

**INDICADOR DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO
EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**



**Suleimy Andrea Arará García
Lindey Yissel Orozco Manzano**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Septiembre del 2010**

**INDICADOR DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO
EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**



**Monografía presentada como requisito parcial para optar por el título de
Ingenieros en Automática Industrial**

**Suleimy Andrea Arará García
Lindey Yissel Orozco Manzano**

Director: Ing. Elena Muñoz España

**Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Ingeniería en Automática Industrial
Popayán, Septiembre del 2010**

Nota de aceptación: _____

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, Septiembre de 2010

AGRADECIMIENTOS

Principalmente queremos agradecerle a Dios por bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado y por darnos la fuerza necesaria en los momentos que la necesitamos.

A nuestras familias por la confianza que depositaron en nosotras y sobre todo por su amor y apoyo incondicional.

Al gestor del presente proyecto: Ingeniero Ernesto Córdoba quien nos indujo en el respectivo tema y además nos brindó su apoyo, conocimiento y entera confianza.

Al ingeniero Erwin Alegría por su ayuda y orientación en el momento de programar la aplicación.

A la ingeniera Elena Muñoz por su interés y acompañamiento continuo.

A la Industria Licorera del Cauca, especialmente a los Ingenieros Jaime Mendoza y Roberto Encarnación, por brindarnos el interés, el apoyo y la confianza para evaluar los resultados del proyecto.

A nuestros amigos y compañeros por su amistad y apoyo.

Y por último, agradecemos a la Universidad del Cauca por formarnos como profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1 EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO.....	5
1.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	6
1.2 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS.....	8
1.3 EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OEE)	9
1.3.1 Objetivos de OEE	10
1.3.2 Factores de OEE	11
1.3.3 Clasificación.....	13
1.3.4 Parámetros de los Factores de OEE	14
2 FALLAS ASOCIADAS A LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS.....	18
2.1 PÉRDIDAS ASOCIADAS A LOS FACTORES DEL OEE	18
2.1.1 Pérdidas de Tiempo.....	18
2.1.2 Pérdidas de Velocidad.....	19
2.1.3 Pérdidas de Calidad.....	19
2.2 ÁRBOL DE FALLAS.....	20
3 DEFINICIÓN DE LAS RAZONES QUE INCIDEN EN LA PÉRDIDA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO.	26
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA.....	26
3.2 ÁRBOL DE FALLAS APLICADO AL CASO DE ESTUDIO (LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA)	31
4 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	37
4.1 CONEXIÓN DEL SCADA iFIX CON LA BASE DE DATOS.....	37
4.1.1 Microsoft Access.....	37
4.1.2 Oracle	38
4.1.3 SQL Server	39
4.1.4 MySQL.....	40

4.1.5	Elección Del Sistema Gestor De Base De Datos	40
4.2	ESTÁNDARES DISPONIBLES EN iFIX PARA LA COMUNICACIÓN CON TERCERAS APLICACIONES.....	41
4.2.1	Easy Database Access (EDA)	41
4.2.2	Dynamic Data Exchange (DDE)	42
4.2.3	Open Database Connectivity (ODBC)	43
4.2.4	OLE for Process Control (OPC).....	46
4.2.5	Elección del estándar de comunicación para extraer datos desde el sistema SCADA implementado en iFIX hacia la base de datos externa.....	49
4.3	HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN PARA LA APLICACIÓN	52
4.3.1	LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	54
4.3.2	Servidor Web	55
5	ANÁLISIS PARA EL CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO 56	
5.1	TAGS DEL SCADA PARA EL CÁLCULO DEL OEE	56
5.2	PROCESO PARA DETERMINAR TIEMPOS DE PARADA.....	58
5.3	CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO.....	61
5.3.1	Cálculo del factor de disponibilidad	61
5.3.2	Cálculo del factor de rendimiento	61
5.3.3	Cálculo del factor de calidad.....	62
5.3.4	Calculo del OEE.....	63
6	APLICACIÓN QUE EFECTÚA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OEE).....	64
6.1	REQUERIMIENTOS	64
6.2	COMPONENTES DE LA INTERFAZ.....	65
6.2.1	Inicio	65
6.2.2	Configuración.....	66
6.2.3	Procesar Datos	70
6.2.4	OEE	72
6.2.5	Reportes	76

6.2.6	Acerca.....	79
7	EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LA APLICACIÓN OEE FullEffectiveness Y EL SCADA iFIX	80
7.1	VERIFICACIÓN DE TRANSFERENCIA DE DATOS.....	80
7.2	PROCESAMIENTO MANUAL DE DATOS	80
7.3	COMPARACION DE RESULTADOS.....	84
8	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	87
8.1	RESULTADOS.....	87
8.2	CONCLUSIONES	87
8.3	TRABAJOS FUTUROS.....	89
9	BIBLIOGRAFÍA.....	90
1.	TAREAS QUE SE REALIZAN EN LA INICIALIZACION Y CAMBIO DE FORMATO, CORRESPONDIENTES AL MODULO TRIBLOCK.....	93
1.1	INICIALIZACIÓN.....	93
1.2	CAMBIO DE FORMATO.....	95
2.	CONEXIÓN ODBC PARA INTERCAMBIO DE DATOS POR MEDIO DE LOS BLOQUES SQL.....	98
2.1	CONFIGURACIÓN DEL DRIVER ODBC	98
2.2	CONFIGURACIÓN DE IFIX SQL TASK.....	101
2.3	BLOQUES SQD Y SQT.....	103
3.	CONTROL DE PARADAS DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA ILC 107	
3.1	FECHA Y PRESENTACIÓN.....	107
3.2	ALISTAMIENTO	107
3.3	PARADAS	108
4.	INSTALACIÓN DE OEE FullEffectiveness.....	111
5.	GUIA DEL PROGRAMADOR.....	114
5.1	BASE DE DATOS.....	114
5.1.1	Transferencia de Datos.....	114
5.1.2	Configuración.....	114
5.1.3	Procesar Datos	116

