



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO.

CAMPUS IRAPUATO – SALAMANCA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

“SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS MUERTOS PARA
EL ÁREA DE INYECCIÓN.”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTA:

DANIEL ALEJANDRO GARCÍA TAPIA

ASESORES:

DR. SERGIO EDUARDO LEDESMA OROZCO.

MTRO. GERARDO ENRIQUE CANEDO ROMERO.

M.I. JOSÉ MANUEL MATADAMAS HERNÁNDEZ.

SALAMANCA, GTO.

2018

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	5
LISTA DE SIMBOLOS.....	7
RESUMEN.	9
SUMMARY.....	11
CAPÍTULO I	12
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Descripción del problema.....	14
1.2 Descripción del proyecto	14
1.3 Objetivo	15
1.4 Justificación del trabajo.....	16
1.5 Estado del arte	16
CAPITULO II	21
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 La empresa.....	21
2.2 Variabilidad de un proceso	24
2.3 Diagramas UML.....	25
2.4 Eficiencia	26
2.5 Tiempo	26
2.6 Lenguajes de programación	27
2.7 C#	28
2.8 Base de Datos	29
2.9 Sistema Operativo	32
2.10 Servidor	33
2.11 Interfaz Gráfica de Usuario (GUI).....	34
CAPÍTULO III	35
3. DESARROLLO	35
3.1 Conocimiento del Área.....	35
3.2 Identificación de parámetros	37

3.3 Principales problemas.....	42
3.4 Perfil de Usuarios	43
3.5 Diseño de la base de Datos	45
3.6 Diseño del modelo a implementar.....	47
3.7 Gráfica de Usuario	49
3.8 Información accesible	51
3.9 Manual Usuarios	52
CAPÍTULO IV.....	59
4. RESULTADOS	59
4.1 Introducción a las pruebas	59
4.2 Primera Fase	60
4.3 Segunda Fase	66
CONCLUSIONES.....	75
REFERENCIAS.....	77
BIBLIOGRAFÍA	79
APÉNDICE	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Esquema de factores que afectan la variabilidad.
2. Gráfica piramidal de jerarquía en la empresa.
3. Diagrama de casos de uso, diferencias entre los perfiles de usuario.
4. Diagrama de actividades, proceso para el correcto uso del sistema de tiempos muertos.
5. Gráfica de resultados obtenidos por la encuesta.
6. Formato, hoja para la verificación de tiempos muertos.
7. Gráfica top 3 de tiempos muertos obtenidos por el periodo de un mes.
8. Fórmula para medir la eficiencia en las maquinas inyectoras.
9. Gráfica top 3 de tiempos muertos obtenidos por el periodo de un día.

IMÁGENES

- 1.1 Fotografía de una parte del área de “Inyección”
- 1.2 Fotografías de algunos modelos automotrices para los cuales se realizan las parrillas (Grill).
- 1.3 Dato obtenido de Tabla II
- 1.4 Máquina inyectora modelo “Krauss Maff”.
- 1.5 Diagrama de relación entre las tablas de la base de datos.
- 1.6 Interfaz principal del sistema.
- 1.7 Interfaz secundaria acceso administrativo del sistema (Login).
- 1.8 Interfaz secundaria del Menú administrativo (Main Menu).

- 1.9 Interfaz secundaria para la consulta avanzada de datos almacenados.
- 1.10 Interfaz secundaria para la administración de usuarios.
- 1.11 Exportación de datos realizado desde el sistema a un archivo Excel.
- 1.12 Formato de encuesta para el personal en general.
- 1.13 Referencias agregadas que activan las librerías de Office.

TABLAS

- I. Causa y efecto de los tiempos muertos
- II. Código de identificación de las máquinas inyectoras.
- III. Comparación de accesos entre perfiles de usuario.
- IV. Contenido de la tabla “usuario”.
- V. Contenido de la tabla “recurso”.
- VI. Contenido de la tabla “registro”.
- VII. Contenido de la tabla “departamento”.
- VIII. Contenido de la tabla “problema”.
- IX. Comparativa entre sistema actual contra el sistema a implementar.
- X. Resultados obtenidos por medio de la encuesta.
- XI. Problemas detectados en las máquinas inyectoras en un mes.
- XII. Datos obtenidos en las máquinas inyectoras durante un mes.
- XIII. Top 3 de tiempos muertos obtenidos durante el periodo mensual.
- XIV. Top 3 en tiempos muertos obtenidos durante el periodo de un día
- XV. Datos obtenidos en las máquinas inyectoras durante un día.

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo

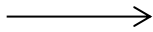
Significado



Inicio del Proceso



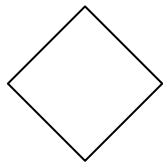
Fin del Proceso



Flujo del Proceso



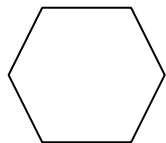
Relación



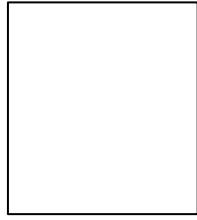
Decisión



Indicador



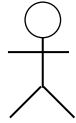
Conector



Límite de Sistema



Caso de Uso



Actor

RESUMEN.

“Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”:

El sistema está diseñado, para aplicarse en una empresa dedicada a la elaboración y fabricación, de piezas plásticas automotrices, que son utilizadas para ser cromadas, el objetivo va enfocado al control y administración de los tiempos muertos que se presenten en el proceso de Inyección, el control operativo del sistema, permitirá que el personal a cargo, pueda analizar y tomar acciones sobre los datos recopilados mediante el mismo, de esta manera se aplicaran las acciones para disminuir los tiempos muertos.

El sistema va dirigido principalmente, al área conocida como “Inyección”, la cual cuenta con diferentes recursos/piezas automotrices, actualmente la empresa de cromado donde se implementará, no cuenta con un sistema robusto para el control de los tiempos muertos. Una vez instalado el “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”, el usuario encargado de la producción podrá reportar de manera fácil, los tiempos muertos sobre del recurso en la que se encuentre laborando, con el sistema se pretende tener la información de los tiempos no productivos o muertos, la causa que los genera y la acción correctiva, mejorando así la producción, optimización del recurso humano y material, manteniendo una supervisión continua y controlada de los recursos.

El sistema de control de tiempos muertos, se realizó en el entorno de desarrollo integrado (IDE) llamado Microsoft Visual Studio usando el lenguaje de programación C#, para equipos con sistema operativo Microsoft Windows.

El proyecto cuenta con su propia base de datos, misma que deberá ser instalada en un servidor previamente normalizado, para el mejor control de los datos, posteriormente una vez instalada y normalizada correctamente la base de datos, cuenta con una alta disponibilidad de comunicación en todo momento, Sistema - Servidor y Servidor - Sistema, de tal forma, que el usuario puede obtener la

información en el momento que se requiera, sobre los tiempos muertos registrados en el sistema.

SUMMARY.

"Down Time Control System for the Injection Area":

The system is designed for automotive parts, which is focused on the control and management of dead times that arise in the injection process. The operational control of the system allows the personnel in charge to analyze and take action on the data collected by the system, thus applying the actions to reduce downtime.

The system is mainly aimed at the area known as "Injection", which has different resources / automotive parts, currently the chromed company where it will be implemented, does not have a robust system for the control of downtime. Once the "Down Time Control System for the Injection Area" has been installed, the user in charge of the production will be able to report in an easy way, the dead times on the resource in which he is working, with the system he intends to have the information on non-productive or dead times, the cause that generates them and corrective action, thus improving production, optimization of human and material resources, maintaining a continuous and controlled monitoring of resources.

The down time control system was made in the integrated development environment (IDE) called Microsoft Visual Studio using the programming language C #, for computers with Microsoft Windows operating system.

The project has its own database, which must be installed on a previously normalized server, for better control of the data, then once the database is correctly installed and normalized, it has a high availability of communication throughout moment, System - Server and Server - System, in such a way, that the user can obtain the information at the time that is required, about the dead times registered in the system.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto muestra el procedimiento para desarrollar una herramienta de control de tiempos muertos para el área de inyectado, en una empresa dedicada a moldeo, galvanoplastia y pintado de piezas plásticas, el cual denominaremos como “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”

La noción de este proyecto surge por la necesidad de la empresa, misma que no cuenta con un sistema robusto para el control de tiempos muertos, lo cual limita la optimización de los recursos, la capacidad de producción, mano de obra no utilizada y falta de información para aplicar acciones correctivas

En toda empresa, es necesario encontrar una estrategia que transforme los tiempos muertos en tiempos productivos, sin afectar al recurso más valioso con el que cuentan las empresas, que es el recurso humano. El “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, ayudara a tomar decisiones para la mejora y disponibilidad de las máquinas inyectoras, los usuarios del sistema recabaran la información necesaria para elaborar los reportes de los tiempos muertos generados, de una manera fácil y rápida, de esta forma dar soluciones para la corrección y reducción de los tiempos muertos.

Como se ha planteado desde el título del proyecto, éste va directamente enfocado a un área en específico, por lo que nuestro objetivo principal serán las Máquinas Inyectoras, sus operadores y el sistema con que cuentan.

Las máquinas de inyección son equipos diseñados para trabajar de forma constante desde su instalación y prueba de su funcionamiento.

Las causas por las que una máquina de inyección genera tiempos muertos pueden ser las siguientes:

- Paro total del equipo: algunas de las principales causas por las que un equipo puede estar en paro total; mantenimiento, falla en alguno de sus componentes, ausencia del operador, falla eléctrica, etc

Al no contar con un “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección” el reporte del equipo en paro total, se lleva a cabo por el supervisor, sin que se le dé un correcto registro, control y seguimiento, si bien es cierto que la empresa no depende exclusivamente de un solo equipo, y su operación está diseñada para sustituir a los equipos que presentan fallas, eso no le resta importancia a la capacidad de restablecer el funcionamiento de las máquinas que están detenidas, aplicar acciones, tomar decisiones y optimizar los recursos con los que cuenta.

Con la implementación del “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección” la empresa contará con un sistema amigable, que se instalará a cada una de las estaciones de trabajo, que podrá estar a cargo de operadores o supervisores previa capacitación, con el que generarán los reportes de las máquinas de inyección, mismos que se conservaran en el sistema para consulta y revisión en el momento que se requiera.

“Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de inyección”

Para el desarrollo del sistema, se realizó un historial de la empresa, considerando sus antecedentes, su capacidad de producción, su inventario de equipo en el área de inyección, que es nuestro objetivo, el recurso humano que se requiere para el manejo del sistema, etc. Las necesidades de la misma sobre el sistema y las causas negativas por no contar con dicho sistema.

Con la información obtenida, con el apoyo del personal a cargo del área de inyección, se logró identificar los puntos clave de la necesidad del “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”, se logró obtener por parte de los supervisores a cargo del área, información, clara, completa y comprensible, para facilitar el desarrollo del sistema.

La implementación del sistema se pone en práctica, documentando cada uno de los procesos del programa, capacitando a los supervisores encargados del área y que a su vez ellos trasmitan la información a sus operadores, los cuales deberán contar con un manual de uso, evaluando y probando el sistema.

El sistema tendrá la finalidad de reportar los tiempos muertos de cada una de las máquinas. A partir de los resultados obtenidos por el sistema, las personas encargadas del área podrán solucionar o realizar mejoras.

1.1 Descripción del problema.

Empresa de recubrimientos plásticos de la localidad, encargada de la elaboración de piezas plásticas frontales automotrices, cuenta con una baja producción en sus máquinas inyectoras, debido a que varias máquinas se encuentran fuera de funcionamiento sin identificar la causa.

Llevándonos con ello, a la determinación del problema, la empresa no cuenta con un “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” lo cual genera la baja productividad.

1.2 Descripción del proyecto

Implementación de un “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, el cual será desarrollado en un lenguaje de programación orientado a objetos, estandarizado por Microsoft, trabajará en estaciones de trabajo las cuales cuentan con un sistema operativo de Windows 7, el usuario almacenara la información mediante una base de datos diseñada en SQL Server 2008, la cual estará adaptada en un servidor físico, con un sistema operativo Windows Server 2008 , esta base de datos será la encargada de capturar y almacenar la información, que el usuario le proporcione al Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección.

El área de inyección, actualmente cuenta con veinticinco máquinas inyectoras, a las cuales se les instalará el “Sistema para Control de Tiempos Muertos en el Área

de Inyección” en su respectiva estación de trabajo para ser monitoreadas, los operadores podrán reportar de una manera fácil y rápida, que el equipo ha quedado en tiempo muerto, una vez que los encargados solucionen el problema del equipo y se restablece la operación del mismo, el “Sistema para Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” dejará registrado cuanto tiempo llevo la reparación del equipo desde que se genera hasta que termine el tiempo muerto, de tal manera que con la información generada durante los turnos de producción, posteriormente pueda ser analizada por la persona a cargo del proceso de inyección y de esta manera, tomar decisiones para la solución y eliminación de los tiempos muertos o proponer mejoras para su reducción, llevando a la empresa a una óptima productividad, recuperando de forma significativa, las pérdidas monetarias que se presentan por no contar con un “Sistema para Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”.

1.3 Objetivo

General

Diseñar e implementar el “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, para mejorar la eficiencia, en las máquinas inyectoras de piezas plásticas en toda el área de producción.

Específicos

1. Identificación y determinación de los parámetros utilizados en el área de producción.
2. Evaluar el sistema actual implementado para productividad.
3. Identificar las causas principales que ocasionan el tiempo muerto.
4. Elaborar una herramienta de control de tiempo no productivos para los responsables del área
5. Definir el aspecto que se le dará al sistema.
6. Medir el tiempo no productivo con el sistema para ciertas máquinas.
7. Documentación del sistema mediante diagrama UML

8. Elaborar manuales de uso para el sistema desarrollado.

1.4 Justificación del trabajo

La implementación del “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, en la empresa, representa una inversión recuperable al 100% a corto plazo, ya que la optimización de la producción, se verá reflejada en la recuperación financiera de la empresa, su equipo y sus recursos con el correcto uso y aplicación del mismo, así como la toma de decisiones oportunas, representará una recuperación económica, que pagará por sí solo “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”

1.5 Estado del arte

Epicor CMS

Epicor tiene más de 20,000 clientes en más de 150 países en todo el mundo. Su objetivo es ayudar a los clientes a optimizar sus negocios y generar más ingresos, fue fundada en 1972.

El sistema Epicor ofrece a las empresas un software de fabricación, distribución, venta, venta por menor y soluciones de servicio diseñado para mejorar la rentabilidad de un negocio.

Este sistema tiene varios centros de apoyo en todo el mundo y se dedican a proporcionar a las empresas lo que necesitan para tener éxito.

El sistema Epicor CMS se encuentra actualmente implementado en la empresa inyectora de piezas plásticas, el software de fabricación discreto cuenta con administración de inventario, programación y controles financieros, entre otras características.

Workmeter

Actualmente existen softwares externos como Workmeter es una aplicación SaaS (Software as a Service) nació en el año 2010 creada por el emprendedor Joan

Pons y está formada por un equipo de expertos en SaaS, y un grupo de socios estratégicos del sector IT.

WorkMeter es el software de productividad líder en España que cuenta con más de 15,000 usuarios.

“Solo podemos mejorar aquello que podemos medir”

Esta aplicación sirve para monitorear al minuto las tareas que se realizan desde cada equipo informático. Esta herramienta, es una aplicación que se instala en pocos minutos y se configura en función de las demandas de uso de cada software, por parte de cada empleado.

Esta empresa ahora cuenta con varios softwares dedicados a la productividad.

SCRAP

Es una palabra inglesa que se traduce como chatarra o residuo. En el contexto industrial, scrap refiere a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial.

El problema básico de las industrias, en relación a sus “scrap”, radica en deshacerse de los mismos de un modo racional, que además cumpla con la normativa existente en materia de prevención del medioambiente.

El scrap industrial, no sólo representa un problema para la industria, sino que también puede resultar una interesante oportunidad. En efecto, el scrap o residuo industrial posee un valor económico, en la medida en que puede constituir un insumo para otra industria.

1.6 Tesis y trabajos relacionados.

Galván (2014)¹ realizó un proyecto de estadía en la empresa Aptar Querétaro S.A de C.V. dedicada a la elaboración de tapas de envases para bebidas, alimentos entre otros, el proyecto trata sobre la reducción de tiempo muertos basándose en una máquina en específico por medio de un mantenimiento

preventivo a equipos periférico, el cual realizo un plan de mantenimiento en las máquinas con la finalidad de que sea implementado en las máquinas y reducir los tiempos muertos en las máquinas de inyección “Demag Ergotch”², utilizando los diagramas de Ishikawa³, que fue una de las formas por las cuales se dio con el problema de la máquina de inyección.

Calel (2014)⁴ licenciatura en psicología industrial realizo la tesis de diagnóstico para reducir tiempos muertos en un restaurante, propuesta de un programa de capacitación y desarrollo del personal en énfasis en la administración del tiempo para el alcance de metas en la Universidad Rafael en la ciudad de Retalhuleu, tomando como principal referencia el recurso humano, refiriéndose a él como el elemento más importante de una empresa, con el objetivo de elaborar un programa de capacitación y desarrollo del personal, analizando las causas que provocan los tiempos muertos realizando un diagnostico derivado de una auto-evaluación que consta de veinte preguntas, el cual sirve para medir las causas de los tiempos muertos midiendo tres factores: causas que provocan los tiempos muertos, técnicas eficaces para la administración del tiempo y características del tiempo para un mejor desarrollo personal.

