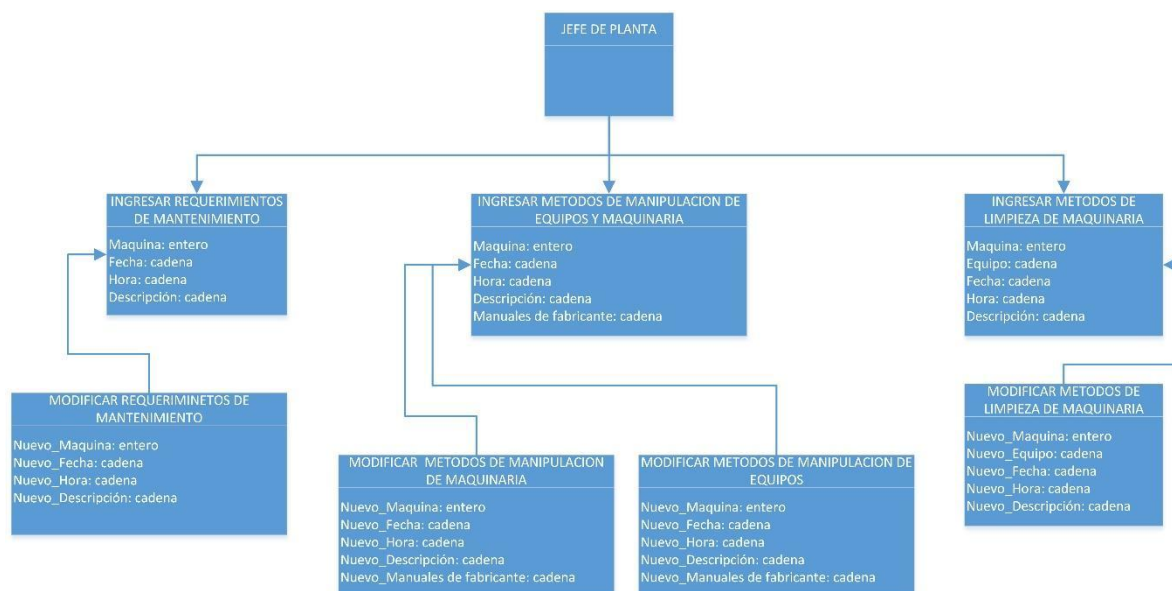


Ilustración 14 Diagrama entidad-relación.

En el diagrama anterior, se visualiza las relaciones entre objetos que involucran el sistema. El diagrama de entidad relación se basa en registro de requerimientos, métodos de limpieza, métodos de manipulación de equipos y maquinaria.

7.1.3. Diseño interfaces gráficas del programa

Las interfaces gráficas para el programa objeto de esta propuesta se diseñaron con ayuda del software Matlab. Las ventanas de cada uno de los formularios y sus campos se describen a continuación. El diseño de dichas ventanas tuvo como referencia los requerimientos del personal de la empresa, contenidos en algunos formatos que se diligenciaban manualmente; asimismo, los conocimientos adquiridos a través del trabajo en el área de mantenimiento de la planta, los manuales de los fabricantes de las máquinas, las normas GTC 62 y GTC 450 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.

7.1.3.1 Ventana informe de avería

The screenshot shows a software window titled "REQUERIMIENTO_MANTENIMIENTO" with a sub-header "INFORME DE AVERIA". Below the header is the logo for "INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S." with NIT. 830.097.536-3. The form contains the following fields and controls:

- SOLICITADO POR:** A text input field.
- CARGO:** A dropdown menu with the placeholder "SELECCIONE OPCION".
- NUMERO MAQUINA:** A dropdown menu with the placeholder "SELECCIONE OPCION".
- UBICACION DE LA AVERIA:** A dropdown menu with the placeholder "SELECCIONE OPCION".
- AFECTACION:** A dropdown menu with the placeholder "SELECCIONE OPCION".
- AFECTACION EN LA MAQUINA:** A dropdown menu with the placeholder "SELECCIONE OPCION".
- OBSERVACIONES:** A large text area for notes.
- Buttons:** "ENVIAR INFORME" and "MODIFICAR INFORME" at the bottom.

Ilustración 15 Ventana informe de avería.

La ventana informe de avería es la ventana principal del jefe de planta desde la cual, él, o a quien o quienes el jefe designe, puede informar el estado de avería de un equipo o máquina;

también, es posible modificar un informe enviado. Los campos de esta ventana de informe son:

Solicitado por: en este campo se debe digitar el nombre de quien realiza el informe; dada la rotación de personal y que se está implementando este sistema, no se realiza el listado de personal para ser desplegado.

Cargo: despliega la selección de cargos de la empresa para que quien realiza la solicitud pueda seleccionar el cargo que ocupa en la empresa. Inicialmente se tiene: operario y jefe de planta, quienes por el momento son los encargados de hacer los informes de averías en máquinas.

Ilustración 16 Ventana informe de avería, cargo.

Numero máquina: muestra un listado de las máquinas para seleccionar la máquina específica sobre la que se desea enviar el informe.

Ilustración 17 Ventana informe de avería, número máquina.

Ubicación de la avería: despliega un listado de las ubicaciones donde puede estar la avería. Este listado se realizó tomando como referencia el conocimiento propio de las máquinas, así como los manuales de uso y de servicio de las mismas; asimismo, los planos entregados por el fabricante. Con esta información se realizó un diagrama de bloques de cada máquina y se les dio a cada uno sus respectivos nombres para que, usando un lenguaje común, el operario o quien realiza el informe pueda ayudar al técnico a identificar el lugar específico donde se presenta la avería. Estas ubicaciones pueden ser: motor principal, camisa o tornillo, cambia mallas, molde o corona, entre otros.

Ilustración 18 Ventana informe de avería, ubicación avería.

Afectación: muestra un listado de la afectación que genera la avería. Una máquina presenta diferentes fallos por diversas razones, pero cada fallo puede afectar la integridad de la misma, ya sea por un mal ajuste de una pieza que pueda caer sobre algunos engranajes rompiéndolos; o también, un fallo puede afectar al medio ambiente cuando hay derrame de algún fluido de la máquina; así como es posible que los fallos afecten la materia prima, o el entorno inmediato cuando se producen ruidos o humo. Se realizó un listado de afectaciones que puede sufrir tanto la máquina como el material en proceso, el medio ambiente, el bienestar de los operarios, entre otros. Este listado se despliega para que quien realice el informe de la avería pueda indicar el tipo de afectación que genera dicha avería.