Pérez (2003)⁵ de C.D Universitaria, en San Nicolás de los Garza, Nuevo León realizó una tesis para la reducción de tiempo muertos de operación usando la metodología de las seis sigmas en una empresa metalúrgica con límite de capacidad de producción en el área de hornos, donde demuestra por medio de las herramientas y metodología que propone el Seis Sigma pudo disminuir los tiempos muertos de operación, al usar medir, analizar y controlar factores significativos. Por medio del planteamiento que propuso Seis Sigma pudo medir y analizar lo que ocasionaba el desempeño logrando reducir un 88% de tiempos muerto y aumentando el volumen de productividad en un 20% por medio de esta metodología. Logrando sus objetivos y validando con el personal a cargo la efectividad de su proyecto para mejorar la capacidad de producción.

Díaz y Jiménez (2009)⁶ del instituto politécnico nacional con ingeniería industrial, el cual realizó la tesis titulada “Desarrollo de un plan de mantenimiento en industrias plásticas Martin para reducir los tiempos muertos e incrementar la productividad” un programa en la empresa Industrias Plásticas Martin S.A. de C.V. llamado Desarrollo de un plan de mantenimiento en industrias plásticas para reducir los tiempos muertos, con la finalidad de reducir los tiempos muerto y elevar la productividad a través de un programa de mantenimiento. El programa de mantenimiento era revisar y corregir periódicamente

Este fue uno de los trabajos más relacionados para el control de tiempos muertos.

Priscila (2009)⁷, en la universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería el cual desarrollo el trabajo de “Diseño e implementación de un sistema de control de tiempos muertos no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de bebidas carbonatadas” en Julio del 2009, en el cual tenía como objetivo diseñar e implementar un sistema de tiempos no productivos en la empresa, para una automatización del proceso de recolección de datos con el cual pudieran llevar el control de tiempos no productivos y emitir reportes conforme a la información almacenada, la herramienta que desarrollo fue basada mediante un sistema ya implementado el cual innovo para capturar y proporcionar la información necesaria.

Morán (2008)⁸, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería en el cual desarrollo un “Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en una industria de camas”, tiene como objetivo realizar un estudio de tiempo y movimientos para la reducción de costos e incremento de la eficiencia en la industria, con el objetivo desarrollar un procedimiento de control y verificación para asegurar el cumplimiento de método, para de esta manera optimizar los procesos dentro de la industria.

Yáñez (2010)⁹, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil – Ecuador desarrollo la tesis de “Reducción de tiempo en el cambio del rodillo cliché en una fábrica convertidora de papel”, para previa obtención del título de

Ingeniería Industrial, el proyecto tenía el objetivo de disminuir los tiempos al momento de realizar cambio del rodillo esto lo consiguió por medio del uso de una herramienta llamada SMED (Single Minute Exchange of Die), logrando ganancias de esta implementación las cuales se ven reflejadas mensualmente en la puntualidad de producto y mayor cantidad de producción del mismo.

Riofrio (2012)¹⁰, de la Universidad de Guayaquil en la facultad de Ingeniería Industrial realizo el proyecto titulado “Disminución de tiempo improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa confrina”, para el área de sistemas productivos el proyecto tenía como objetivo de expandir la empresa por medio de la inversión continua en el desarrollo de nuevas instalaciones en las cuales se mejoren los productos y optimizar tiempo al momento de utilizar los recursos en la producción diaria.

Rodriguez (2011)¹¹, Instituto Politécnico Nacional de México., DF. Desarrollando el proyecto llamado “Metodología para reducir tiempos de paro en una línea de producción de etiquetas”, para el título de Maestro en Ingeniería Industrial, el proyecto tenía el objetivo de estructurar una metodología para reducir tiempo de paro en una línea de producción de etiquetas que promueva el incremento de la productividad del proceso, con el cual pudo fusionar diferentes técnicas para proponer una metodología para la disminución de los tiempos de paro de una empresa flexografica, utilizando diagramas de Pareto.

Cardona y Sanz (2007)¹², Universidad Tecnológica de Pereira, desarrollaron un proyecto de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la empresa G&L, con el objetivo de elaborar una propuesta de métodos y determinar los tiempos estándar de las áreas de metalmecánica, lavado y pintura en la planta de producción de la empresa, durante el proceso encontraron una serie de tiempos improductivos en las labores desarrolladas en la planta, por lo cual se elaboró una tabla donde se presentan un plan de acción en la cual se presentó una propuesta de capacitación que debería de tener los operarios en cada una de las áreas con el fin de mejorar el rendimiento de la planta.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La empresa

SRG Global™, una compañía Guardian, es uno de los principales fabricantes mundiales de recubrimientos de alto valor en plástico para la industria de camiones comerciales y vehículos. SRG Global tiene su sede cerca de Detroit, Michigan, Estados Unidos y tiene presencia de fabricación en las principales regiones del mundo, como Norteamérica, Europa Occidental y Central, y Asia y el Pacífico. A través de sus Centros de desarrollo avanzado en Taylor, Michigan, Estados Unidos; Liria, España; y Suzhou, China, SRG Global mejora los procesos de fabricación y acelera el desarrollo y la entrega de última generación de materiales, tecnologías de recubrimiento y subsistemas.

SRG Global diseña soluciones a nivel mundial para una mayor durabilidad de la superficie, integridad estructural, funcionalidad mejorada, eficiencia del vehículo y flexibilidad de diseño óptima. El resultado es la variedad de productos y procesos innovadores para interiores y exteriores que crean valor para nuestros clientes y consumidores, y que tienen un impacto positivo en nuestro medio ambiente y nuestra sociedad.

“Beyond the finish™”.

2.1.1 Historia

En 1932, en las profundidades de la gran depresión, Guardian Glass Company abrió operaciones en Detroit, Michigan como un pequeño fabricante de vidrio de parabrisas de automóvil. La compañía creció hasta convertirse en Guardian Industries Corp., un proveedor ubicado entre los 100 mejores de la industria del automóvil, en todo el mundo. A medida que la industria volvió a la producción de vehículos civiles después de la segunda guerra mundial, dos nuevas empresas,

Siegel-Robert Automotive y Automotive Molding Company (AMC), proporcionaban a los fabricantes inyección de plástico y revestimiento de componentes plásticos exteriores para carrocería.

Siegel-Robert finalmente lideró la fabricación de plásticos cromados en la década de 1960. A finales de 1960, las operaciones de Guardian Industries se habían ampliado para incluir la fabricación de parabrisas, 10 centros de distribución de vidrio para automóviles, y una división de acabados, las fuertes raíces de los próximos pasos en la historia automotriz de Guardian Industries Corp.

2.1.2 Presencia

La presencia global diversa de SRG Global™ abarca Norteamérica, Europa y Asia pacífico, e incluye:

- 13 instalaciones de fabricación y montaje
- 10 oficinas técnico-comerciales
- 3 centros de Desarrollo Avanzado

2.1.3 Productos

Las líneas de productos, las capacidades y las tecnologías de acabado que representan las soluciones de ingeniería avanzada de SRG Global.

2.1.4 Capacidades

En la empresa de investigaciones y producción de SRG Global desarrollan y producen piezas en Norteamérica, Europa y Asia – Pacífico, en todos los tamaños, formas y configuraciones, y en una amplia gama de acabados y colores.

La empresa tiene una presencia global que permite proporcionar coherencia y economía de escala, y al mismo tiempo servicio, asistencia y una estrategia competitiva a nivel local en las principales regiones del mundo.

Su interacción estrecha con los clientes en cada fase y cada momento del proceso de lanzamiento del producto, entre los que se encuentran los siguientes:

- Diseño
- Ejecución de concepto.
- Estudio de factibilidad.
- Gestión de Calidad.
- Pruebas y validación de productos.

2.1.5 Filosofía

La empresa cuenta con una gestión basada en el mercado (MBM), es un enfoque holístico que integra la teoría y la práctica para hacer frente con éxito los desafíos del crecimiento y el cambio. La teoría MBM esta enraizada con cinco dimensiones:

- **Visión:** Determinar dónde y cómo la organización puede crear el mayor valor a largo plazo.
- **Virtud y Talentos:** Ayudar a asegurar que las personas con los valores, habilidades y capacidades correctas sean contratadas, retenidas y desarrolladas.
- **Procesos de Conocimiento:** Crear, adquirir, compartir y aplicar conocimiento relevante, y medir y rastrear la rentabilidad.
- **Derechos de la decisión:** Asegurar que las personas adecuadas estén en los papeles correctos con la autoridad correcta para tomar decisiones y hacerlas responsables.
- **Incentivos:** Recompensar a las personas de acuerdo con el valor que crean para la organización.

Cuando estas dimensiones se aplican de forma integrada y mutuamente reforzada, crean una transformación continua y un crecimiento positivo.

Su filosofía de la empresa cuenta con sus principios guía, los cuales se presentan a continuación:

- Integridad: Conduce todos los asuntos con integridad, para lo cual el coraje es fundamental.
- Cumplimiento: Esforzarse por alcanzar un 10,000% de cumplimiento con todas las leyes, lo cual requiere de tener un 100% de los empleados en un total cumplimiento el 100% del tiempo. Detenerse, pensar y preguntar.
- Creación de Valor: Crear valor a largo plazo a través de los medios económicos para los clientes, la compañía y la sociedad. Aplicar el MBM para alcanzar resultados superiores tomando mejores decisiones.
- Espíritu emprendedor con principios
- Enfoque al cliente
- Conocimiento
- Cambio
- Humildad
- Respeto
- Realización

2.2 Variabilidad de un proceso

La variabilidad es una medida de la uniformidad. Existen dos formas de variabilidad, la variabilidad inherente, existe en un momento dado, también llamada variabilidad instantánea y la variabilidad a largo tiempo.

La calidad de los procesos determina inevitablemente la calidad de los productos que se obtienen, de ahí que la primera gran meta de todo proceso de mejorar debe ser: controlar y reducir la variabilidad, de forma que los procesos sean estables, consistentes y predecibles.

Un proceso en la empresa ya sea destinado a producir un artículo o prestar un servicio, es una sucesión de operaciones. Estas operaciones intermedias también admiten, a su vez, la denominación de procesos. Cada proceso intermedio está sujeto a la influencia de muchos factores no controlados, y por tanto a variabilidad en el resultado final.

A continuación, se muestra un esquema para resumir los distintos factores que afectan un proceso:

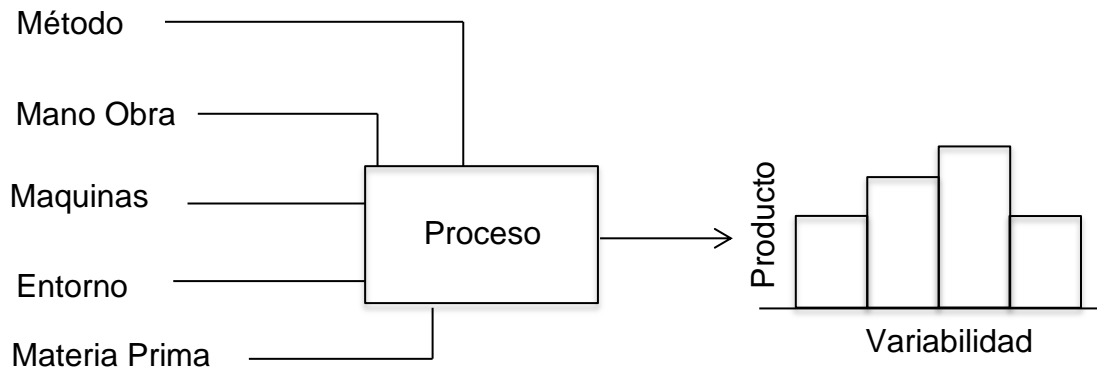


Figura 1. Esquema de factores que afectan la variabilidad.

En todo proceso siempre hay factores los cuales no se podrán controlar, lo cual provoca que el producto final tenga una calidad variable. Por lo cual cuando se menciona controlar la calidad se refiere en controlar la variabilidad de esa calidad.

2.3 Diagramas UML

El UML está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas. Debido a que el UML es un lenguaje, cuenta con reglas para combinar tales elementos.

La finalidad de los diagramas es presentar diversas perspectivas de un sistema, a las cuales se les conoce como modelo. Recuerde que un modelo es una representación simplificada de la realidad, pero no dice cómo implementar dicho sistema.

Tipos de diagramas en UML:

- Diagrama de Clases
- Diagrama de Objetos
- Diagrama de Casos de Uso

- Diagrama de Estados
- Diagrama de Secuencias
- Diagrama de Actividades
- Diagrama de Colaboraciones
- Diagrama de Componentes
- Diagrama de Distribución

2.4 Eficiencia

La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos; es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

En términos generales, eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que estas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos.

Los indicadores de la eficiencia son los tiempos muertos, desperdicio, porcentaje de utilización de la capacidad instalada.

2.5 Tiempo

Es el tiempo se define como la dimensión para realizar una o varios procesos. Cada acción utiliza una cantidad de tiempo determinada. Es por ello que el tiempo es el recurso máspreciado.

Según (Rodolfo Junior) el tiempo se define como transición de situaciones cotidianas ya que el tiempo se puede considerar que es el dominio de nuestras vidas, además de ser intangible no tiene pausas siempre sigue adelante.

2.5.1 Tiempo Muerto

El Tiempo Muerto, es el tiempo en que un proceso operativo o de producción no está activo, donde su operación se encuentra detenida.

Sabiendo que el tiempo muerto es aquel que no se está realizando un trabajo útil, para una empresa es muy importante, ya que en ocasiones muchos de los procesos que se realizan no pueden empezar tareas hasta que terminan otras y al estar sus recursos inactivos implica un coste y una ineficiencia del proceso productivo.

En las empresas los tiempos muertos breves pasan desapercibidos y por lo general en esta clase de tiempos muertos breves suelen tener cierta frecuencia, por lo cual es muy importante medir su duración y frecuencia ya pueden ser tan perjudiciales como un periodo de tiempo muerto largo.

2.5.2 Causas de Tiempos Muertos

La Asociación Española para la Calidad (EAC) muestra las causas que se generan los tiempos muertos de la siguiente forma (tabla), dando a conocer el efecto que llegan a cada causa de tiempo muerto.

CAUSAS	EFEECTO
Mantenimiento solo correctivo	Esperar corrección del equipo
Escasa eficacia Maquina/Hombre	Paros por averías
No delegar responsabilidades	Información que no llega
Poca disciplina en las tareas	Paros por falta de material
Métodos de trabajo no estandarizados	Proceso desequilibrado.

TABLA I. Causa y efecto de los tiempos muertos

2.6 Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje diseñado para realizar proceso llevados a cabo por maquina como las computadoras. Estos lenguajes pueden usarse para crear programas para controlar comportamiento físico o lógico.

Los lenguajes de programación se caracterizan por ser de alto, medio o bajo nivel, a diferencia de los otros lenguajes estos en lugar de usar registros, direcciones,

memoria y pilas de llamada, los lenguajes de alto nivel usan variables, matrices, objetos, hilos, bucles, etc. Esto genera que los usuarios pueden resolver un problema de procesamiento de datos de una manera más fácil y rápida.

Ventajas:

- Generan código sencillo.
- Escribir código válido para diversas máquinas o sistemas operativos.
- Se puede utilizar diagramas de programación.
- Creación de programas complejos en menos líneas

Desventajas:

- Algunos requieren que la máquina cliente posea una determinada plataforma.

2.7 C#

C# es uno de los lenguajes de programación diseñado para la infraestructura de lenguaje común, desarrollado y estandarizado por Microsoft como parte de su plataforma .NET, un lenguaje de programación muy similar al de Java, solo que incluye mejoras de otros lenguajes.

El lenguaje de programación C# ha sido muy utilizado por las empresas ya que es un lenguaje muy simple, elegante y con seguridad, que permite a los programadores crear una gran variedad de aplicaciones.

C# también proporciona la capacidad de generar componentes de sistema duraderos en virtud de las siguientes características:

- Total compatibilidad entre COM y plataforma para integración de código existente.
- Gran robustez, gracias a la recolección de elementos no utilizados (liberación de memoria) y a la seguridad en el tratamiento de tipos.

- Seguridad implementada por medio de mecanismos de confianza intrínsecos del código.
- Plena compatibilidad con conceptos de metadatos extensibles.

Además, es posible interactuar con otros lenguajes, entre plataformas distintas, y con datos heredados, en virtud de las siguientes características:

- Plena interoperabilidad por medio de los servicios de COM+ 1.0 y .NET Framework con un acceso limitado basado en bibliotecas.
- Compatibilidad con XML para interacción con componentes basados en tecnología Web.
- Capacidad de control de versiones para facilitar la administración y la implementación.

2.8 Base de Datos

Una base de datos es un conjunto de datos informativos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio.