Ilustración 19 Ventana informe de avería, afectación.

afectación en máquina: muestra un listado de la relación de la avería con la máquina, ya que existen algunas averías que afectan directamente a la máquina produciendo un paro total en ella o una disminución de su producción; igualmente, puede ser solo un aviso para evitar un fallo mayor.

Ilustración 20 Ventana informe de avería, afectación en máquina.

- **observaciones:** en este campo se ingresa, con las palabras de quien hace el reporte, una descripción de la avería, la cual le sirve al técnico de mantenimiento como un referente para su evaluación y ubicar la posible fuente de la avería.

7.1.3.2 Ventana modificar informe de avería

En la ventana modificar informe de avería se puede editar toda la información relacionada a los informes enviados al área de mantenimiento. La ventana tiene una tabla donde muestra los informes enviados que están pendientes. Todo informe tiene un código consecutivo; es decir, el número de fila dentro de la base de datos. Con la relación de este código, se pueden modificar los informes que ya fueron enviados.

En esta ventana, primero se busca el código a modificar y luego que se realicen las correcciones en la tabla del espacio de editar informe, se presiona el botón editar informe y el sistema actualizará la base de datos con la información modificada.

MODIFICAR INFORME DE AVERIA

IPB INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S.
NIT. 830.097.536-3

INFORMES ENVIADOS

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE DE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AI
1	No Data							

EDITAR INFORME

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE DE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AI
1	?							

CODIGO

BUSCAR CODIGO

MODIFICAR INFORME

Ilustración 21 Ventana modificar informe de avería.

7.1.3.3 Ventana técnicas y acciones de mantenimiento

La ventana de técnicas y acciones de mantenimiento es la ventana principal del programa para el jefe de mantenimiento; ésta contiene el logotipo de la empresa y varios botones, los cuales muestran procedimientos anteriormente guardados por el jefe de mantenimiento, además de hacer la consulta a los informes pendientes realizados por el jefe de planta. Un botón de diagnóstico de mantenimiento abre la ventana de diagnósticos de mantenimiento, en el cual, después de recibir el informe de una avería, se debe hacer por parte del departamento de mantenimiento un diagnóstico sobre la avería en mención. Dado que el programa se está implementando y no se poseen referentes por el tipo de maquinaria, los protocolos internos se debieron crear desde cero, teniendo como base la experiencia en el departamento de mantenimiento, los planos y manuales de cada máquina. De la información contenida en la documentación y manuales de cada máquina se tomaron los procedimientos o recomendaciones del fabricante; además, en la documentación de las máquinas se hace referencia a algunos proveedores, ya sea de partes eléctricas, electrónicas o mecánicas. De las páginas web de algunos de estos proveedores, se pudo descargar algunas recomendaciones de

mantenimiento para cada equipo. Con esta información fue posible crear los protocolos genéricos incluidos aquí.

7.2 Protocolos de mantenimiento

Los protocolos de mantenimiento son los procedimientos o el listado de acciones que se deben realizar durante la intervención de una máquina por parte del personal de mantenimiento. Con esto se pretende guiar al técnico para que realice su labor de una forma ordenada y coherente para lograr su objetivo. Se incluyen varios tipos de protocolos: el primero son los protocolos internos, creados a partir del conocimiento previo en este tipo de máquinas, los planos y demás documentación proporcionada por los fabricantes de cada equipo. Estos protocolos son, desde la implementación del sistema, propios de la planta IPB.

Los protocolos se realizaron tomando las recomendaciones del fabricante consignadas en los manuales de servicio y demás documentación enviada junto con la máquina. Los protocolos genéricos son protocolos ya existentes, tales como, por ejemplo, el mantenimiento de motores de corriente alterna. Cada máquina posee elementos de diferentes fabricantes, como Siemens, Yaskawa o Telemecanique. Estos fabricantes poseen manuales de servicio incluidos en la documentación entregada con las máquinas, además de estar disponible en Internet en las páginas de cada fabricante, pero, solamente, para algunos de sus equipos. Con esta información se pueden realizar los procedimientos que van a ser utilizados en el área de mantenimiento.

7.2.1 Protocolos internos

Dadas las necesidades de la empresa, se estructuraron cinco protocolos internos. Los protocolos son una sugerencia de cómo debería solucionarse una falla; éstos enlistan una serie de fallas comunes, las posibles causas y las soluciones de las mismas.

Algunos de estos protocolos internos creados son: fallas en motores AC, falla en el equipo tratador, falla en las zonas de resistencias calefactoras, la inspección diaria de la planta, entre otros.

Se creó, por ejemplo, un protocolo para revisar o reparar una zona de calefacción en cualquier máquina. En este procedimiento se guía al técnico para que pueda determinar el tipo de fallo existente en la zona de calefacción, después de una serie de acciones, como son: lectura de instrumentos o tomas de medidas; además, se le informa al técnico el tipo de riesgo en esta labor y los cuidados y elementos de protección personal que debe utilizar por su seguridad. También, se creó el protocolo para revisar y solucionar algún inconveniente con los tratadores tipo corona, que se utilizan en las extrusoras para aumentar la tensión superficial de las películas plásticas y poder imprimir sobre ellas. Los protocolos internos creados son para los equipos o partes de las máquinas que presentan, ya sea un riesgo mayor en la máquina o en el proceso, o mayor complejidad. Por ejemplo, una zona de calefacción presenta un gran riesgo en la máquina pues al no funcionar correctamente, puede, en algún momento, bajar la temperatura de una zona pudiendo partir el tornillo extrusor, que es una pieza vital de la máquina; y su reemplazo genera un elevado costo y la detención total de la máquina por un largo tiempo. También, si la zona de calefacción se recalienta, puede generar un accidente al operario pues el material, a alta temperatura, al salir de la máquina puede saltar y quemarlo. Otra situación a tener en cuenta es que, si el material no mantiene la temperatura adecuada, el resultado final presentará imperfecciones tanto ópticas como mecánicas que minimizan la calidad del producto terminado. En el caso del grupo tratador, se realiza el protocolo, no solo por los riesgos al material en proceso y al operario, ya que estos grupos tratadores pueden generar descargas eléctricas superiores a 10.000 voltios en el rango de 10 a 20 amperios, sino porque su reparación lleva algún nivel de complejidad y no hay manuales que expliquen este procedimiento.