Edgar Frank Codd un informático inglés, mejor conocido por crear el modelo relacional de base de datos.

En la actualidad la importancia que tiene tener una base de datos a nivel empresarial ha forzado a que cualquier organización, por muy pequeña que sea debe de contar con una base de datos, pero esto no indica que solo basta con tener la base de datos, si no también se debe saber gestionar correctamente.

Algunas de las características que cuenta una base de datos es agrupar y almacenar todos los datos de la empresa en un único lugar, facilitar que se comparta los datos entre los diferentes miembros de la empresa, evitar la redundancia para la organización de datos y realizar una comunicación adecuada con los clientes.

2.8.1 Ventajas de una Base de Datos

Algunas de las ventajas de tener una base de datos para el control de los tiempos muertos:

- Almacena grandes cantidades de información.
- Compartir información:
- Acceso rápido a la información.
- Eliminación de información repetida o redundante.
- Aumenta la productividad.
- Mejor mantenimiento.

2.8.2 Sistema de Gestión de Base de datos (SGBD)

Un sistema gestor de base de datos es un conjunto de programas que nos permite realizar almacenamiento, modificación y extracción en la base de datos, además proporciona realizar consulta con las que se puede modificar, borrar, añadir y analizar datos a la base de datos.

Estos sistemas además proporcionan métodos para la integridad de los datos, esto quiere decir que puede administrar el acceso de usuarios a los datos y consultar la información para un mejor análisis, la mayoría de estos sistemas gestores incluyen un generador de informes y módulos gráficos que permite presentar la información de manera más comprensible.

La mayoría de los sistemas gestores se accede a los datos por medio de consultas, un lenguaje de alto nivel que simplifica la presentación de la información.

Algunos de los sistemas de gestión más conocidos son:

- MySQL
- Microsoft SQL Server
- Oracle
- Microsoft Access
- PostgreSQL
- DB2

La base de datos y el sistema para su gestión son esenciales para cualquier área de negocio ya que nos permite el acceso a los datos, asegurar su integridad,

gestionar el acceso concurrente a ellos, recuperar los datos tras fallo del sistema y realizar copia de seguridad.

2.8.3 Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server es un sistema de administración de bases de datos relacionales desarrollado por Microsoft. Como servidor de base de datos, es un producto de software con la función principal de almacenar y recuperar datos según lo soliciten otras aplicaciones de software, que pueden ejecutarse en la misma computadora o en otra computadora a través de una red (incluido Internet).

A continuación, se muestra las ventajas de SQL server:

1. Es un sistema de gestión de base de datos.
2. Es útil para manejar y obtener datos de la red de redes.
3. Nos permite olvidarnos de los ficheros que forman la base de datos.
4. Si trabajamos en una red social nos permite agregar otros servidores de SQL Server. Por ejemplo, dos personas que trabajan con SQL Server, uno de ellos se puede conectar al servidor de su otro compañero y así se puede ver las bases de datos del otro compañero con SQL Server.
5. SQL permite administrar permisos a todo. También permite que alguien conecte su SQL al nuestro, pero sin embargo podemos decirle que no puede ver esta base de datos, pero otro sí.

Como todo sistema también cuenta con ciertas desventajas:

1. Utiliza mucho la memoria RAM para las instalaciones y utilización de software.
2. No se puede utilizar como practicas porque se prohíben muchas cosas, tiene restricciones en lo particular.
3. La relación, calidad y el precio está muy debajo comparado con Oracle.
4. Tiene muchos bloqueos a nivel de página, un tamaño de página fijo y demasiado pequeño, una pésima implementación de los tipos de datos variables.

2.9 Sistema Operativo

El sistema Operativo (SO), es un software más importante. Gestiona la memoria del ordenador, los procesos y todo su software y hardware. Sin un sistema operativo, un ordenador sería inútil.

El trabajo de un sistema operativo como anteriormente se menciona gestiona todo el software y hardware, la mayor parte del tiempo diferentes programas se están ejecutando, porque necesita acceder a la unidad de procesamiento central (CPU) del ordenador, a la memoria RAM y al almacenamiento, por lo cual es el coordinador de todo para cada programa consiga lo que necesita.

2.9.1 Tipos de Sistemas

La mayoría de los sistemas operativos normalmente vienen precargados en los ordenadores que el usuario compra, sin embargo, hoy en día también se puede personalizar los ordenadores para cargar su propio sistema operativo.

Los sistemas operativos actuales poseen una interfaz para facilitar el manejo y la navegación, existen tres sistemas operativos más comerciales o comunes para los ordenadores personales estos son:

- Microsoft Windows
- Apple Mac OS X
- Linux

Esta clase de sistemas cuenta con una interfaz gráfica de usuario o mejor conocida como GUI, permite utilizar el ratón para clicar en los diferentes menús, botones e iconos. Cada GUI es diferente en cada sistema operativo en cuestión de apariencia, pero la mayoría de ellos se diseñan para que el usuario pensando en cómo pueda usarlo con facilidad

Las empresas dedicadas al desarrollo de sistemas operativos se preocupan por los usuarios y también desarrollan sistemas operativos para ordenadores los

cuales son destinados únicamente a proveer servicios esta clase de ordenadores se les conoce como servidores.

2.10 Servidor

Un servidor no es necesariamente una maquina con lo último en tecnología de grandes proporciones, un servidor puede ser maquinas sencillas como computadoras de bajo recursos, las características que tenga un servidor dependerán del uso que se le dé a ese servidor, no es lo mismo un servidor que solo almacene información a un servidor web, ya que un servidor web se ocuparía una maquina sumamente potente.

A continuación, se presentan alguno de los sistemas operativos usados en servidores:

- FreeBSD
- Microsoft Server
- Linux
- Unix
- Solaris
- Mac OS X Server

2.10.1 Microsoft Server

Microsoft Servers (anteriormente llamado Windows Server System) es una marca que abarca una línea de productos de servidor de Microsoft. Esto incluye las ediciones de servidor de Microsoft Windows su propio sistema operativo, así como productos dirigidos al mercado más amplio de negocio. Algunas versiones: Windows 2000 Server, Windows Server 2003, Windows Server 2008, Windows HPC Server 2008, Windows Server 2008 R2, Windows Server 2012, Windows Small Business Server, Windows Essential Business Server, Windows Home Server.

2.11 Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

Es un programa informático con conjunto de imágenes y objetos gráficos, para representar la información y acción disponibles en la interfaz. Su principal uso, es proporcionar un entorno visual sencillo para permitir la comunicación con el sistema operativo de usuario a máquina.

Existen varios tipos de interfaces graficas de usuarios (GUI), unos de esos tipos de GUI se encuentran en juegos de computadora, y las GUI más avanzadas están basadas en realidad virtual usadas comúnmente en tareas de investigación.

Interfaz de usuario de pantalla táctil

Este tipo de interfaz actualmente se encuentra implementado en autoservicios, lugares de comida rápida, tiendas de ropa, cajeros automáticos, etc. Son diseñadas para cumplir requisitos que especifique el usuario, se les conocen como las GUI de uso específico. Hoy en día es muy común ver este tipo de interfaces específicas y son conocidas por las pantallas táctil o touchscreen, pantalla que al ser tocada tiene la función del ratón sin la necesidad de depender de un hardware.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO

3.1 Conocimiento del Área

La empresa fabricante de piezas plástica, actualmente cuenta con 4 áreas para el proceso de sus piezas:

- Inyección (Moldeo)
- Cromado (2 Líneas)
- Pintura
- Ensamble

El área involucrada para la implementación del “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”, será el área de inyección, pero para conocer un área en específico, se requiere conocer el proceso en general y de suma importancia el área de inyección, donde se implementará el sistema. En la Imagen 1.1 se muestra parte del área de inyección y algunas de las máquinas inyectoras que la conforman.



Imagen 1.1 Fotografía de una parte del área de “Inyección”

Para la creación de las piezas, se inicia desde el área de inyectado en donde la empresa cuenta con diferentes tipos de resina, cada resina es diferente

dependiendo el proceso al que será sometida, esta resina pasa por las máquinas inyectoras, las cuales calientan la resina por medio de conductos, para poder ser inyectada sobre un molde y darle la forma requerida, si la pieza cuenta con las especificaciones del cliente, se procede a ser entregadas a las demás áreas (Cromo, Pintura y Ensamble) dependiendo su función. A las piezas que no cumplen con las especificaciones del cliente, pasan a ser parte del área de SCRAP, se le conoce como SCRAP, a las piezas que salen con defectos de ciertas áreas y el cliente no acepta, esas piezas se convierten en basura para la empresa, la cual tienden a ser destruidas, para después tener que pagar a un proveedor para deshacerse de ese material provocando una pérdida para la empresa.

Las piezas que cuenta con las especificaciones del cliente, sin defectos, pasan a ser parte de las demás áreas, no necesariamente pasan por todas las áreas, depende de la función que vaya a tener la pieza se asigna al área. Un ejemplo, algunas de las piezas inyectadas pasan por cromo, donde las piezas se someten a diferentes procesos químicos, para que al final de los procesos, la pieza consiga una estética “cromada” o brillante (tipo espejo), de ahí pasan en el área de ensamble para completar la parrilla automotriz.

En la imagen 1.2 muestra algunos de los modelos automotrices para los cuales se elaboran las piezas plásticas, que se encuentran en la parte frontal del coche o mejor conocidas como parrillas (Grill)

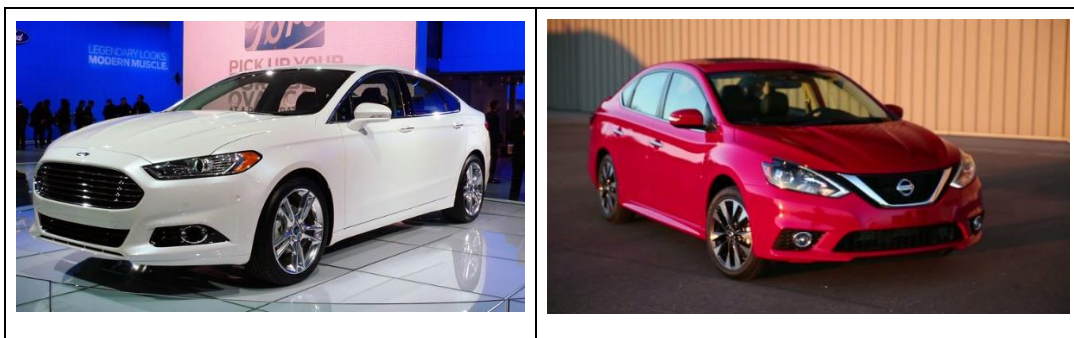


Imagen 1.2 Fotografías de algunos modelos automotrices para los cuales se realizan las parrillas (Grill).

El área de inyección dentro de la empresa es de las áreas más importantes, como esta área es la encargada de entregar/abastecer las piezas plásticas a las demás áreas para que sea sometidas a los diferentes procesos, esta área no se puede dar el lujo de generar tiempos muertos en sus máquinas, por cada tiempo muerto que genera por más mínimo que sea implica no solo retrasar el producto, si no también crear un conflicto con las demás áreas de producción al no entregarle los materiales en tiempo y forma, esto ocasiona un descontrol en la planeación de producción lo cual genera que los operadores tengan que trabajar horas extras y a su vez pérdidas monetarias significativas para la empresa.

3.2 Identificación de parámetros

La área donde se implementó el sistema, es en el área de inyectado, el cual cuenta con datos importantes para examinar los diferentes sucesos que ocurren con las máquinas, por lo cual se tuvo que realizar un conocimiento del área de inyección, para saber cuáles de los datos sería útiles, para que el sistema a diseñar pudiera llevar un correcto control de tiempos muertos, se realizaron encuestas a los operadores y encargados del área de inyección, sobre los datos útiles, para un buen control de los tiempos muertos así como que información almacenada les sería de utilidad, para conocer mejor el tiempo productivo de sus máquinas.

Una vez que se recopiló la suficiente información y se hizo un conocimiento del área, se seleccionaron los parámetros, estos fueron seleccionados de manera que la forma de reportar fuera inmediata y sencilla, sin dejar a un lado datos importantes para el control de tiempos muertos, los parámetros que se seleccionaron para la interfaz son los siguientes:

- Tiempo/Fecha.
- Recurso.
- Turno
- Área.
- Problema

Tiempo / Fecha

El tiempo en las máquinas inyectoras es uno de los principales datos a implementar, para un correcto control de tiempo muerto, este dato sirve para poder medir el tiempo que las máquinas pasan inactivas durante el día y de esta manera los encargados del área puedan buscar una solución para reducir los tiempos muertos que se presenten, de esta manera conseguir la mayor eficiencia de las máquinas y aumentar la productividad.

El campo fecha, ayudará a tener el control al momento de reportar los tiempos muertos al sistema diseñado y tener mejor organización de los datos introducidos en la base de datos, al momento de realizar una consulta ya sea por parte del administrador o del personal a cargo del área.

Recurso

El programa (CMS) que se utiliza actualmente para el reporte de productividad no permite que el recurso se utilice simultáneamente en dos o más máquinas.

Recurso: son los datos utilizados para la identificación de cada una de las maquinas en el área de inyección.

En la Tabla II. muestra el formato de identificación de las 25 máquinas inyectoras con las que cuenta el área de Inyección.

Recurso ID	Nombre del Recurso
03101	1(03101) 310 Ton Milacron
05502	2(05501) 550 Ton Milacron
07205	3(07205) 725 Ton Milacron
09503	4(09501) 950 Ton Milacron
09506	5(09502) 950 Ton Milacron
23009	6(23001) 2300 Ton Milacron
30008	7(30001) 3000 Ton Milacron
18004	8(18001) 1800 Ton Milacron

13007	9(13001) 1300Ton Milacron
09510	10(09503) 950 Ton Milacron
13011	11(13002) 1300 Ton Milacron
09512	12(09504) 950 Ton Krauss Maff
18004	14(18002) 1800 Ton Krauss Maff
23016	15(23002) 2300 Ton Krauss Maff
18022	16(18004) 1800 Ton Krauss Maff
18023	17(18005) 1800 Ton Krauss Maff
18026	18(18006) 1800 Ton Krauss Maff
06521	19(06504) 650 Ton Krauss Maff
10017	20(10001) 1000 Ton Krauss Maff
06520	21(06503) 650 Ton Krauss Maff
06519	22(06502) 650 Ton Krauss Maff
06518	23(06501) 650 Ton Krauss Maff
18015	24(18005) 1800 Ton Krauss Maff
05524	25(05502) 550 Ton Krauss Maff
11025	26 (1101) 1100 Ton Krauss Maff

Tabla II. Código de identificación de las máquinas inyectoras.

Para comprender mejor la tabla se tomará un ejemplo, con el cual se explicará cómo los operadores utilizan la información para identificar las maquinas inyectoras con el **Nombre del Recurso** y de esa manera saber cuál recurso seleccionar para producción.

Ejemplo:

ID Recurso	Nombre del Recurso
23016	15(23002) 2300 Ton Krauss Maff

Imagen 1.3 Dato obtenido de Tabla II.

Recurso ID: Es el número único con el cual se identifica cada máquina, tiene un máximo de 5 cifras, ejemplo 23016, para obtener este valor que lo hace único, se toman en cuenta datos del equipo: el peso de la máquina inyectora y la

numeración que le corresponde, de acuerdo al control de inventarios de los equipos de la empresa, para el ejemplo usamos una máquina inyectora (Krauss Maff) que pesa 2300 toneladas con número de inventario 16, se unen de forma sencilla y obtenemos su ID Recurso: 23016.

Nombre de Recurso: Es el nombre o clave con el cual se identificará cada equipo o máquina ID Recurso 23016, con estas identificaciones, los operadores seleccionan los equipos para su mantenimiento o para cualquier situación que se presente con los mismos.

En esta columna se ve el nombre de recurso “15(23002) 2300 Ton Krauss Maff”, para crear la descripción de cada uno de los recursos, se toman en cuenta varios datos, el número 15 es el valor que se le asigna a la máquina. El dato 23002 es casi idéntico al ID Recurso, con la diferencia que los tres primeros dígitos describen el peso de la maquina tonelaje que es 2300 Toneladas y el último dígito es el número de máquinas de ese mismo peso, para este caso hay 2 máquinas de 2300 toneladas lo cual forma el 23002.

Y por último queda los datos que quedan es 2300 Ton Krauss Maff, una leve descripción de la máquina, que describe el peso de la máquina en toneladas (2300) y el modelo de la máquina inyectora (Krauss Maff).

La empresa cuenta con cierta identificación en cada una de sus máquinas inyectoras, con la cual los operadores pueden identificar el recurso en el que se encuentran trabajando y seleccionar correctamente, esto para que no genere confusión al momento de reportar producción correctamente.

Turno

Son los tiempos establecidos para el personal que labora en la empresa, existen ya establecidos 4 turnos: Matutino, Vespertino, Nocturno y Mixto, este último asignado para personal administrativo. La alta demanda que tiene la empresa de los clientes, hace que tenga una productividad constante, inclusive a laborando

los fines de semana, si la demanda de producción así lo requiere, no presentando ningún problema ya que se cuenta con el personal necesario para las actividades.