7.2.2 Manuales del fabricante

Además de los protocolos internos, se anexan los protocolos de los fabricantes de la maquinaria y de sus diferentes partes. Estos protocolos se encuentran dentro del módulo de mantenimiento como documentos tipo pdf. Luego de seleccionar el botón correspondiente en la pantalla técnicas y acciones de mantenimiento, estos documentos pueden ser leídos o ser impresos, al igual que los protocolos internos y genéricos, para que el técnico los pueda tener a mano, facilitando su tarea.

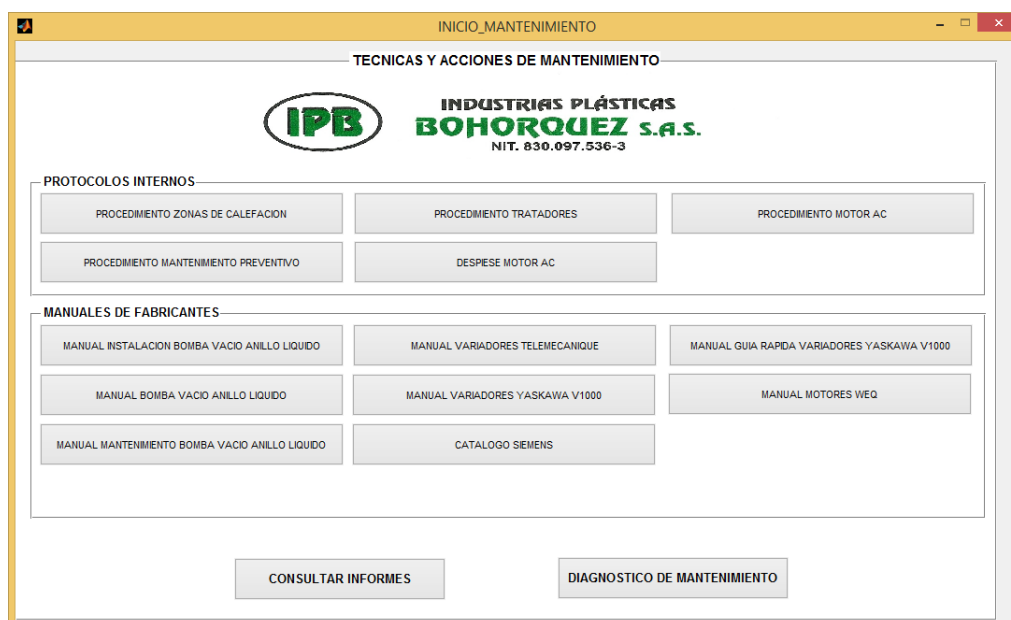


Ilustración 22 Ventana técnicas y acciones de mantenimiento.

7.2.2.1 Ventana consultar informes pendientes

La ventana de consulta de informes pendientes muestra los informes pendientes de diagnóstico y permite exportarlos e imprimirlos para que los técnicos puedan hacer las revisiones y diagnósticos con base en ellos; además, se puede realizar reportes escritos de las labores realizadas por el departamento de mantenimiento.

REQUERIMIENTOS_PENDIENTES_MANTENIMIENTO

INFORMES DE AVERIAS

IPB INDUSTRIAS PLÁSTICAS
BOHORQUEZ S.A.S.
NIT. 830.097.536-3

ID	EQUIPO	FECHA	HORA	SOLICITADO POR	UBICACION AVERIA	AFECTACION	OBSERVACIONES	ESTADO DE LA AVERIA
1	No Data							

IMPRIMIR INFORMES PENDIENTES

Ilustración 23 Ventana consultar informes pendientes.

7.2.2.2 Ventana diagnóstico de una avería

La ventana de diagnóstico de una avería contiene los campos que generan el reporte de cada diagnóstico realizado por el técnico de mantenimiento. Este es diligenciado por el técnico de mantenimiento y, de ser necesario, puede ser modificado. Las descripciones de los campos del formulario son:

MANTENIMIENTO

DIAGNOSTICO DE UNA AVERIA

IPB INDUSTRIAS PLÁSTICAS
BOHORQUEZ S.A.S.
NIT. 830.097.536-3

CODIGO: DIAGNOSTICADO POR:

TIPO DE DIAGNOSTICO: SELECCIONE OPCION

ESPECIALIDAD TECNICO: SELECCIONE OPCION

PELIGROSIDAD: SELECCIONE OPCION

ACCIÓN DE MANTENIMIENTO: SELECCIONE OPCION

TIPO DE FALLA: SELECCIONE OPCION

NUMERO EQUIPO: SELECCIONE OPCION

ESTADO: SELECCIONE OPCION

ACCIONES REALIZADAS:

REQUEIMIENTOS:

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1		
2		
3		
4		

COMPROBACION DE FUNCIONAMIENTO:

ENVIAR MODIFICAR DIAGNOSTICO

Ilustración 24 Ventana diagnóstico de una avería.

Código: corresponde al código consecutivo de la avería que fue diagnosticada.

Diagnosticado por: en este campo se ingresa el nombre del técnico quien realiza el diagnóstico.

Tipo de diagnóstico: muestra un listado de los tipos de diagnósticos que un técnico de mantenimiento puede utilizar cuando hace su primera inspección al equipo o máquina averiada. Este diagnóstico puede ser sensorial, que es cuando utilizando sus sentidos y experiencia determina una avería, como por ejemplo un eje roto que es posible visualizar, un rodamiento defectuoso detectado por el ruido que produce, un motor quemado determinado por su olor y apariencia. También, es posible un diagnóstico utilizando instrumentos de medidas como pinzas amperimétricas o multímetros. Igualmente, se puede determinar una avería gracias a la lectura que se hace de los instrumentos instalados en la máquina, como manómetros de presión, termómetros, pirómetros, por mencionar algunos.

The screenshot shows a web application window titled "MANTENIMIENTO" with a sub-header "DIAGNOSTICO DE UNA AVERIA". The logo for "IPB INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S." is displayed, along with the NIT number "830.097.536-3".

The main form includes the following fields and controls:

- DIAGNOSTICADO POR:** A text input field for the technician's name.
- TIPO DE DIAGNOSTICO:** A dropdown menu with options: "SELECCIONE OPCION", "VISUAL", "SENSORIAL", "TOMA DE DATOS", "LECTURA INSTRUMENTOS", and "RELACION CAUSA EFECTO". The "VISUAL" option is currently selected.
- ESPECIALIDAD TECNICO:** A dropdown menu labeled "SELECCIONE OPCION".
- NUMERO EQUIPO:** A dropdown menu labeled "SELECCIONE OPCION".
- PELIGROSIDAD:** A dropdown menu labeled "SELECCIONE OPCION".
- ESTADO:** A dropdown menu labeled "SELECCIONE OPCION".
- ACCIÓN DE MANTENIMIENTO:** A dropdown menu labeled "SELECCIONE OPCION".
- ONES REALIZADAS:** A large text area for recording completed actions.
- COMPROBACION DE FUNCIONAMIENTO:** A text input field for checking the equipment's operation.
- REQUERIMIENTOS:** A table with columns "CANTIDAD", "UNIDAD", and "DESCRIPCION". It contains four rows of input fields for recording required parts or services.
- Buttons:** "ENVIAR" (Send) and "MODIFICAR DIAGNOSTICO" (Modify Diagnosis).

Ilustración 25 Ventana diagnóstico de una avería, tipo de diagnóstico.

Especialidad del técnico: muestra un listado de las posibles especialidades del técnico que realiza el diagnóstico.

The screenshot shows the 'DIAGNOSTICO DE UNA AVERIA' window. At the top, it features the IPB logo and the company name 'INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S.' with the phone number 'TEL. 830.097.536-3'. Below this, there are several dropdown menus for selecting technical details: 'TIPO DE AVERIA', 'ESPECIALIDAD TÉCNICA' (highlighted), 'NÚMERO EQUIPO', 'FECHA DE OCU', 'ESTADO', and 'ACCIÓN DE MANTENIMIENTO'. A table with columns 'OBSERVACIONES' and 'FECHA' is visible on the right. At the bottom, there are buttons for 'COMPROBAR EL REGISTRO' and 'ENTRAR'.

Ilustración 26 Ventana diagnóstico de una avería, especialidad técnico.

Numero de equipo: muestra un listado de los equipos, con el fin de seleccionar el equipo sobre el que se realiza el diagnostico, ya que se cuenta con varias máquinas y equipos del mismo tipo y nombre como, por ejemplo, las extrusoras. Para determinar en cuál de ellas se hará la intervención, cada una tiene asignado un numero, por ejemplo: extruder 1, extruder 2 extruder 3 hasta extruder N

This screenshot shows the same 'DIAGNOSTICO DE UNA AVERIA' window, but with the 'NÚMERO EQUIPO' dropdown menu expanded. It displays a list of equipment numbers: 'EXTRUDER 1', 'EXTRUDER 2', 'EXTRUDER 3', 'EXTRUDER 4', 'EXTRUDER 5', 'EXTRUDER 6', 'EXTRUDER 7', 'EXTRUDER 8', 'EXTRUDER 9', 'EXTRUDER 10', 'EXTRUDER 11', 'EXTRUDER 12', and 'EXTRUDER 13'. The 'COMPROBAR EL REGISTRO' button is visible at the bottom left, and the 'ENTRAR' button is at the bottom right.

Ilustración 27 Ventana diagnóstico de una avería, número equipo.

Peligrosidad: muestra un listado con los niveles de peligrosidad, puesto que existe algún riesgo en la ejecución de los trabajos de mantenimiento, tales como: trabajar a altura superior a 1.50m, levantar cargas superiores a 25Kg ó 50Kg, trabajar en espacios confinados, riesgo de electrocución. Se hace un listado para seleccionar el riesgo con el fin de guiar al técnico de mantenimiento para que tome las medidas de seguridad y utilice los elementos de protección personal adecuados a la situación.

Ilustración 28 Ventana diagnóstico de una avería, peligrosidad.

Estado: muestra un listado de los posibles estados en que se encuentra la máquina, como son: paro por mantenimiento o disponible cuando este en servicio para producción.

Ilustración 29 Ventana diagnóstico de una avería, estado.

Acción de mantenimiento: muestra un listado con las posibles acciones de mantenimiento que puede ejecutar el técnico al realizar su labor de mantenimiento; estas pueden ser:

utilización de uno de los protocolos existentes, análisis de fallos potenciales o resultados pronosticables.

Ilustración 30 Ventana diagnóstico de una avería, acción de mantenimiento.

Acciones realizadas: en el campo de acciones realizadas el técnico describe los pasos que siguió para diagnosticar y, si es el caso, resolver la avería.

Requerimientos: en la tabla de requerimientos se enlistan los elementos, partes de reemplazo o demás insumos utilizados para solucionar la falla.

Comprobación de funcionamiento: en este campo se ingresa el nombre de quien recibe la máquina después de realizar pruebas de funcionamiento, aceptando la entrega de la máquina para ser puesta en servicio, indicando que el trabajo realizado en ella cumple satisfactoriamente el propósito inicial de éste, dando fin al servicio solicitado.

7.3 Base de datos

El motor de base de datos con el que la empresa cuenta es SQL Server Management de Microsoft. Se utiliza este elemento debido a que es un motor de base de datos gratuito y puede ser administrado dentro del servidor de la empresa, de forma local.

Contando con este motor de base de datos y con la premisa de mantener la información que se almacenará dentro de la base de datos, de forma segura y confidencial, se decidió utilizar este software, creando las tablas e interfaces graficas con la ayuda de Matlab; la empresa cuenta con un ingeniero encargado del área de sistemas que hizo las veces de asesor para el proyecto.