Para el sistema a implementar, es importante identificar en que turno se genera la información (matutino, vespertino y nocturno), ya que cada turno está asignado a un supervisor (Ingeniero) a cargo de cada área, el cual es el encargado del funcionamiento de los equipos para que la producción no se detenga.

Área

Actualmente en la empresa, el área de inyección cuenta con 25 máquinas inyectoras, cada una de las máquinas tiene sus propias características y especificaciones dependiendo del tipo de pieza que inyecta.

El programa (CMS) que se utiliza actualmente para el reporte de productividad no permite que el recurso se utilice simultáneamente en dos o más máquinas.

Cada una de las máquinas inyectoras, cuenta con su sistema de producción individual, esto evita la duplicidad de recursos o producción fantasma. En la imagen 1.3 se muestra un modelos de las maquinas inyectoras utilizadas.



Imagen 1.4 Máquina inyectora modelo “Krauss Maff”.

Problema

El parámetro problema, es una descripción breve de la falla o el motivo por lo cual la máquinas están detenidas, para conseguir la información se consultó con los Ingenieros, Técnicos y Operadores, encargados del área, para poder saber algunas de las causas, por las cuales se detiene producción de las piezas plásticas inyectadas.

3.3 Principales problemas

La implementación del “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”, abarca las 25 máquinas inyectoras, ubicadas en el área de moldeo de la empresa, cada una de las máquinas presentan problemas en común a pesar de ser de diferente peso o modelo, existen dos tipos de problemas: los previstos y los no previstos, dentro de los previstos tenemos los siguientes:

Problemas previstos:

- Mantenimiento
- Cambio de Molde
- Etiquetas de productividad
- Defectos en las piezas inyectadas.
- Sistema en mantenimiento.

Los problemas previstos, en la empresa son mejor conocidos por el personal como programas de mantenimiento, esta clase de programas son paros realizados por el personal a cargo de área para prevenir problemas más graves a futuro, por lo cual la empresa cuenta con manuales los cuales indican como realizar los procesos dependiendo del mantenimiento que se vaya a realizar. Esta clase de mantenimientos siempre son planeados con anticipación dependiendo la demanda de productividad en las máquinas.

Problemas No previstos:

- Falta de Cortadores.

- Sistema caído.
- Sin programa asignado o cargado
- Problemas con el brazo robótico.
- Falta de personal
- Falta de material

Los problemas no previstos, son situaciones en la cuales el usuario no puede controlar o que puede prevenir el problema, cuando esto sucede la empresa cuenta con ciertos procedimientos, instrucciones y manuales los cuales son aplicados por el personal para dar solución.

3.4 Perfil de Usuarios

Las áreas que conforman la empresa están organizadas jerárquicamente, por un Gerente de área, Coordinador (es) de procesos, Supervisor y Operadores, en ese orden se da la jerarquía, visto de una manera general se presenta una gráfica piramidal donde muestra el personal, en las diferentes áreas que conforma la empresa:

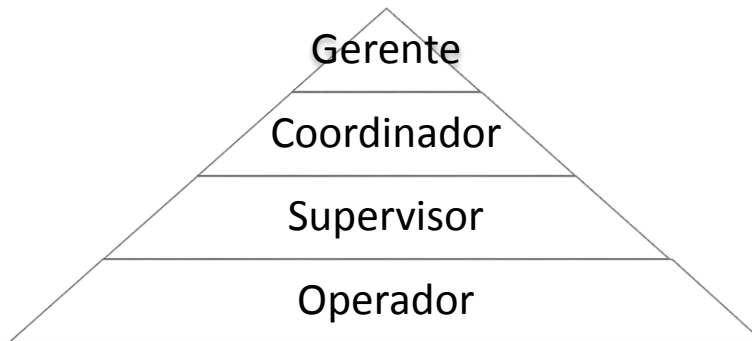


Figura 2. Grafica piramidal de jerarquía en la empresa.

En base a la pirámide de jerarquía anterior, se crearon los perfiles de usuarios, tomando en cuenta las funciones y responsabilidades del personal que tendrá acceso al “Sistema de Control de Tiempos Muertos para el Área de Inyección”

Clasificamos los perfiles de usuario en: Básico, Medio y Avanzado

Básico: El perfil para usuario nivel básico es asignado a los usuarios encargados de reportar producción en la estación de trabajo (operadores), estos usuarios son capacitados para poder utilizar los sistemas y comunicarle a su supervisor en caso de que se presente algún problema ya sea con la máquina o en la pieza inyectada.

Medio: El perfil de usuarios nivel medio es asignado al personal a cargo de una área en específico, también son encargados de los operadores del área, en la empresa son mejor conocidos como supervisores, coordinadores y gerentes, los supervisores toman decisiones dependiendo de los problemas que reportan sus operadores.

Avanzado: Este perfil es asignado a los usuarios encargados del área de sistemas ya que es el personal que cuenta con habilidades en programación y manejo de base de datos, en dado caso de que se presente algún problema con la interfaz o su funcionamiento. Nota estos usuarios contienen acceso total se debe tener cuidado a que personas se le asigna este acceso.

Permisos	Perfil de Usuarios		
	Básico	Medio	Avanzado
Selección de parámetros (Área y Problema)	✓	✓	✓
Manipulación de tiempo (cronometro)	✓	✓	✓
Manipulación de la interfaz principal.	✓	✓	✓
Consulta reciente de datos almacenados	-	✓	✓
Acceso a opciones de configuración.	-	✓	✓
Creación de reportes (Excel)	-	✓	✓
Agregar Parámetros.	-	✓	✓
Eliminación de Parámetros.	-	✓	✓
Filtración de datos.	-	✓	✓
Eliminación de datos almacenados.	-	✓	✓
Acceso a la base de datos	-	-	✓
Acceso al diseño de la interfaz gráfica.	-	-	✓
Acceso a código fuente.	-	-	✓

Tabla III. Comparación de accesos entre perfiles de usuario.

A continuación, se muestra un esquema que resume la tabla comparativa de los accesos entre perfiles:

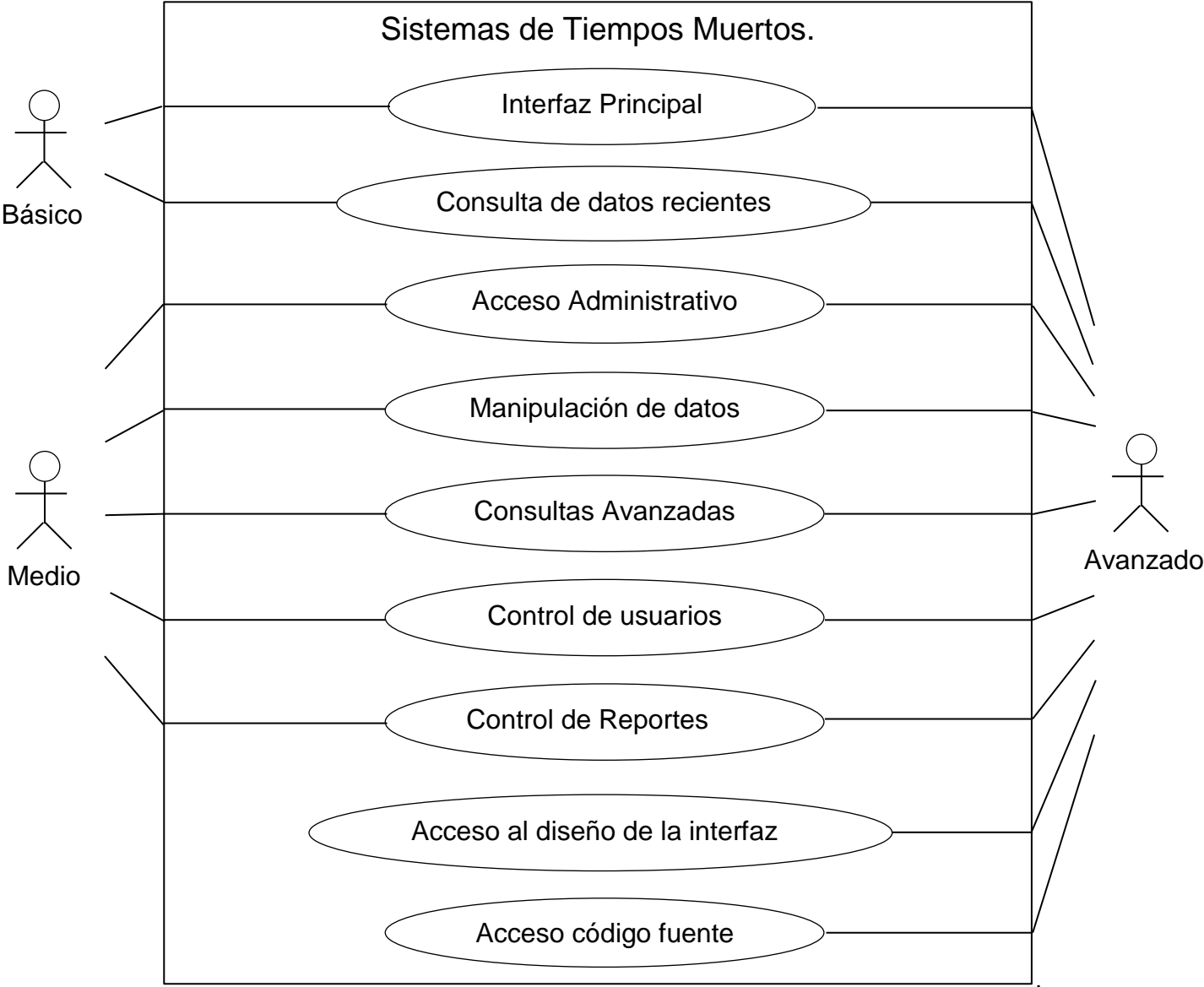


Figura 3. Diagrama de casos de uso, perfiles de usuario.

3.5 Diseño de la base de Datos

El Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección, cuenta con una base de datos, desarrollada con el nombre "Down_T", la cual tiene la función de almacenar los datos capturados por los operadores, supervisores o gerentes, también cuentan con la opción de consultar los datos que fueron

almacenados durante un día normal de producción, la base de datos cuenta con cinco tablas principales las cuales son:

- Usuario
- Recurso
- Registro
- Departamento
- Problema

TABLA USUARIO	
DATO	DESCRIPCIÓN
user_id	<i>Número de identificación para los usuarios</i>
Username	<i>Nombre del usuario.</i>
Password	<i>Contraseña única del usuario.</i>

Tabla IV. Campos que conforma la tabla “usuario” de la base de datos.

TABLA RECURSO	
DATO	DESCRIPCIÓN
rec_id	<i>Numero único de identificación de la maquina</i>
rec_name	<i>Nombre descriptivo para las máquinas.</i>

Tabla V. Campos que contiene la tabla “recurso” de la base de datos.

TABLA REGISTRO	
DATO	DESCRIPCIÓN
reg_id	<i>Numero único de identificación de datos para del reporte.</i>
user_id	<i>Numero único de identificación para los usuarios.</i>
rec_id	<i>Numero único de identificación de la máquina</i>
departamento_id	<i>Numero único de identificación para el área</i>
falla_id	<i>Numero único de identificación del problema</i>
tiempo	<i>Dato de Tiempo no productivo de las máquinas.</i>
fecha	<i>Indicador de la fecha actual en el sistema.</i>
turno	<i>Turno actual de productividad</i>

Tabla VI. Campos que contiene la tabla “registro” de la base de datos.

TABLA DEPARTAMENTO	
DATO	DESCRIPCIÓN
departamento_id	Número de identificación para las áreas.
Nombred	Nombre del área

Tabla VII. Campos que conforma la tabla “departamento” de la base de datos.

TABLA PROBLEMA	
DATO	DESCRIPCIÓN
falla_id	Numero único de identificación del problema
descproblema	Nombre del factor que detiene el proceso

Tabla VIII. Campos que conforma la tabla “problema” de la base de datos.

Las tablas mencionadas anteriormente tienen su respectiva relación entre sí para un mejor manejo de los datos, en la imagen 1.5, se muestra el diagrama de relación entre las tablas de la base de datos:

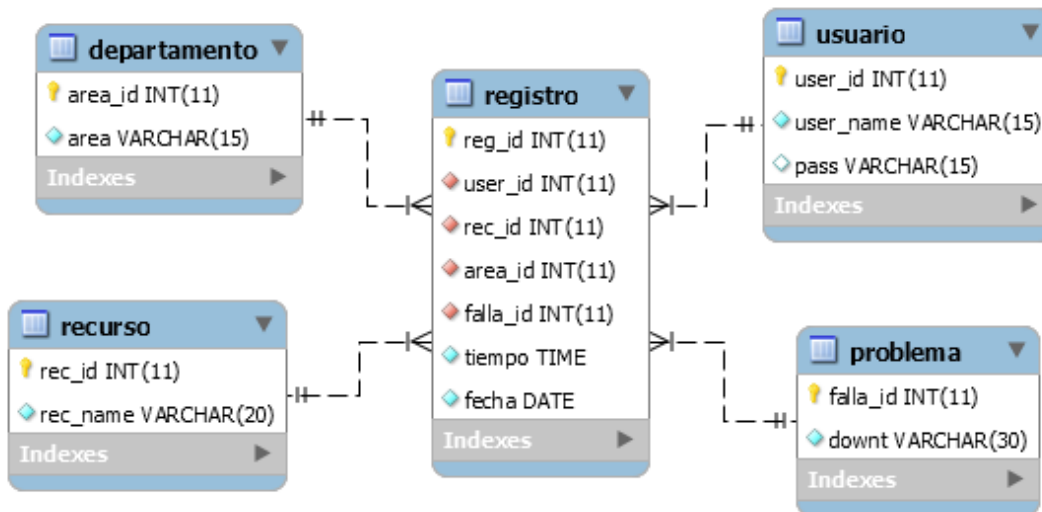


Imagen 1.5 Diagrama de relación entre las tablas de la base de datos.

3.6 Diseño del modelo a implementar

En la industria los procesos requieren de un cierto control, el cual implica la consideración de múltiples factores, cada uno de ellos con el objetivo de mantener o aumentar la producción, lo que implica el diseño de un buen controlador.

En una empresa existen problemas que esperan ser resueltos o cuando menos atenuados. Cada problema puede deberse a diferentes causas. Es imposible pretender resolver todos los problemas o atacar todas las causas al mismo tiempo.

En el diseño de sistemas, se define el proceso de aplicar ciertas técnicas y principios con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema, con suficientes detalles como para permitir su interpretación y realización física. A esta etapa se lo conoce como diseño lógico.

El objetivo que tendrá el diseño del sistema es que resulte atractivo. Hacer que la interacción con el usuario sea lo más intuitiva posible, a esto se le conoce como el diseño centrado en el usuario.

El diseño centrado en el usuario toma forma como un proceso en el que se utilizan una serie de técnicas multi disciplinares y donde cada decisión tomada debe estar basada en las necesidades, objetivos, expectativas, motivaciones y capacidades de los usuarios.

Los procesos que hacen Diseño Centrado en el Usuario se compone por las siguientes etapas:

- Conocer a fondo a los usuarios finales.
- Diseñar el producto que resuelva sus necesidades y se ajuste a sus capacidades, expectativas y motivaciones.
- Poner a prueba lo diseñado.

Para realizar el diseño correctamente se realizaron ciertas preguntas relacionadas con el usuario u operador sobre sus tareas, después tomar la información recolectada para aplicar decisiones sobre el diseño.

¿Quiénes son los usuarios?

¿Cuáles son sus tareas?

¿Qué nivel de experiencia tienen los usuarios?

¿Qué información necesitan los usuarios y de qué manera?

¿Cómo se espera funcione?

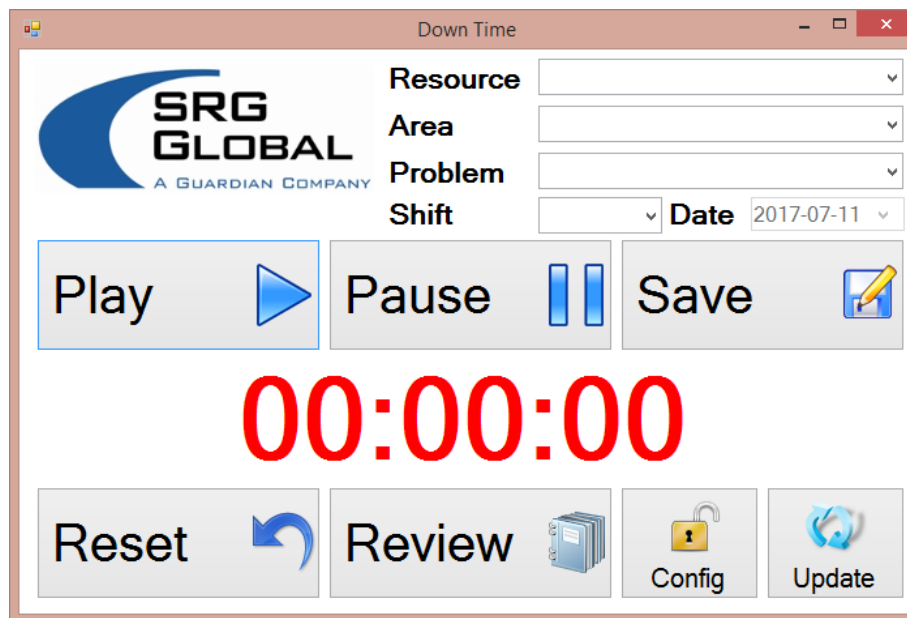
¿Cuáles son los casos más adversos?