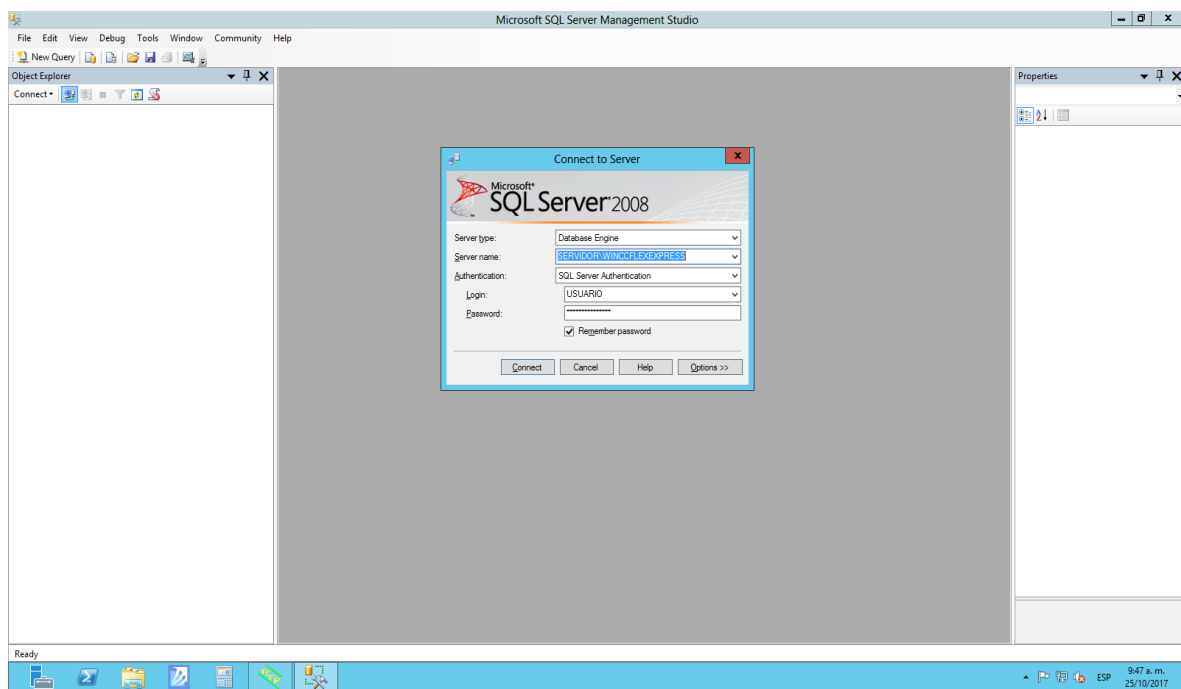


Ilustración 31 Motor de bases de datos SQL Server 2008.

TIPO_DIAGNOSTICO: registro del tipo de diagnostico

ESPECIALIDAD: registro especialidad de quien realiza el diagnostico.

PELIGROSIDAD: registro nivel peligrosidad

ACCION: registro del protocolo usado para el diagnostico

ESTADO: registro del estado en que queda el equipo

TIPO_FALLA: registro tipo de falla sobre el equipo

ACCIONES: registro de la descripción de las acciones realizadas por la persona que diagnostica

COMPROBADO: registro de quien recibe y verifica el estado favorable en la extrusora

REQ1: registro requerimiento repuesto

REQ2: registro requerimiento repuesto

REQ3: registro requerimiento repuesto

COMPLETO: registro de finalizado el manteniendo



Ilustración 33 Tabla mantenimientos.

7.3.1.2 Tabla REQ_MANTENIMIENTOS

En la tabla req_mantenimientos se ingresa el registro del informe solicitado, los campos de esta tabla son:

ID: registro de la llave primaria consecutiva para el registro de cada fila dentro de la base de datos.

FECHA: registra la fecha de registro del informe

HORA: la hora de registro del informe

N_MÁQUINA: registro número de extrusora de 1 a 12

SOLICITADO: registro del nombre de quien hace el informe

CARGO: registro cargo quien hace el informe

UBICACIÓN: registro ubicación de la falla de la extrusora

AFECTACION: registro de la afectación dentro de la planta que genera la falla

MÁQUINA: registro afectación dentro de la máquina

OBSERVACIONES: registro de la descripción de la falla

COMPLETO: registro finalización del mantenimiento

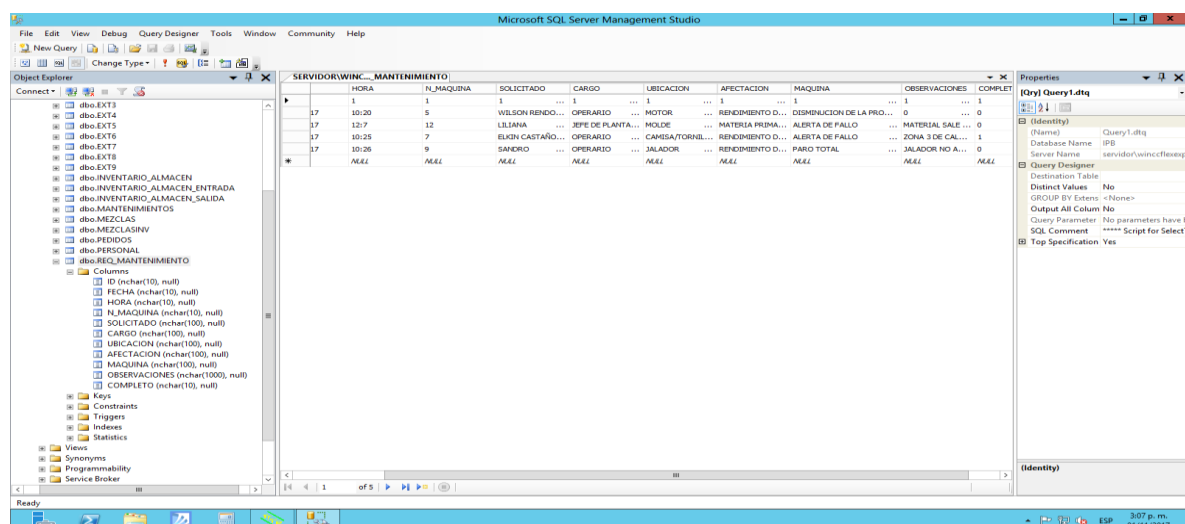



Ilustración 34 Tabla REG_MANTENIMIENTO.

8. Resultados

8.1. Sistema de información para Industrias Plásticas Bohórquez

Industrias plásticas Bohórquez contaba con un sistema de información escrito basado en registros escritos manualmente y reportes; estos se almacenaban durante algún tiempo, pero se pueden deteriorar, haciéndolos inservibles; además, es dispendioso buscar entre ellos alguna información que se necesite.

Se diseñó y desarrollo un sistema de información electrónica que permite una interacción más oportuna entre los actores del proceso mejorando la calidad de los reportes, minimizando el tiempo de la comunicación, optimizando recursos y reduciendo el error en la transcripción de los datos, entre otros beneficios.


INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S

FORMATO SOLICITUD DE MANTENIMIENTO				No: _____	
TIPO DE PARADA		PREVENTIVO	CORRECTIVO	PREDICTIVO	OTRO
INICIO PARADA		FINAL DE PARADA		TOTAL PARADA HRS.	
HORA	FECHA	HORA	FECHA		
INICIO MANTENIMIENTO		FINAL DE MANTENIMIENTO		TOTAL MTTO HRS	TOTALIZADO GRAL
HORA	FECHA	HORA	FECHA		
NOMBRE SOLICITANTE			NOMBRE MTTO		
TRABAJO SOLICITADO:					
TRABAJO REALIZADO DESCRIPCIÓN:					
MATERIALES UTILIZADOS:					
OBSERVACIONES GENERALES:					

FIRMA ENTREGA

FIRMA QUIEN RECIBE

FIRMA VS GERENCIA PLANTA

Ilustración 35 Formato empleado en el sistema de información escrito.

El almacenamiento de los informes y diagnósticos dentro de la base de datos, permite acceder al historial de cada maquinaria y encontrar afectaciones comunes sobre los equipos; esto con el fin de poder corregir dichas situaciones, evitando que se vuelvan a presentar.

8.2 Visualización sistema de información electrónico

8.2.1 Jefe de planta

El jefe de planta visualiza la ventana de informes y la diligencia, tal y como se muestra en la siguiente ilustración. Esto, con el fin de generar un informe de avería, el cual puede ser modificado en caso que ser requerido, como se señala en las siguientes ilustraciones.

The screenshot shows a web application window titled "REQUERIMIENTO_MANTENIMIENTO". Inside, there is a form titled "INFORME DE AVERIA" for the company "INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S." with NIT. 830.097.536-3. The form contains the following fields and values:

- SOLICITADO POR:** ELKIN CASTAÑO C
- CARGO:** JEFE DE PLANTA
- NUMERO MAQUINA:** EXTRUDER 4
- UBICACION DE LA AVERIA:** MOTOR
- AFECTACION:** RENDIMIENTO DE LA MAQUINA
- AFECTACION EN LA MAQUINA:** PARO TOTAL
- OBSERVACIONES:** EL VARIADOR DE VELOCIDAD INDICA FALLO, EL MOTOR NO INICIA

At the bottom of the form are two buttons: "ENVIAR INFORME" and "MODIFICAR INFORME".

Ilustración 36 Formato informe diligenciado.

MODIFICAR_INFORME

MODIFICAR INFORME DE AVERIA


**INDUSTRIAS PLÁSTICAS
BOHORQUEZ S.A.S.**
NIT. 830.097.536-3

INFORMES ENVIADOS

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE DE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AF
1	2	25/10/2017	10:20	5	WILSON RENDON	OPERARIO	MOTOR	RE
2	5	25/10/2017	12:7	12	LILIANA	JEFE DE PLA...	MOLDE	MA
3	6	2/11/2017	14:15	4	ELKIN CASTAÑO C	JEFE DE PLA...	MOTOR	RE
4	4	25/10/2017	10:26	9	SANDRO	OPERARIO	JALADOR	RE

< >

EDITAR INFORME

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AFEC
1	6	2/11/2017	14:15	6	ELKIN CASTAÑO C	JEFE DE PLA...	MOTOR	RENDI

< >

CODIGO

Ilustración 37 Modificar informe 6 cambio de máquina por N 6.

MODIFICAR_INFORME

MODIFICAR INFORME DE AVERIA


**INDUSTRIAS PLÁSTICAS
BOHORQUEZ S.A.S.**
NIT. 830.097.536-3

INFORMES ENVIADOS

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE DE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AF
1	2	25/10/2017	10:20	5	WILSON RENDON	OPERARIO	MOTOR	RE
2	5	25/10/2017	12:7	12	LILIANA	JEFE DE PLA...	MOLDE	MA
3	6	2/11/2017	14:15	6	ELKIN CASTAÑO C	JEFE DE PLA...	MOTOR	RE
4	4	25/10/2017	10:26	9	SANDRO	OPERARIO	JALADOR	RE

< >

EDITAR INFORME

	CODIGO	FECHA	HORA	MAQUINA N°	NOMBRE QUIEN SOLICITA EL INFORME	CARGO	UBICACION AVERIA	AF
1								

< >

CODIGO

Ilustración 38 Informe modificado.

8.2.2 Jefe de mantenimiento

El jefe de mantenimiento puede visualizar las ventanas de los protocolos internos y de los fabricantes, el formato de diagnóstico para las averías y modificar dichos diagnósticos si es el caso, como se indica en las ilustraciones 40, 41 y 42.



Ilustración 39 Ventana principal jefe de mantenimiento.

PROTOCOLO INTERNO FALLA MOTORES.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Inicio Herramientas PROTOCOLO INTE... x Iniciar sesión

1 / 3 106%

 INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S. NIT. 830.097.536-3	protocolo interno
	mantenimiento correctivo
	motores electricos

OBJETIVO GENERAL

restablecer los parametros de operación normal de los motores electricos al detectar una falla después de un funcionamiento normal del equipo

RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS


	situacion	Riesgo	medidas preventivas
1	maquinaria en movimiento	Atrapamiento	mantener una distancia prudente, no tocar, no usar jollas o elementos personales
2	equipos energizados	Electrocucion	verificar aislamiento, no intervenir equipos energizados, usar epp
3	riesgo químico	Contaminacion	usar epp, no fumar

FALLA	CAUSA PROBABLE	VERIFICAR
	falla de ventilación	ventilador o moto-ventilador
	motor frenado	rodamientos acoples y parte mecánica

Ilustración 40 Apertura protocolo interno en ventana emergente.