¿Se realizarán varias tareas a la vez?

3.7 Gráfica de Usuario

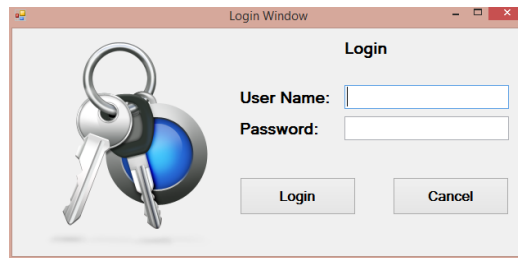
El entorno gráfico que utilizará el usuario, como medio para interactuar con el sistema, está montado sobre una serie de ventanas, donde el usuario puede acceder al sistema por medio de botones que puede pulsar con el ratón o teclado. El diseño de cada página que conforma el sistema está basado fundamentalmente en la siguiente estructura:

Imagen 1.6 Interfaz principal del sistema.



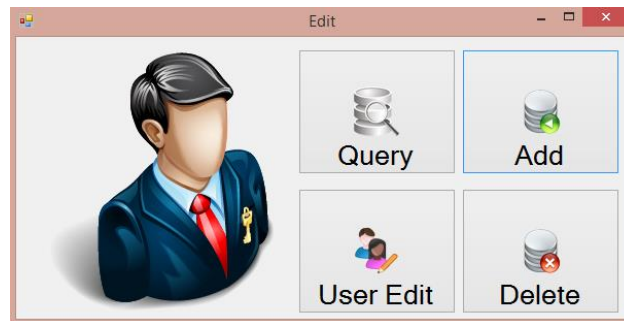
Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista.

Imagen 1.7 Interfaz secundaria acceso administrativo del sistema (Login).



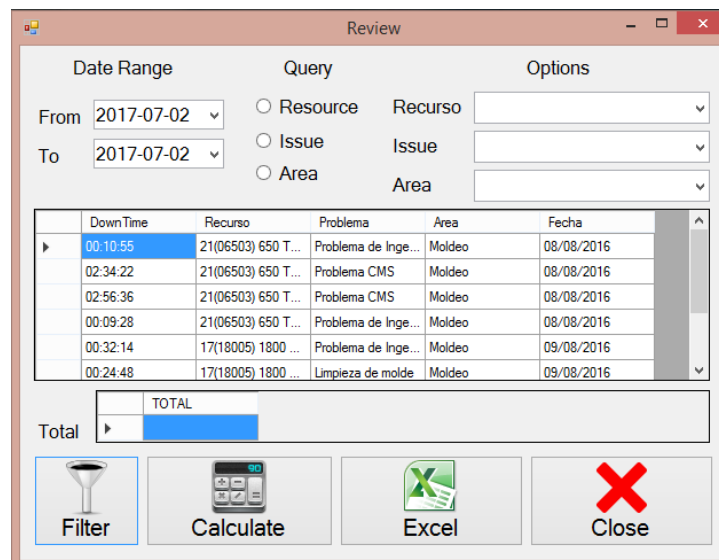
Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista.

Imagen 1.8 Interfaz secundaria del Menú administrativo (Main Menu).



Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista.

Imagen 1.9 Interfaz secundaria para la consulta avanzada de datos almacenados.



Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista.

Imagen 1.10 Interfaz secundaria para la administración de usuarios.

	usuario_id	usuariod	contraseña	descripcion
<input type="checkbox"/>	1	admin	1234	Administrad
<input type="checkbox"/>	2	user	Irapuato617	operadores
<input checked="" type="checkbox"/>	3	dgarcia	admin	Daniel Aleja
<input type="checkbox"/>	4	Iramirez	admin	Lucia Rami

Fuente: Extraída de la herramienta diseñada por el analista.

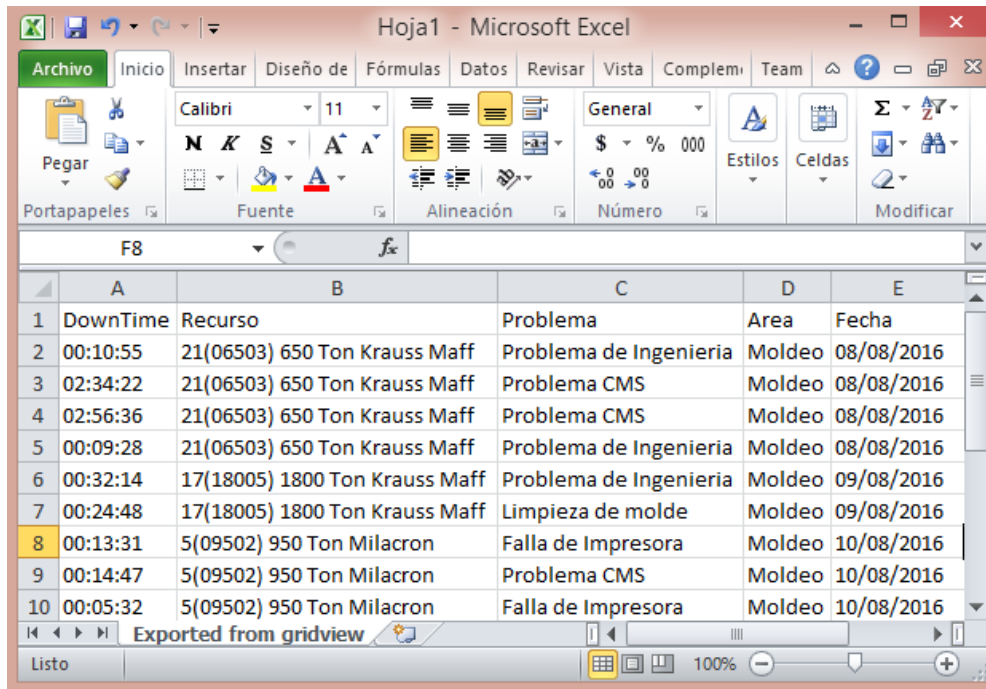
3.8 Información accesible

En la empresa, la mayoría de los usuarios necesitan presentar la información de manera formal a sus gerentes de área, de tal manera que pueda ser comprensible para ellos sin tener que ingresar al sistema directamente, para estos casos se implementó dentro del sistema, la opción para descargar la consulta realizada en el sistema y ser exportado a un archivo Excel, en el cual el usuario puede manipular los datos de manera libre sin afectar los datos reales en la base de datos.

Esta opción está en la interfaz de "Query" la cual solamente cuenta con acceso el personal a cargo del área, ya sea supervisor, coordinador o gerente.

En la imagen 1.10, se aprecia la forma en que se presentan los datos consultados al momento de seleccionar la opción en el sistema de exportación a un archivo Excel. El sistema solo exporta los datos consultados por el usuario, esto quiere

decir solo lo que se muestran en el “datagridview” al momento de realizar la consulta y evitar de esta manera datos innecesarios.



	A	B	C	D	E
1	DownTime	Recurso	Problema	Area	Fecha
2	00:10:55	21(06503) 650 Ton Krauss Maff	Problema de Ingenieria	Moldeo	08/08/2016
3	02:34:22	21(06503) 650 Ton Krauss Maff	Problema CMS	Moldeo	08/08/2016
4	02:56:36	21(06503) 650 Ton Krauss Maff	Problema CMS	Moldeo	08/08/2016
5	00:09:28	21(06503) 650 Ton Krauss Maff	Problema de Ingenieria	Moldeo	08/08/2016
6	00:32:14	17(18005) 1800 Ton Krauss Maff	Problema de Ingenieria	Moldeo	09/08/2016
7	00:24:48	17(18005) 1800 Ton Krauss Maff	Limpieza de molde	Moldeo	09/08/2016
8	00:13:31	5(09502) 950 Ton Milacron	Falla de Impresora	Moldeo	10/08/2016
9	00:14:47	5(09502) 950 Ton Milacron	Problema CMS	Moldeo	10/08/2016
10	00:05:32	5(09502) 950 Ton Milacron	Falla de Impresora	Moldeo	10/08/2016

Imagen 1.11 Exportación de datos realizado desde el sistema a un archivo Excel.

3.9 Manual Usuarios

En la empresa, los sistemas deben ser desarrollados e implementados en la misma, cada sistema que se desarrolla debe de pasar por un estándar de calidad, el cual es evaluado por el área de sistemas en general, desde analistas, coordinadores y gerentes, ellos darán su opinión sobre el sistema a implementar y mejoras que se podrían realizar sobre el mismo, una vez aprobado por el área de sistemas, se procede a notificar al área sobre la implementación del sistema, el por qué será implementado y el objetivo que se pretende con su implementación, como se realizan pruebas previamente, se instala en máquinas seleccionadas, donde el operador a cargo, tenga el suficiente tiempo laborando y conozca perfectamente cuando ocurre algún tiempo muerto de cualquier tipo.

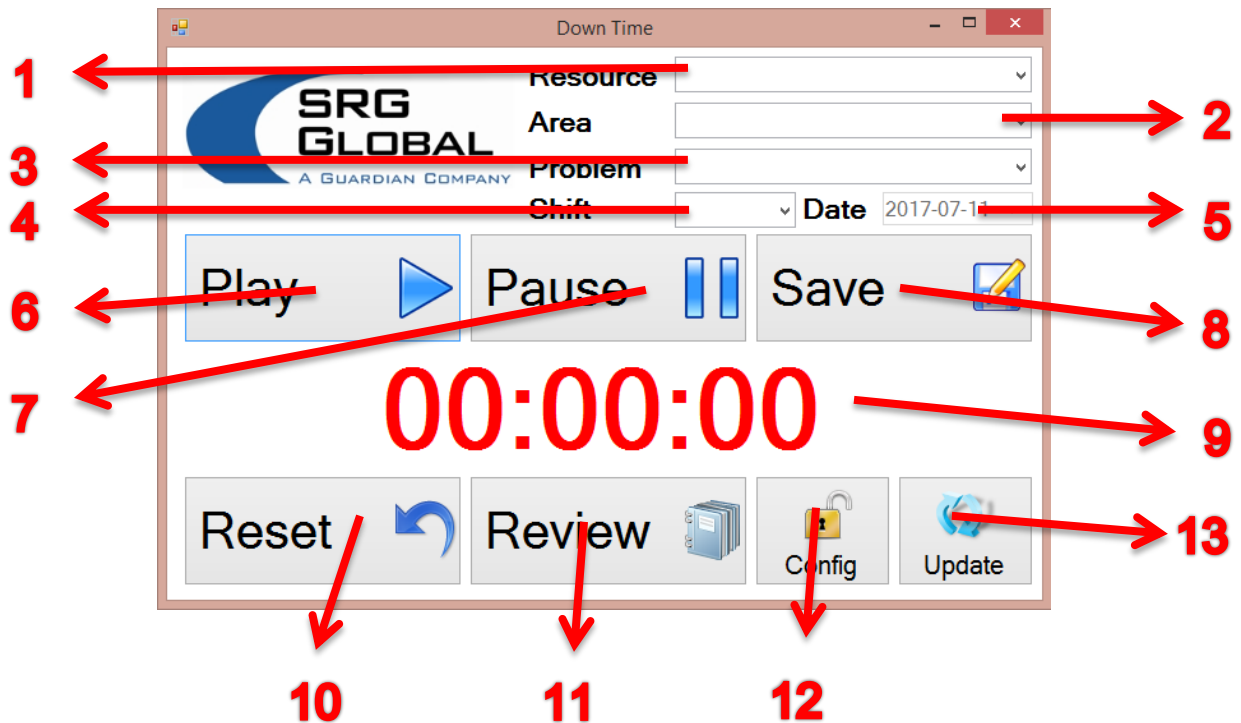
Para que los usuarios puedan utilizar perfectamente el sistema a implementar, se dará una capacitación sobre el mismo, deberá existir un Manual de Usuario que

utilizarán para conocimiento y consulta, este deberá especificar cómo utilizar el sistema paso a paso.

A continuación, se muestra el manual proporcionados a los usuarios en general:

Interfaz Principal:

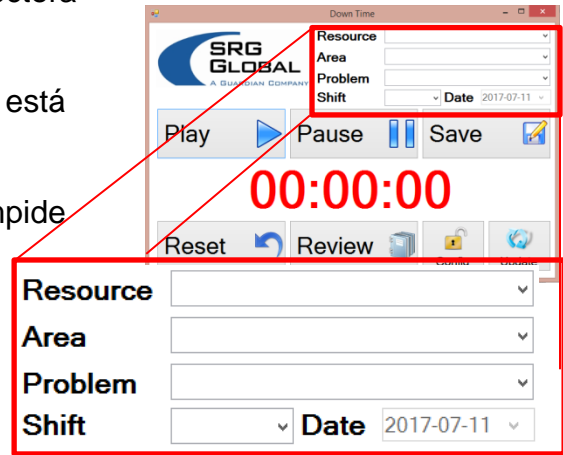
- I. Interfaz principal del sistema de tiempos muertos para Usuarios (Operadores) encargados del manejo de las maquinas inyectoras.



- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. Selección de Parámetro o Recurso | 9. Conteo del Tiempo (Cronometro) |
| 2. Selección del Área | 10. Reinicia todos los valores de la interfaz. |
| 3. Selección del Problema | 11. Registro de tiempos muertos. |
| 4. Turno | 12. Acceso solo para administradores. |
| 5. Fecha (No editable) | 13. Actualiza la interfaz. |
| 6. Inicia el Cronometro | |
| 7. Detiene el cronometro | |
| 8. Guarda Datos | |

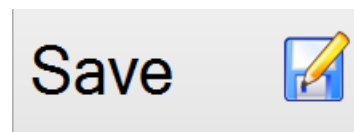
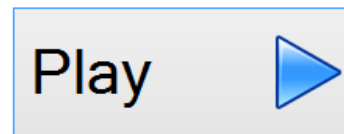
Para poder realizar un reporte correctamente, el usuario a cargo deberá de llenar los siguientes campos.

- **Resource:** Nombre de la maquina inyectora que se desea reportar.
- **Area:** Departamento donde el proceso está detenido.
- **Problem:** Mantenimiento o falla que impide que el proceso continúe.
- **Shift:** Turno en el cual ocurre el tiempo muerto.
- **Date:** Toma la fecha actual del sistema operativo (No editable).



Una vez que el usuario lleno los campos anteriores correctamente, se prosigue en manipular el tiempo del cronometro con los siguientes botones:

1. "Play". Inicia el cronómetro del sistema para el tiempo muerto, el usuario deberá de activarlo una vez que se detenga el proceso.
2. "Pause". Detiene el cronometro del sistema para el tiempo muerto, en caso de que el proceso se reanude o se solucione podrá detener el cronometro del sistema.
3. "Save". Guarda los datos capturados en el sistema del tiempo muerto reportado una vez que se solucione el problema detectado.
4. "Reset". Regresa los valores del sistema a su estado inicial para un nuevo reporte.



5. “Review”. Opción disponible para consultar el historial de tiempo muertos reportados en el turno.

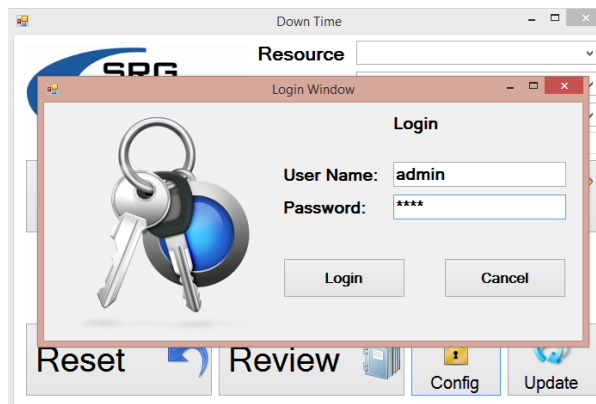


6. “Update”. Actualiza la interfaz en caso de que sean ingresados datos nuevos por alguno de los administradores.
7. “Conf”. Opción solo disponible para administradores para más información consulte el apartado administrativo.

Apartado Administrativo

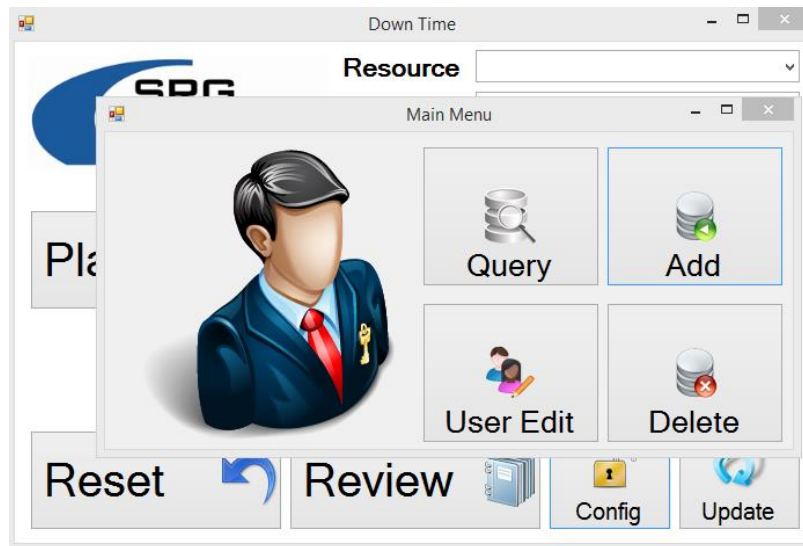
El sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, cuenta con opciones para el personal a cargo del área (Supervisores, Coordinadores, Gerentes y Personal IT) tengan acceso al sistema con la opción llamada “conf”, por medio de un usuario asignado, esta opción esta diseñada para que puedan dar de alta ya sea maquinas inyectoras nuevas que lleguen al área, dar de alta nuevos problemas identificados en el área, consulta de datos avanzada, por rango de fecha o dar de alta a personal nuevo en el sistema.

Para entrar a la opción “conf” se requiere de credenciales de acceso, que son asignadas al personal que cuenta con perfil de nivel medio o avanzado.



Estas credenciales darán acceso al menú administrativo del sistema, con el cual podrá realizar diferentes tareas, dependiendo lo que el usuario requiera.

Main Menu (Ventana secundaria de administración).



Main Menu – Cuenta con las siguientes opciones, opción solamente accesible para usuarios con perfil medio o avanzado:

- Query: Opción que permite a los usuarios realizar consultas en los datos reportados de una manera avanzada y ser exportados a un archivo Excel para una mejor manipulación, a continuación se muestra la interfaz de consulta:

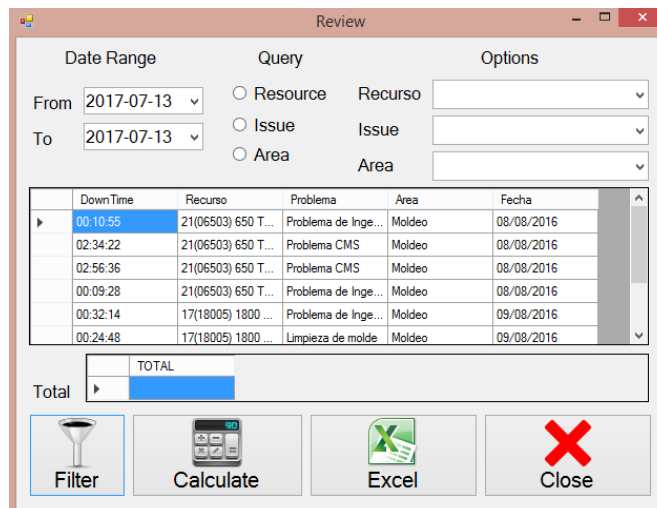


Imagen Extraída por el diseñador del sistema

- Add: Opción que permite al usuario dar de alta nuevos recursos (maquinas) o problemas nuevos que se presenten o que no se encuentren en el sistema.
- Delete: Esta opción realiza una consulta de todos los datos registrados actualmente desde el más antigua hasta el más reciente, por lo cual permite al usuario eliminar registros.
- User Edit: Administrador de los usuarios, permite realizar lo siguiente: crear, modificar, buscar o eliminar a usuarios, la interfaz de uso se muestra en la siguiente imagen:

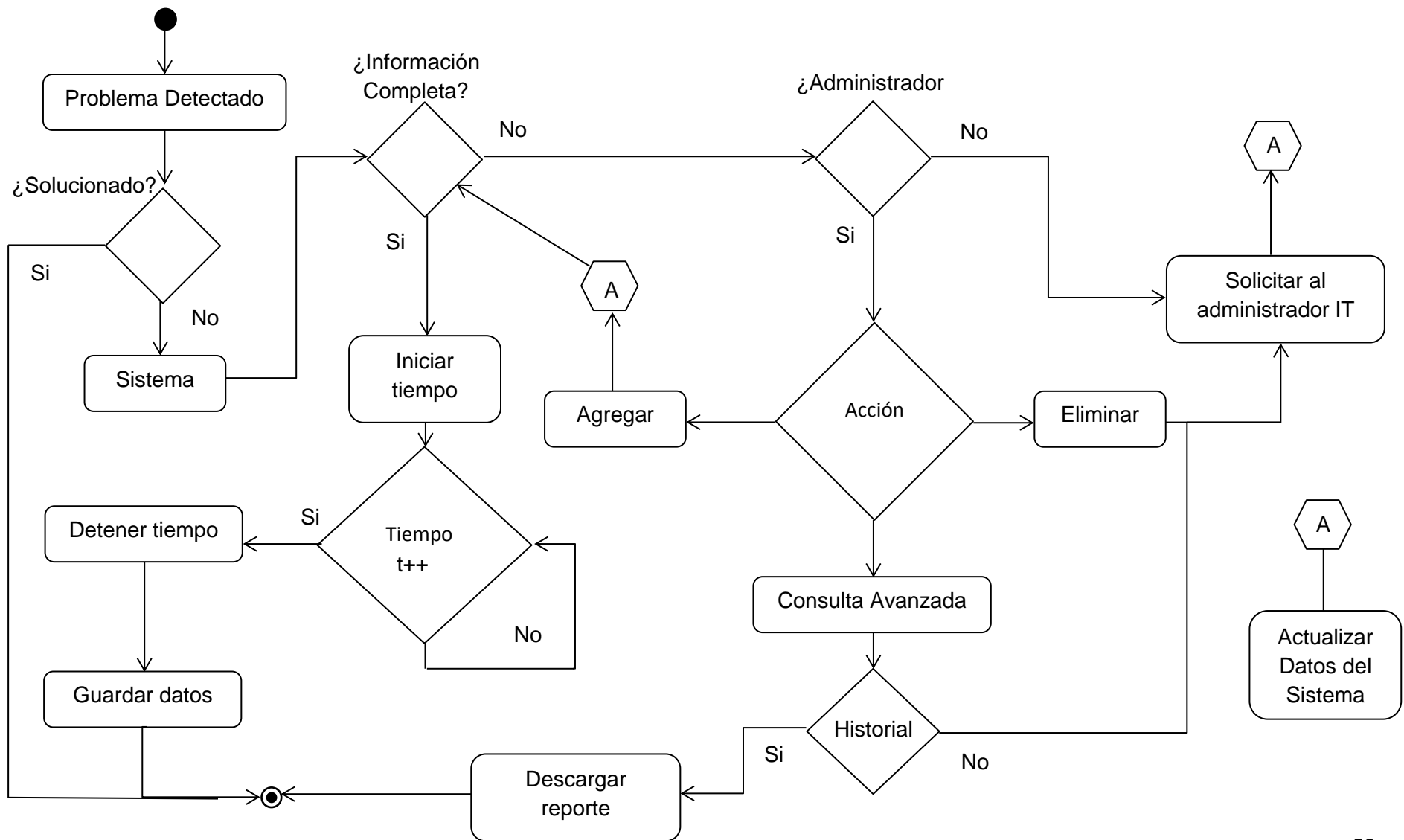
The screenshot shows a window titled "USER REGIST" with a standard Windows-style title bar. The window is divided into several sections:

- User Dates:** Contains input fields for "ID:" (value: 3), "USER:" (value: dgarcia), "PASSWORD:" (value: admin), "CONFIRM PASSWORD:" (empty), and "DESCRIPTION (Name):" (value: Daniel Alejandro Garcia).
- Action:** A vertical stack of buttons: "Registrar", "Update", "Search", "Delete", and "Cancel".
- Dates:** A "SEARCH:" input field.
- Table:** A table with columns: "usuario_id", "usuariod", "contraseña", and "descripcioi". The table contains four rows of data, with the third row (ID: 3, user: dgarcia) highlighted in blue.

	usuario_id	usuariod	contraseña	descripcioi
<input type="checkbox"/>	1	admin	1234	Administrad
<input type="checkbox"/>	2	user	Irapuato617	operadores
<input checked="" type="checkbox"/>	3	dgarcia	admin	Daniel Aleje
<input type="checkbox"/>	4	Iramirez	admin	Lucia Rami

Imagen Extraída por el diseñador del sistema

Figura 4. Diagrama de actividades, muestra el proceso para el correcto uso del sistema de tiempos muertos.



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Introducción a las pruebas

El presente proyecto, se realizó en el área de moldeo donde se realiza el proceso de galvanoplastia, debido a la necesidad de tener un correcto control sobre los tiempos no productivos en el área, donde el personal a cargo del área, estuvo de acuerdo en el desarrollo de un sistema para el análisis correctivo de los tiempos muertos, con el objetivo de que por medio de la información generada, realicen mejoras continuas en el área, para reducir o eliminar los tiempos muertos presentados, logrando la mejorar e incrementar la productividad en las máquinas inyectoras actuales.

La fase de pruebas se compone en dos partes, en las cuales se describe la implementación, capacitación, disponibilidad, comparación de sistemas, análisis de información y resultados finales, las pruebas fueron realizadas mediante un plan de actividades.

Al momento de realizar la implementación del “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, varias máquinas contaban con producción crítica, por lo cual los supervisores y gerentes a cargo del área, no permitieron que se realizara una implementación completa en el área de inyectado, esto ocasionó que el proceso de pruebas se realizara a menor escala, iniciando la implementación en tres estaciones de trabajo y capacitando a un total de quince personas.

La empresa cuenta con una alta demanda de producción, esto ayudo a recopilar suficiente información durante el periodo de prueba donde se analizaron los factores como la disponibilidad del sistema esto gracias a los operadores los cuales reportaban si no contaba con ningún inconveniente al reportar un tiempo muerto con el sistema, la amabilidad del sistema para reporta tiempos muertos en

comparación del CMS sistema actual instalado y lo más importante, la utilidad de la información recopilada durante la jornada de trabajo.

4.2 Primera Fase

En esta tesis; los datos que se muestran a continuación de tiempo no productivos fueron modificados con el fin de mostrar el objetivo, ya que la empresa se reserva todos los derechos de información.

4.2.1 Implementación

El proceso de implementación del sistema, es un proceso constituido por un conjunto de actividades interrelacionadas, las cuales permiten realizar una actividad industrial.

Para una correcta implementación del sistema se analizaron las actividades mediante algunas preguntas como: *¿Qué se implementará? ¿Cuándo? ¿Cómo? Y ¿Por qué? ¿Quién tendrá relación directa con el sistema? Y ¿en qué otras áreas se puede implementar?*

El sistema para el control de tiempos muertos esta implementado en el área de inyección en el cual se realiza el proceso de modelado de piezas plásticas, el sistema no fue implementado de lleno en todas las estaciones de trabajo con las que cuenta el área, por lo tanto, se optó por instalar el sistema, en un solo algunos equipos de trabajo, donde se asignó un operador base para cada turno.

4.2.3 Capacitación.

Las capacitaciones se imparten con la finalidad de lograr objetivos establecidos por las organizaciones, sin embargo, muchas de estas organizaciones piensan que la capacitación es un gasto inútil de tiempo, sin aceptar que la capacitación al personal se trata una de las mejores inversiones para toda la empresa.

La capacitación fue dirigida prioritariamente, a los supervisores del área de inyección, los cuales son los encargados de los operadores que trabajan directamente en las estaciones de trabajo donde se implementó el sistema; el supervisor cuenta con el conocimiento suficiente sobre su personal y el área, por lo cual nos proporcionó la información necesaria para seleccionar los usuarios adecuados e información sobre las maquinas inyectoras, en las cuales se pueda implementar sin afectar a producción en el periodo de pruebas.

Los supervisores recibieron dos tipos de capacitaciones:

- Capacitación visual: Realizada de manera personal e individual con cada uno de los supervisores, explicando la manera correcta la forma de utilizar el sistema, donde ellos mismo tenían interacción directa con la interfaz.
- Capacitación escrita: Proporcionando un manual de apoyo realizado especialmente para los usuarios encargados de la estación de trabajo, descrito en el apartado 3.9 de la página 49, con el cual puedan consultar los pasos para un correcto uso.

La capacitación se realizó solo a los supervisores del área de inyectado, para que de esta manera el supervisor haga llegar la información a su personal, conforme el sistema se fue implementando en las diferentes estaciones de trabajo, el supervisor de cada turno realizó la capacitación a cada uno de sus operadores, para aprender a manipular el sistema y de esta manera obtener la información, que será la que nos permita la toma de decisiones para una mejora continua.

4.2.4 Comparación entre Sistemas

La empresa, cuenta con un sistema llamado CMS, con el cual reportan la producción diaria en las máquinas inyectoras, este sistema cuenta con la opción de poder reportar tiempos muertos; sin embargo la manera de reportarlo, no es muy amigable para los operadores ya que para poder reportar tiempos muertos, deben de introducir códigos numéricos o alfanuméricos, que resulta difícil que los operadores se los memoricen, otro punto a tomar en cuenta es la dificultad de generar un reporte, a pesar de que el sistema CMS cuenta con accesos restringidos hacia los usuarios, para poder generar un reporte en este caso el supervisor deberá solicitar un acceso especial para poder ingresar a un “menú” en el sistema CMS por medio de un código alfanumérico, posteriormente seleccionar los campos necesarios para que el sistema CMS genere el reporte y por ultimo seleccionar otras opciones en el sistema para finalmente imprimir el reporte.

El “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, a diferencia del sistema CMS, esta cuenta con una interfaz amigable la cual facilita la selección de información para el usuario, que cuenta con la opción de seleccionar la información necesaria dependiendo en la estación de trabajo que se encuentre el operador; para realizar poder realizar una buena comparación entre los sistemas se tuvo que conocer directamente la opinión de los usuarios que lograron manipular la interfaz del sistema.

En la Tabla IX, se muestra la comparación donde se puede apreciar, la diferencia entre el sistema actual y el sistema implementado:

Características	CMS	Sistema implementado
Interfaz Gráfica (Usuario)	Complejo	Amigable
Requerimiento de instalación	Java	-
Compatibilidad con Windows	Media	Alta
Información Almacenada (Datos)	Red (Corporativo)	Localmente (Servidores/Empresa)
Conectividad	Red	Red
Acceso a la información.	Personal Autorizado	Personal Autorizado
Software	Industrial/Empresarial	Local
Control del Diseño	Restringido	Personal IT
Acceso a la base de datos	Restringido	Personal IT
Código Fuente	Restringido	Personal IT

Tabla IX. Tabla comparativa entre Sistema actual a sistema implementar

Para obtener una mejor opinión sobre el “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” se realizó una serie de preguntas a los usuarios principales (operadores).

La encuesta se compone de siete preguntas sencillas para el usuario y los supervisores, en las cuales se les pregunto a grandes rasgos sobre el sistema

actual (CMS), el sistema nuevo implementado, amabilidad de la interfaz, sobre la información proporcionada y sobre la capacitación

Sistemas de Tiempo Muerto (SRG Global)	Malo	Regular	Bueno
1. ¿Cómo te parece el sistema actual (CMS) para reportar tiempos muertos?			
2. ¿Cómo te parece el nuevo sistema para tiempos muertos?			
3. ¿Qué opinas de la nueva vista para reportar tiempos muertos?			
4. ¿Cómo describirías la manera de reportar tiempos muertos en el nuevo sistema?			
5. ¿Qué te parece la información que proporciona el nuevo sistema?			
6. ¿Cómo fue tu capacitación?			
7. ¿Cuál es tu opinión del manual de usuario proporcionado?			

Observaciones: _____

Imagen 1.12 Formato de encuesta para el personal en general.

La encuesta fue realizada a los operadores asignados a las estaciones de trabajo donde fue implementado, en total de quince personas a las cuales se le realizó la encuesta, en la cual se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la siguiente tabla:

	1	2	3	4	5	6	7
Bueno	4	8	14	15	7	3	5
Regular	1	4	1	0	7	9	8
Malo	9	3	0	0	1	3	2

Tabla X. Resultados obtenidos por medio de la encuesta.

Nota: La calificación negativa en la primera pregunta es referencia de la amabilidad del sistema actual.

Para mejor visualización de los resultados, a continuación, se muestra una gráfica de los datos obtenido en la encuesta realizada a los operadores, lo cuales fueron encargados de manipular el “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” en las estaciones de trabajo respectivas.