MANTENIMIENTO

DIAGNOSTICO DE UNA AVERIA

 **INDUSTRIAS PLÁSTICAS BOHORQUEZ S.A.S.**
NIT. 830.097.536-3

CODIGO: 6 DIAGNOSTICADO POR: WILSON RENDON

TIPO DE DIAGNOSTICO: TOMA DE DATOS
 ESPECIALIDAD TECNICO: ELECTRICO
 PELIGROSIDAD: ALTA TENSION
 ACCIÓN DE MANTENIMIENTO: INSTRUCCIONES DEL FABRICA...

TIPO DE FALLA: ERROR DE OPERACION
 NUMERO EQUIPO: EXTRUDER 6
 ESTADO: PARO POR MANTENIMIENTO

ACCIONES REALIZADAS

SE REvisa EL VARIADOR Y MOTOR DE LA EXTRUSORA, EL MOTOR FALLO

REQUEIMIENTOS

	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION
1	1	MOTOR AC	MOTOR DE 15 HP
2			
3			
4			

COMPROBACION DE FUNCIONAMIENTO

ENVIAR MODIFICAR DIAGNOSTICO

Ilustración 41 Diagnóstico del informe 6.

	ID	EQUIPO	FECHA	HORA	SOLICITADO POR	UBICACION AVERIA	AFECTACION	OBSERVACIONES	ESTADO DE LA AVERIA	
1	2	25/10/2017	10:20	5	WILSON RENDON	OPERARIO	MOTOR	RENDIMIENTO DE...	DISMINUCION DE LA P...	0
2	5	25/10/2017	12:7	12	LILIANA	JEFE DE PLANTA	MOLDE	MATERIA PRIMA	ALERTA DE FALLO	0
3	6	2/11/2017	14:15	6	ELKIN CASTAÑO C	JEFE DE PLANTA	MOTOR	RENDIMIENTO DE...	PARO TOTAL	0
4	4	25/10/2017	10:26	9	SANDRO	OPERARIO	JALADOR	RENDIMIENTO DE...	PARO TOTAL	JAL

Ilustración 42 Informes pendientes por diagnóstico.

8.3 Cartografía del proceso

Al no conocer la hoja de ruta en cualquier tipo de proceso, se pueden cometer errores al realizar operaciones antes de tiempo que no correspondan a la secuencia lógica del proceso, entorpeciendo el desarrollo de otras operaciones más adelante.

Se realizó la cartografía del proceso, la cual será comunicada más adelante a todos los actores que intervienen en el proceso, para poder tener la certeza que todos conozcan las etapas del proceso y conozcan su papel dentro de éste.

8.4 Mapa del proceso

En el desarrollo de las actividades diarias, los operarios, en la planta de producción, realizan una a una las actividades propias de su labor; esta situación no garantiza que ellos conozcan la totalidad del proceso, lo cual puede influir en el resultado final del proceso.

Se levantó el mapa del proceso que será publicado en la planta con el fin que pueda ser visualizado por todas las personas inmersas en el proceso y, así, cada una de ellas pueda saber cuál es su participación y contribución en éste.

9. Análisis y discusión de resultados

9.1 Sistemas de comunicación para Industrias Plásticas Bohórquez

Teniendo en cuenta los conceptos de sistemas de comunicaciones, se puede afirmar que en la empresa industrias plásticas Bohórquez, existía con antelación al desarrollo de este proyecto un sistema de comunicación escrito, en el cual se anotaba y llevaba un registro de las actividades realizadas o por realizar, con algunas falencias como:

- El código fuente en ocasiones no era muy legible, lo que generaba retrasos o errores al no contar con una temporalidad entre el emisor y receptor.
- Al no contar con retroalimentación de la información se generaban retrasos y tiempos muertos de producción.
- Se contaba con mucho material impreso que al cabo de un tiempo resultaba obsoleto.
- La información contenida en los documentos escritos podía omitir algunos datos que eran visualizados al final o durante el proceso, generando retrasos o desperdicio cuando, por falta de información, no se cumplía con los requerimientos del cliente
- No todas las personas podían entender la totalidad de los documentos o registros escritos.

Teniendo presente el objetivo de la propuesta y el análisis de la planta de producción de Industrias Plásticas Bohórquez, se diseñó y desarrolló un sistema de información electrónico, el cual, aparte de ayudar a subsanar los errores expuestos anteriormente con respecto al sistema escrito, encadenó otras áreas no contempladas con el sistema anterior. Una de estas áreas es la de mantenimiento; para la cual se generaron registros, reportes y procedimientos que no existían ni en la planta ni en la empresa.

9.2 Cartografía del proceso de Industria Plásticas Bohórquez

Con la ayuda de algunos directivos y auxiliares, se realizó la cartografía del proceso que se lleva a cabo en la empresa Industrias Plásticas Bohórquez S.A.S. Al hacer esta operación, se evidencia que hacen falta otros procesos de apoyo, como es el proceso de control de calidad y el de vigilancia. Al mismo tiempo, se realizó el mapa del proceso fundamental.

10. Conclusiones y recomendaciones

Después de realizar el análisis anterior y haciendo una evaluación del progreso de la propuesta, se puede concluir que:

- Se logró obtener el módulo para manejar la información del área de mantenimiento en la empresa Industrias Plásticas Bohórquez.
- El módulo diseñado se pudo instalar, sin grandes inconvenientes, sobre la red de datos que existe en la empresa.
- La escogencia del software para desarrollar la propuesta fue la adecuada, permitiendo llevarla a buen término.
- La interfaz gráfica del aplicativo es amigable con el usuario, facilitando su uso.
- Se debe contar con un plazo más largo para que toda la información del área de mantenimiento se maneje a través del sistema desarrollado.
- Se debe realizar una mayor capacitación con el personal de la planta para que conozcan y manejen el sistema.
- La implementación y el desarrollo de este tipo de soluciones, es mejor, realizarla por etapas.
- Se necesita un plazo mayor de tiempo para evaluar satisfactoriamente el resultado de la propuesta, estando ya implementada en la planta.