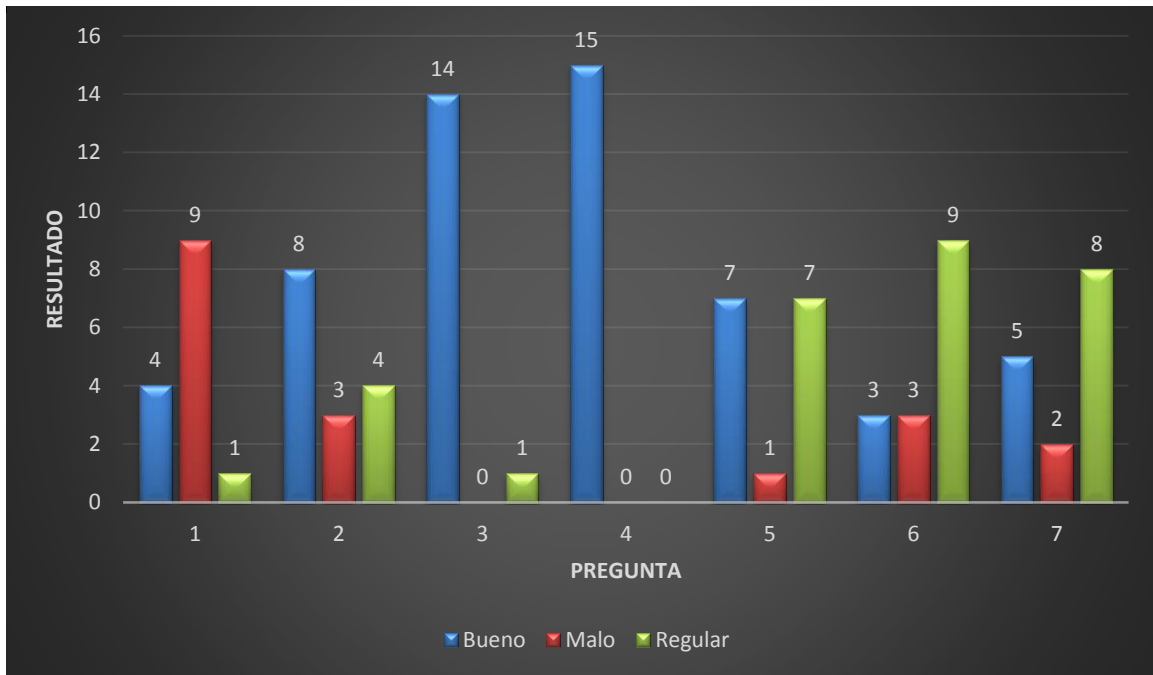


Figura 5. Grafica de resultados obtenidos por la encuesta.

Los resultados obtenidos, fueron positivos mediante la encuesta realizada demostraron que el diseño del “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” implementado, era lo suficientemente amigable en comparación al sistema utilizado en la empresa (CMS); con estos resultados dieron paso a las siguientes pruebas.

4.2.5 Disponibilidad del Sistema

Para que la prueba de disponibilidad fuera lo más acertada posible, se realizó por un lapso aproximado de 35 días consecutivos, en las tres estaciones de trabajo donde el sistema implementado trabajo sin ningún problema, en los cuales se validó compatibilidad con el sistema operativo, si la interfaz presentaba ciclos o

bugs al momento de ser utilizada, pero o principal donde los usuarios pudieran disponer del sistema en todo momento por lo cual, se les solicito a los operadores a cargo de las estaciones de trabajo, que notificaran cualquier anomalía que presentara el sistema, ya sea al momento de estar reportando un tiempo muerto, corriendo el sistema o ya en su funcionamiento.

Una de estaciones de trabajo, presento detalles al momento de utilizar la aplicación ya que tenía problemas de lentitud o pérdida de comunicación hacia la base de datos, mismos detalles que presentaba al usar el sistema de productividad; esto provoco que se cambiara la conexión de la estación de inalámbrico a conexión cableada (Ethernet).

El comportamiento de la aplicación en los 35 días (840 horas) de prueba, recibimos una respuesta satisfactoria, mostrando una disponibilidad del 99.99% en general en los tres equipos; como el periodo de prueba de disponibilidad fue muy largo se aprovechó para la obtención de datos.

4.3 Segunda Fase

Los resultados que se muestran a continuación fueron realizados durante un tiempo predeterminado de prueba, donde se comprobaba la disponibilidad del sistema y de esta manera agilizar el proceso de implementación completa en el área de moldeo, estos resultados fueron obtenidos en el mes de Julio del año 2017. La empresa se reserva todos los derechos de los datos que se muestran en este apartado.

Antes de iniciar la prueba de reporte de datos se creó un formato llamado “Hoja de Verificación para Tiempos Muertos”, este reporte nos serviría de apoyo, en el cual los operadores a cargo de la maquina inyectora, reportaban sobre el sistema de forma manual, en la hoja de verificación para tiempos muertos; aunque esto implicaba duplicar el trabajo, reporte manual y reporte por el sistema implementado, se les explico en su momento a los operadores la importancia de realizar la actividad de esta manera y que la actividad solo sería temporal. Dicha

actividad nos permitiría comparar los resultados obtenidos desde el sistema y los datos anotados en la hoja de verificación para tiempos muertos, si la información coincide, tendremos la certeza del funcionamiento del sistema.

		Hoja de verificación para Tiempos Muertos		
		Supervisor:		Fecha:
Hora productiva:		Área:		
Máquina (Recurso):				
Nº	Problema	Turno	Hora de Inicio	Hora Finalización
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Figura 6. Formato de la hoja para la verificación de tiempos muertos.

El intervalo de tiempo para el uso de la hoja duro una semana, para que de esta manera los administradores del sistema pudieran confirmar los datos reportados en la hoja de verificación y almacenados en el sistema.

4.3.1 Resultados en periodo largo.

Estos fueron algunos de los problemas obtenidos por medio del “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección” implementado que se detectaron en el área durante el lapso de prueba, estos datos se muestran en la Tabla XI, con los problemas obtenidos en cada máquina inyectora durante el periodo de un mes en el área de inyección.

Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Cambio de Molde	Cambio de Molde	Cambio de Molde
Falta de Dispositivo	Tarjetas Kan-Ban	Falta de Dispositivo
Sin Programa	Falla de Carga Directa	Cambio de Cortadores
Falla de Brazo	Limpieza Molde	Default “Down Time”
Default “Down Time”	En espera de arranque	Falla Carga Directa
	Default “Down Time”	Falla Dispositivo
	Falta de Dispositivo	

Tabla XI. Problemas detectados en las máquinas inyectoras en un mes.

A continuación, en la tabla XII, se muestra los resultados reales en horas indicando el top tres de tiempos más significativos en cada una de las máquinas.

PROBLEMA	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Cambio de molde	49.46 hrs	6.05 hrs	60.18 hrs
Falta de dispositivo	12.30 hrs	-	5.84 hrs
Sin programa	5.5 hrs	-	-
Tarjetas kan-ban	-	8.52 hrs	-
Limpieza de molde	-	3.4 hrs	-
Falla de brazo	26.5 hrs	-	5.7 hrs
Falla de carga directa	-	2.5 hrs	-
En espera de arranque(Pruebas)	-	13.63 hrs	-
Cambio de cortadores	-	-	3.27 hrs

Falta de dispositivo	-	20.91 hrs	31.83 hrs
Default “down time”	17.78 hrs	38.34 hrs	38.96 hrs

Tabla XII. Datos obtenidos en las máquinas inyectoras durante un mes.

Para una mejor apreciación de datos, se seleccionó el top 3 de los tiempos muertos más significativos, en cada una de las máquinas en las que fue implementado el sistema y de esta manera graficar los resultados.

Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Cambio de Molde	Pruebas	Cambio de Molde
Falla de brazo	Falta de Dispositivo	Falta de Dispositivo
Default Down Time	Default Down Time	Default Down Time

Tabla XIII. Top 3 de tiempos muertos obtenidos durante el periodo mensual.

En la Figura 7 se puede apreciar el top 3 de tiempos muertos recopilados de la Tabla XIII que se presentaron en las máquinas inyectoras donde fue implementado el sistema:

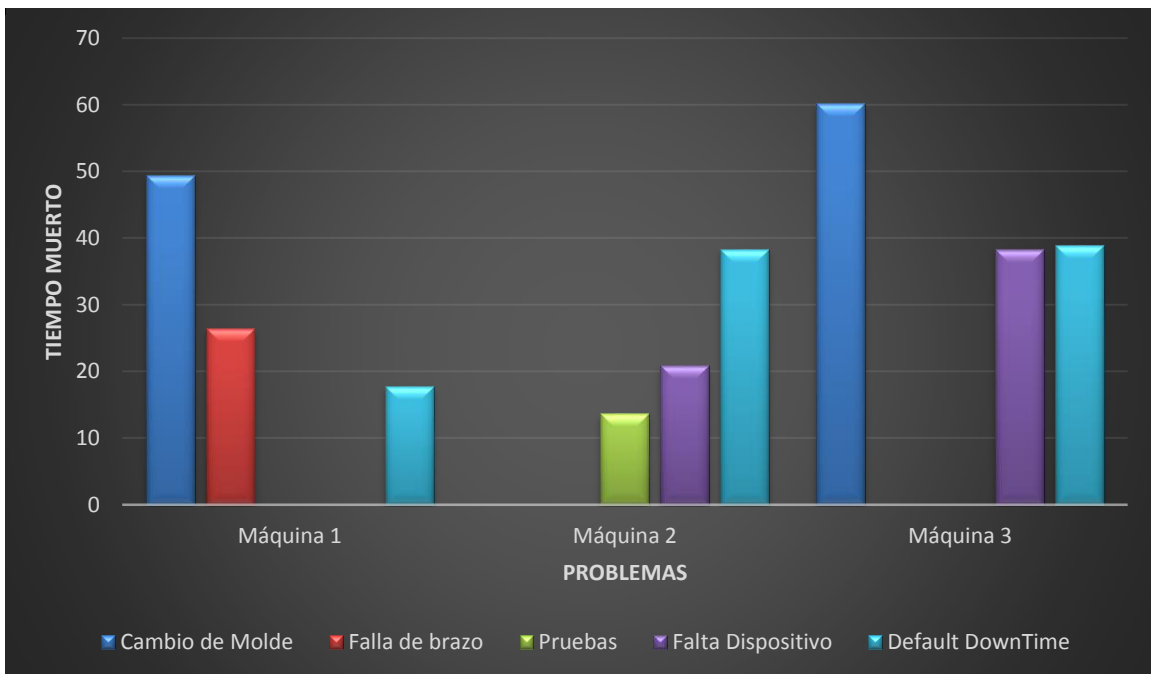


Figura 7. Gráfica del top 3 de tiempos muertos por el periodo de un mes.

Una vez tomados los tiempos muertos más significativos en cada una de las tres máquinas inyectoras se procedió a calcular la eficiencia utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(\text{Dias} * 24) - (\text{Tiempo Muerto total})}{\text{Dias} * 24} * 100$$

Figura 8. Fórmula utilizada para medir la eficiencia en las maquinas inyectoras.

Esta fórmula es utilizada para medir la eficiencia de la máquina, el cual solo aplica para un rango de tiempo predeterminado, como en este caso la recopilación de datos fue durante el periodo de un mes, a continuación, se muestra la eficiencia de las máquinas inyectoras basándonos solamente en los datos del top 3 de tiempos muertos más significativos.

Máquina 1

Datos:

Tiempo Muerto	Horas
Cambio de Molde	49.46
Falla de Brazo	26.5
Default “Down Time”	17.78
<u>Total</u>	<u>93.74</u>

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(30 * 24) - (93.74)}{(30 * 24)} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(720) - (93.74)}{(720)} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{626.26}{720} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{86.98 \%}$$

Máquina 2

Tiempo Muerto	Horas
Default “Down Time”	38.34
Falta de dispositivo	20.91
En espera de arranque (Pruebas)	13.63
<u>Total</u>	<u>72.88</u>

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(720) - (72.88)}{720} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{89.87\%}$$

Máquina 3

Tiempo Muerto	Horas
Cambio de Molde	60.18
Default “Down Time”	38.96
Falta de dispositivo	31.83
<u>Total</u>	<u>137.46</u>

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{720 - 137.46}{720} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{80.90}$$

Para la empresa para las máquinas inyectoras sean consideradas productivas, el porcentaje de eficiencia de cada una de ellas debe estar arriba del 90%, por lo cual se demuestra en los ejemplos anteriores que ninguna de las máquinas inyectoras cumple el objetivo de eficiencia, tomado en cuenta que no se tomaron todos los datos para el cálculo si no solamente el Top 3 de tiempo más significativos en cada una de las máquinas.

4.3.2 Resultados periodo corto

Por solicitud del personal, también se les proporciono a los encargados del área los datos durante un periodo de tiempo más corto, en el cual se optó por analizar los tiempos muertos durante el periodo de tiempo de un día, el cual fue seleccionado aleatoriamente sobre los datos ya reportados en el sistema, esto con el fin de poder analizar los datos en un rango menor de tiempo y poder analizar los problemas que se presenta en un día común de producción, en la tabla XIV se muestra el top 3 de tiempos muertos adquiridos durante el periodo de un día.

Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Cambio de Molde	En espera de arranque	Cambio de Molde
Sin programa	Limpieza de Molde	Falta de Dispositivo
Falla de Brazo	Falla de Carga Directa	Falla de Brazo

Tabla XIV. Top 3 en tiempos muertos obtenidos durante el periodo de un día

En la tabla XV, se muestra los valores en horas de producción perdida, a causa de los diferentes problemas presentados en las máquinas por el periodo de un día.

PROBLEMA	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3
Cambio de molde	1.95 hrs	-	2.13 hrs
Falta de dispositivo	-	-	3.14 hrs
Limpieza de molde	-	.24 hrs	-
Falla de brazo	.21	-	.52 hrs
Falla de carga directa	-	.55 hrs	-
En espera de arranque(Pruebas)	-	.28 hrs	-
Sin Programa	2 hrs	-	-

Tabla XV. Datos obtenidos en las máquinas inyectoras durante un día.

En la imagen 9, se puede apreciar el top 3 de tiempos muertos graficados de la tabla XV que se presentaron en el periodo de un día, en las máquinas inyectoras donde fue implementado el sistema:

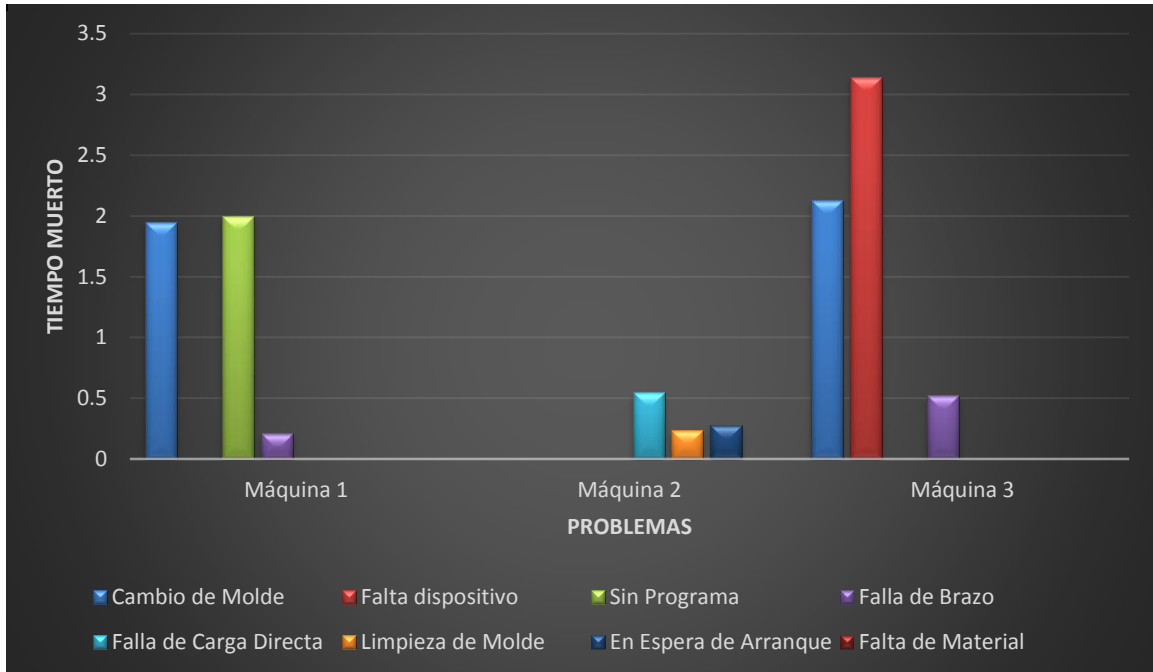


Figura 9. Gráfica del top 3 de tiempos muertos en las tres máquinas inyectoras por el periodo de un día.

A continuación, se muestra la eficiencia en las máquinas inyectoras con los datos obtenidos durante el periodo de un día normal de producción, para esto se aplicó la misma fórmula del apartado 4.3.2, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Máquina 1:

Dato:

Tiempo Muerto	Horas
Sin Programa	2 hrs
Cambio de Molde	1.95 hrs
Falla de brazo	.21 hrs
<u>Total</u>	4.16

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(24) - (4.16)}{24} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{82.66}$$

Máquina 2:

Dato:

Tiempo Muerto	Horas
Falla de carga directa	.55
En espera de arranque (pruebas)	.28
Limpieza de moldeo	.24
<u>Total</u>	<u>1.07</u>

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(24) - (1.07)}{24} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{95.54}$$

Máquina 3:

Dato:

Tiempo Muerto	Horas
Cambio de Molde	3.14
Falta de dispositivo	2.13
Falla de brazo	.52
<u>Total</u>	<u>5.79</u>

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{(24) - (5.79)}{24} * 100$$

$$\% \text{ Eficiencia} = \mathbf{75.87}$$

Los datos de eficiencia muestran claramente que en un día normal de productividad, las máquinas inyectoras están por debajo de la eficiencia requerida por la empresa el cual es un 90% diario.

CONCLUSIONES

Unas de las principales pérdidas de producción, son causados por los materiales, herramientas, máquinas, operadores y el ambiente, debido a cualquier de estas fuentes aparece en forma aleatoria. Estas causas comunes representan 75 a 80 por ciento de la variación en el resultado del proceso de producción.

En la evaluación del sistema actual para el control de tiempos no productivos, se identificó la complejidad que tenían los usuarios al reportar un tiempo no productivo en el sistema y aún más complicado generar un reporte, ya que muy pocos usuarios comprendían los pasos para generar los reportes, al final de cada turno, al mismo tiempo el personal desconocía el hecho de solicitar ciertos acceso al corporativo, produciendo que la información almacenada se quedara en el sistema sin ninguna funcionalidad.

La herramienta elaborada para el control de tiempos muertos, está desarrollado conforme a las necesidades del usuario, tomando en cuenta los factores como el área para el que sería desarrollado, los parámetros necesarios para un correcto registro de la información; analizando el sistema actual cambiando por completo el aspecto para el “Sistema para el Control de Tiempos Muertos en el Área de Inyección”, de tal manera que los usuarios pudieran interactuar con el sistema sin tanta complejidad.

Tanto el sistema actual como el sistema a implementar contaban con el proceso de recolección automática de información, se requirió que para el nuevo sistema tuviera una manera donde los usuarios puedan tanto ingresar, consultar, eliminar los datos almacenados, para de esta manera poder presentar la información almacenada a través de reportes en un entorno manipulable.

Uno de los puntos importantes un detalle que se presentó en el sistema actual, era la comunicación del sistema; el sistema actual depende de los enlaces de internet, si el enlace principal llegaba a perderse, el registro del tiempo muerto se detiene generando incongruencia en la información almacenada, para esto el

sistema fue implementado de manera local en la empresa con su respectiva base de datos en uno de los servidores físicos lo cual permite un continuo y correcto control de tiempo muertos.

Durante el periodo de tiempo de pruebas, se observó que los tiempos muertos más comunes, son tiempos generados por un mal planificación al momento de realizar cambios en las máquinas inyectoras (Moldes) y desperdicios durante la producción (SRAP), lo cual provoca un retraso al momento de abastecer las áreas, ocasionando pérdidas monetarias y de tiempo significativas para la empresa.

REFERENCIAS

- [1] Rosendo Galván Trejo (2014), *Reducción de tiempos muertos en la máquina 103*. Tesis inédita, Universidad tecnológica de Querétaro.
- [2] Modelo de máquina inyectora “Demag Ergotch”.
- [3] Diagramas de Ishikawa - https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa
- [4] Alba Elubia Calel Lopez (2014), *Diagnostico para reducir tiempos muertos en un restaurante, propuesta de un programa de capacitación y desarrollo del personal en énfasis en la administración del tiempo para el alcance de metas*, Universidad Rafael Landívar en Retalhuleu. Licenciatura en Psicología Industrial/Organizacional.
- [5] Ricardo Francisco Perez Benavides (2003), *Reducción de tiempos muertos de operación usando seis sigmas*, Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,
- [6] Diaz Leon Clara y Jiménez Miranda Gloria Lesly (2009), *Desarrollo de un plan de mantenimiento en industrias plásticas Martin para reducir los tiempos muertos e incrementar la productividad*. Instituto Politécnico Nacional, México. DF. Ingeniería Industrial.
- [7] Andrea Priscila Xitumul Álvarez (2009), *Diseño e implementación de un sistema de control de tiempo no productivos para la mejora de la eficiencia en una línea de producción de bebidas carbonatadas*, Universidad de San Carlos Guatemala, Ingeniero en Mecánica Industrial.
- [8] Miriam Adela Morán Marroquín (2008), *Estudio de tiempos y movimientos para la reducción de costos e incrementos de la eficiencia en una industria de camas*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ingeniería Mecánica Industrial.

[9] Marcela Elizabeth Yáñez Merchán (2010), *Reducción del Tiempo en el cambio del Rodillo cliché en una fábrica convertidora de papel*, Escuela superior politécnica del litoral de Ecuador, Ingeniería Industrial.

[10] Riofrio Sabando Marios Israel (2012), *Disminución de tiempos improductivos en la confección e instalación de serpentines de refrigeración en la empresa CONFRINA*, Universidad de Guayaquil facultad de ingeniería industrial, Ingeniería Industrial.

[11] Isaí Rodríguez Tomas (2011), *Metodología para reducir tiempos de paro en una línea de producción de etiquetas*, Instituto Politécnico Nacional, México. D.F., Ingeniería Industrial.

[12] Luz Natalia Cardona Londoño y Juan Diego Sanz (2007), *Proyecto propuesta de mejora de métodos y determinación de los tiempos estándar de producción en la empresa G&L*. Universidad tecnológica de Pereira.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Epicor (CMS) – Software discreto para administración de inventario* - <https://www.epicor.com/products/cms.aspx>
2. <https://web.workmeter.com/es/index.html>
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Scrap>
4. *Enciclopedia Libre “Tiempo Muerto”. Definiciones* - <https://en.wikipedia.org> consultado 06/03/2017
5. *Material de apoyo para elaboración de la base de datos y Lenguaje C#.* Desarrollado por el Dr. Sergio Eduardo Ledesma Orozco - <http://www.ingenierias.ugto.mx/profesores/sledesma/documentos/>
6. *Material de conocimiento sobre la empresa SRG Global a Guardia Company.* - <http://www.srgglobal.com/>, consultado 13/03/2017
7. *Ing. Juan Manuel Castrejón – Gerente del Área de Sistemas en SRG, asesor de información referente a las áreas de producción de la empresa y la manipulación de datos.*
8. *Ing. José Alfredo Marín – Coordinador del área de Sistemas en SRG, asesor en el diseño de la interfaz gráfica e implementación del sistema*
9. *Prodasis – Definición de tiempos muerto, empresa dedicada a mejorar la productividad de manufactura* <http://www.prodasis.com/>. consultado 04/04/2017

APÉNDICE

El “Sistema de control de Tiempos Muertos para el área de inyección.” Está diseñado en un lenguaje orientado a objetos llamado C#, fue programado de tal manera que pueda ser comprendido por otros programadores en caso de que se requiera realizar algún cambio en el código fuente, para lograr esto se realizó una clase (RegistroDAL.cs), esta contiene la mayoría del lenguaje estructurado de consultas para SQL, necesarios para realizar las funciones de insertar, eliminar, editar, consultar, llenado de los campos de la interfaz y exportación de datos a un formato Excel.

A continuación, se muestra parte del código que se encuentra en la clase (RegistroDAL.cs) y que son más comúnmente utilizadas en el sistema:

```
class RegistroDAL
{

    public static int AddRec(Recurso pRecurso)
    {
        int retorno;
        SqlConnection cnn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand cmd = new SqlCommand(String.Format("INSERT INTO
recurso(rekursod) VALUES('{0}')" , pRecurso.rekursod), cnn);
        retorno = cmd.ExecuteNonQuery();
        cnn.Close();

        return retorno;
    }

    public static int AddPro(Problema pProblem)
    {
        int retorno;
        SqlConnection cnn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand cmd = new SqlCommand(String.Format("INSERT INTO
problema(descripcion) VALUES('{0}')" ,pProblem.descripcion), cnn);
        retorno = cmd.ExecuteNonQuery();
        cnn.Close();

        return retorno;
    }

    public static int Agregar(Registro pReg)
    {
        int retorno;
        SqlConnection cnn = BDCon.Conexion();
```



```

        SqlCommand cmd = new SqlCommand(String.Format("INSERT INTO
registro(usuario_id,departamento_id,falla_id,tiempo, fecha)
VALUES({0},{1},{2}','{3}','{4}']", pReg.usuario_id, pReg.departamento_id,
pReg.falla_id, pReg.tiempo,pReg.fecha), cnn);
        retorno = cmd.ExecuteNonQuery();
        cnn.Close();

        return retorno;
    }

    public static int NewUser(Usuario pUsuario)
    {
        int retorno;
        SqlConnection cnn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand cmd = new SqlCommand(String.Format("INSERT INTO
usuario(usuario_id,contraseña,descripcion) VALUES('{0}','{1}','{2}']",
pUsuario.usuario_id, pUsuario.contraseña, pUsuario.descripcion), cnn);
        retorno = cmd.ExecuteNonQuery();
        cnn.Close();

        return retorno;
    }

    public static List<Usuario> BuscarUsuario(String pNombre)
    {
        List<Usuario> _lista = new List<Usuario>();

        SqlCommand comando = new SqlCommand(string.Format(
            "SELECT usuario_id, usuariod, contraseña,descripcion from
usuario where usuariod like '%{0}%", pNombre ), BDCon.Conexion());
        SqlDataReader rd = comando.ExecuteReader();

        while (rd.Read())
        {
            Usuario pUser = new Usuario();
            pUser.usuario_id = rd.GetInt32(0);
            pUser.usuariod = rd.GetString(1);
            pUser.contraseña = rd.GetString(2);
            pUser.descripcion = rd.GetString(3);

            _lista.Add(pUser);
        }

        return _lista;
    }

    public static Usuario ObtenerUsuario(int pId)
    {
        Usuario pUser = new Usuario();
        SqlConnection conn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand comando = new SqlCommand(String.Format(

```

```

        "SELECT usuario_id, usuariod, contraseña, descripcion FROM
usuario WHERE usuario_id = {0}", pId), conn);
        SqlDataReader rd = comando.ExecuteReader();

        while (rd.Read())
        {

            pUser.usuario_id = rd.GetInt32(0);
            pUser.usuariod = rd.GetString(1);
            pUser.contraseña = rd.GetString(2);
            pUser.descripcion = rd.GetString(3);

        }
        conn.Close();
        return pUser;
    }
}

```

```

public static int Modificar (Usuario pUsuario)
{
    int retorno =0;
    SqlConnection conn = BDCon.Conexion();
    SqlCommand comando = new SqlCommand(String.Format("UPDATE usuario SET
usuariod = '{0}', contraseña = '{1}', descripcion = '{2}' WHERE usuario_id =
{3}",pUsuario.usuariod,pUsuario.contraseña,pUsuario.descripcion,
pUsuario.usuario_id),conn);
    retorno = comando.ExecuteNonQuery();
    conn.Close();

    return retorno;
}

```

```

public static List<Recurso> ObtenerRecurso()
{
    List<Recurso> _lista = new List<Recurso>();
    SqlConnection conn = BDCon.Conexion();
    SqlCommand comando = new SqlCommand("SELECT recurso_id , recursod FROM
recurso",conn);
    SqlDataReader rd = comando.ExecuteReader();
    while (rd.Read())
    {
        Recurso pRecurso = new Recurso();
        pRecurso.recurso_id = rd.GetInt32(0);
        pRecurso.recursod = rd.GetString(1);

        _lista.Add(pRecurso);
    }
    return _lista;
}

```

```

public static List<Problema> ObtenerProblema()

```

```

    {
        List<Problema> _lista = new List<Problema>();
        SqlConnection conn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand comando = new SqlCommand("SELECT falla_id , descripcion FROM
problema", conn);
        SqlDataReader rd = comando.ExecuteReader();
        while (rd.Read())
        {
            Problema pProblema = new Problema();
            pProblema.falla_id = rd.GetInt32(0);
            pProblema.descripcion = rd.GetString(1);

            _lista.Add(pProblema);
        }
        return _lista;
    }

    public static List<Area> ObtenerArea()
    {
        List<Area> _lista = new List<Area>();
        SqlConnection conn = BDCon.Conexion();
        SqlCommand comando = new SqlCommand("SELECT departamento_id , nombred
FROM departamento", conn);
        SqlDataReader rd = comando.ExecuteReader();
        while (rd.Read())
        {
            Area pArea = new Area();
            pArea.departamento_id = rd.GetInt32(0);
            pArea.nombred = rd.GetString(1);

            _lista.Add(pArea);
        }
        return _lista;
    }
}
}
}

```

Anexo del código utilizado para la exportación de los datos a un archivo Excel, para que esto pudiera funcionar correctamente, se agregó las referencias que se muestran en la imagen 1.13.

```

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Excel.Application app = new Excel.Application();
    app.Visible = true;
    Excel.Workbook wb = app.Workbooks.Add(1);
    Excel.Worksheet ws = (Excel.Worksheet)wb.Worksheets[1];
    // changing the name of active sheet
    ws.Name = "Exported from gridview";
}

```

```

ws.Rows.HorizontalAlignment = HorizontalAlignment.Center;
// storing header part in Excel
for (int i = 1; i < dataGridView1.Columns.Count + 1; i++)
{
    ws.Cells[1, i] = dataGridView1.Columns[i - 1].HeaderText;
}

// storing Each row and column value to excel sheet
for (int i = 0; i < dataGridView1.Rows.Count; i++)
{
    for (int j = 0; j < dataGridView1.Columns.Count; j++)
    {
        ws.Cells[i + 2, j + 1] =
dataGridView1.Rows[i].Cells[j].Value.ToString();
    }
}

// sizing the columns
ws.Cells.EntireColumn.AutoFit();

}

```

Referencias agregadas al programa para que las libreria de office funcionara correctamente en el Sistema implementado.

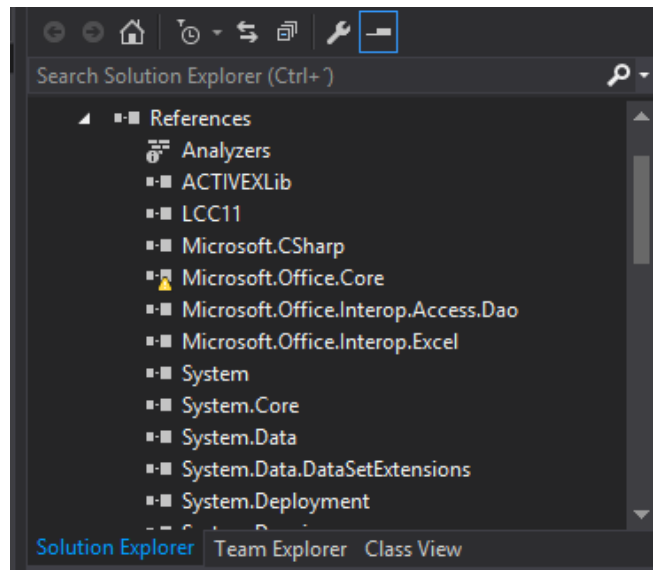


Imagen 1.13 Referencias agregadas que activan las librerías de Office.

Base de Datos.

Código base de la base de datos implementada en SQL Server.

```
USE master;
GO

IF EXISTS (SELECT * FROM sysdatabases WHERE
NAME = 'DownT')
BEGIN
    RAISERROR ('Dropping DownT',0,1)
    DROP DATABASE DownT;
END
GO

CREATE DATABASE DownT;
GO

USE DownT;
GO

IF db_name()<>'DownT'
BEGIN
    RAISERROR('Error to create DownT database',22,127) WITH log
    DROP DATABASE DownT;
END
GO

--EXEC sp_grantlogin 'my_computer\my_login'
--GO
--EXEC sp_grantdbaccess 'my_computer\my_login'
--GO
--EXEC sp_addrolemember 'db_owner', 'my_computer\my_login'
--GO

CREATE TABLE usuario
(
    usuario_id INT NOT NULL PRIMARY KEY IDENTITY,
    usuariod VARCHAR (20) NOT NULL,
    contraseña VARCHAR (50) NOT NULL,
    descripcion VARCHAR (50)
);

CREATE TABLE recurso
(
    recurso_id INT NOT NULL PRIMARY KEY IDENTITY,
    recursod VARCHAR (50) NOT NULL,
);

CREATE TABLE departamento
(
    departamento_id INT NOT NULL PRIMARY KEY IDENTITY,
    nombred VARCHAR (15) NOT NULL
```

```
);
```

```
CREATE TABLE problema
```

```
(  
    falla_id INT NOT NULL PRIMARY KEY IDENTITY,  
    descripcion VARCHAR (30) NOT NULL  
    --PRIMARY KEY (falla_id)  
)
```

```
CREATE TABLE registro
```

```
(  
    reg_id INT NOT NULL PRIMARY KEY IDENTITY,  
    usuario_id INT NOT NULL,  
    recurso_id INT NOT NULL,  
    departamento_id INT NOT NULL,  
    falla_id INT NOT NULL,  
    tiempo TIME NOT NULL,  
    fecha DATE NOT NULL ,  
    FOREIGN KEY (usuario_id) REFERENCES usuario(usuario_id),  
    FOREIGN KEY (departamento_id) REFERENCES departamento(departamento_id),  
    FOREIGN KEY (falla_id) REFERENCES problema(falla_id),  
    FOREIGN KEY (recurso_id) REFERENCES recurso(recurso_id)  
);
```