Las áreas de desarrollo de software y de mantenimiento son áreas en las cuales existe, aún, mucho campo de trabajo y de posibilidades para detectar y solucionar inconvenientes; tanto en el espacio académico como en la industria. Por esto, se invita a las personas que deseen realizar algún tipo de trabajo en estas áreas, a que lo desarrollen. Se les recomienda que, si trabajan con la industria, primero, concreten con las directivas respectivas de la empresa el acceso y manejo de la información relevante a su proceso. Luego de esto, conocer y comprender perfectamente todo el proceso que lleva a cabo la industria o la empresa con la

cual se logró el vínculo. Hecho esto, se pueden detectar inconvenientes dentro del proceso, o situaciones que puedan ser objeto de mejora.

A la industria se le sugiere prestar más atención a las labores de mantenimiento y darles una mayor importancia dentro de todo el proceso, y no limitarlas solamente a acciones netamente correctivas.

11. Conexión entre la base de datos y Matlab

En el siguiente texto se intenta dar una descripción básica del proceso empleado para obtener el sistema de información objeto de esta propuesta. Al crear el sistema de información se decidió emplear Matlab para generar la Interfaz grafica. Para realizar dicha operación, se debe hacer una conexión ODBC (Open Database Connectivity), que es un estándar de acceso a las bases de datos que hace posible interactuar con cualquier dato desde cualquier aplicación, sin tener presente el sistema de gestión de bases de datos que se esté empleando; así, Matlab puede interactuar con una base de datos específica sin ningún inconveniente. Para lograr esta situación, se debe: conectar SQL Server con el controlador ODBC seleccionado y, luego, conectarse a la base de datos de SQL. Después de esto, se importan los datos de la base de datos a Matlab. Se realiza un análisis de datos simple. Luego, se cierra la conexión de la base de datos. El código entiende que se está conectando a una base de datos SQL con el correspondiente controlador SQL. Se debe crear una conexión de base de datos a una base de datos SQL. Se realiza una conexión de base de datos ODBC a una fuente de datos que debe llevar un nombre de usuario y contraseña, similar a lo que se presenta a continuación:

```
conn = database (datasource, username, password)
```

```
conn = database ( '190.127.10.24' , 'yo' , 'wilt' );
```

```
conn = database (datasource, username, password, driver, url)
```

Es necesario crear una conexión de base de datos JDBC (Java Database Connectivity), que es la conectividad de base de datos dirigida a Java, que es especificada por el nombre del controlador JDBC y la URL de conexión de la base de datos.

Se debe tener presente que se van a emplear cadenas de caracteres. Los textos en matrices de caracteres y matrices de cadenas proporcionan almacenamiento para datos de texto en Matlab. Hay que tener presente que una matriz de caracteres es una secuencia de

caracteres, al igual que una matriz numérica es una secuencia de números. El uso común de una matriz de caracteres es guardar fragmentos cortos de texto como vectores de caracteres.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de cómo se realiza la programación para manejar bases de datos teniendo presente el ODBC:

```
- varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in reg_users.
function reg_users_Callback(hObject, eventdata, handles)
- global nombre2 cuenta2 contrasena2 conn tipo2 fallas;
- conn = database('127.0.0.1','','root');
- nombre2=get(handles.nombre,'String');
- cuenta2=get(handles.cuenta,'String');
- contrasena2=get(handles.contrasena,'String');
- tipo2='0';
- flag2=0;
- evento='Ingreso Usuario';
- fecha=datestr(now);
- exdata2={fecha,evento};
- colnames2={'fecha_hora','evento'};
- insert(conn,'eventos',colnames2,exdata2);
- query = 'select * from usuarios';
- cursor2 = exec(conn, query);
```

Referencias

- aner . (s.f.). Recuperado el Octubre de 2017, de <http://www.aner.com>
- Anguita, R. (1977). Extrusión de Plásticos. En R. Anguita, *Extrusión de Plásticos*. Madrid: Editorial H Blume.
- Beltran, M., & Mancilla, A. (2012). Tecnología de Polímeros. Procesado y Propiedades. En M. Beltran, & A. Mancilla, *Tecnología de Polímeros. Procesado y Propiedades*. San Vicente: Universidad de Alicante.
- blogspot. (15 de 06 de 2017). *blogspot.com.co*. Obtenido de <http://04fcspr2.blogspot.com.co/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html>
- Braude. (Abril de 2016). Recuperado el 2017, de <http://metodologíaencascada.blogspot.com.co/>
- Ecopetrol. (s.f.). Recuperado el 14 de Septiembre de 2017, de <http://www.ecopetrol.com>
- Esqueda Elizondo, J. (s.f.). *Unicauca*. Recuperado el 29 de Octubre de 2017, de <ftp://ftp.unicauca.edu.co>
- FRLP, S. d.-U. (12 de 9 de 2017). *frlp.utn.edu.ar*. Obtenido de Sistemas de Información - UTN FRLP: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/info2/SI-Sistemas%20de%20Informacion.pdf>
- García, S. (2003). En S. García, *Organización y gestión integral del mantenimiento* (pág. 1). Editorial Díaz de Santos S.A
- García, S. (2016). Guía para la elaboración de planes de mantenimiento. Guía 2. En S. García, *Guía para la elaboración de planes de mantenimiento. Guía 2*. Renovetec Editorial.
- gerencie.com/sistemas-de-informacion. (8 de 10 de 2017). *gerencie.com*. Obtenido de <https://www.gerencie.com/sistemas-de-informacion.html>
- <http://blogspot.com.co>. (12 de 8 de 2017). *proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html*. Obtenido de <http://04fcspr2.blogspot.com.co/2010/05/proceso-productivo-bolsas-de-plastico.html>
- Mariano. (Abril de 2012). *Tecnología de los plásticos*. Recuperado el 2017, de <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co>
- Morton-Jones, D. (2004). Procesamiento de Plásticos. En D. Morton-Jones, *Procesamiento de Plásticos*. México D.F.: Editorial Limusa.
- PLAS, M. (5 de 8 de 2017). *maquinplast.com*. Obtenido de <https://maquinplast.com/inicio/>
- Rodríguez, A. (2016). *Sistemas SCADA*. México, D.F.: Alfaomega.

Silberschatz, A. (2002). Fundamentos de bases de datos. En A. Silberschatz, *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España.

Softin. (s.f.). Recuperado el 2017, de <http://softin.info>

ULINE. (10 de 10 de 2017). www.uline.com. Obtenido de www.uline.com:
<https://www.uline.com>