5.1.4	Cálculo OEE.....	116
5.2	MÓDULO OEE	116
5.2.1	Cliente.....	116
5.2.1.1	Acerca	116
5.2.1.2	Configuración	116
5.2.1.3	Procesar Datos.....	117
5.2.1.4	OEE.....	117
5.2.1.5	Reportes.....	117
5.2.2	Servidor.....	117
5.2.2.1	Configuración	117
5.2.2.2	Procesar Datos.....	117
5.2.2.3	OEE.....	118
5.2.2.4	Reportes.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del alcance de TPM	7
Figura 2. Pérdidas Asociadas a los Factores de OEE	13
Figura 3. Parámetros de OEE	14
Figura 4. Parámetros de Disponibilidad	16
Figura 5. Parámetros de Rendimiento	17
Figura 6. Parámetros de Calidad	17
Figura 7. Cálculo de OEE	17
Figura 8. Árbol de Fallas	21
Figura 9. Lay Out de la línea de envasado de la ILC.	27
Figura 10. Máquina Depaletizadora	27
Figura 11. Pallets de envases	28
Figura 12. Máquina Triblock	28
Figura 13. Etiquetadora	29
Figura 14. Divider	30
Figura 15. Encartonadora	31
Figura 16. Estándares de comunicación de iFIX	41
Figura 17. Controles VisiconX en el Workspace	45
Figura 18. Conexión sin tecnología OPC.	47
Figura 19. Conexión con tecnología OPC	47
Figura 20. Conexión OPC aplicada al caso de estudio	49
Figura 21. Arquitectura Web de Tres Niveles	53
Figura 22. Red Industrial de la línea de envasado de la ILC	56
Figura 23. Ventana de Inicio	57
Figura 24. Ventana del Menú Principal	57
Figura 25. Datos para el tiempo de parada de cada módulo	59
Figura 26. Datos para el tiempo de parada de toda la línea	59
Figura 27. Diferencia entre hora marcha y hora parada	60
Figura 28. Componentes de la Interfaz de la Aplicación	65
Figura 29. Componente Inicio	66
Figura 30. Ventana Principal de Configuración	66
Figura 31. Ventana del Listado de Máquinas	67
Figura 32. Ventana para agregar una máquina	67
Figura 33. Ventana para editar una máquina	68
Figura 34. Ventana para borrar una máquina	68
Figura 35. Ventana de Gestión de Presentaciones	68

Figura 36. Ventada para configurar la presentación y la producción por máquina	69
Figura 37. Ventana Gestión de turnos Inicio	69
Figura 38. Ventana de Gestión de usuarios	70
Figura 39. Ventana de Procesar Datos	71
Figura 40. Ventana de OEE	73
Figura 41. Ventana de OEE con mensaje de error	73
Figura 42. Selección de Maquina para Graficar el OEE	74
Figura 43. Elección de la Fecha para el gráfico de OEE	74
Figura 44. Mensaje de error por falta de datos	75
Figura 45. Gráfico de OEE	75
Figura 46. Ventana de Reportes	76
Figura 47. Ventana de Reporte de Tiempo Perdido	76
Figura 48. Ventana de Reporte de Calidad	77
Figura 49. Ventana de Reporte de Rendimiento	77
Figura 50. Ventana de Reporte de Disponibilidad	78
Figura 51. Ventana de Acerca de OEE FullEffectiveness	79
Figura 52. Datos de Parada del Módulo Encartonador	81
Figura 53. Reporte de Disponibilidad	85
Figura 54. Reporte de Rendimiento	85
Figura 55. Reporte de Calidad	85
Figura 56. OEE para el Modulo Encartonador	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Seis Grandes Perdidas	9
Tabla 2. Clasificación de Procesos de Manufactura Según OEE	13
Tabla 3. Causas asociadas a las seis grandes pérdidas	22
Tabla 4. Razones asociadas a las seis grandes pérdidas	¡Error!
definido.	Marcador no
Tabla 5. Presentaciones de Aguardiente Caucano	26
Tabla 6. Razones que generan averías.	32
Tabla 7. Razones que generan esperas.	33
Tabla 8. Razones que generan microparadas.	34
Tabla 9. Razones que generan velocidad reducida.	35
Tabla 10. Razones que generan retrabajo.	35
Tabla 11. Razones que generan desecho	36
Tabla 12. Ventajas y desventajas de los estándares de comunicación	50
Tabla 13. Métodos para transferir los datos por ODBC	51
Tabla 14. Lenguajes de programación para el servidor	54
Tabla 15. Tags de los Módulos de la línea de envasado	58
Tabla 16. Producción botellas/minuto	61
Tabla 17. Tareas que se realizan en la configuración	67
Tabla 18. Enunciados de la Ventana <i>Procesar Datos</i>	72
Tabla 19. Tiempo de pérdidas de disponibilidad y rendimiento	82

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A	92
ANEXO B	97
ANEXO C	106
ANEXO D	110
ANEXO E	113

LISTA DE FIGURAS ANEXOS

Figura 1. Modulo Triblock.....	93
Figura 2. Panel del operador	93
Figura 3. Cuadro de comandos	94
Figura 4. Vista Superior del Triblock	95
Figura 5. Panel de Control Windows.....	98
Figura 6. Herramientas Administrativas	98
Figura 7. Administrador de Orígenes de Datos ODBC.....	99
Figura 8. Crear Nuevo Origen de Datos.....	99
Figura 9. MySQL Connector/ODBC Data Source Configuration	100
Figura 10. Verificación de la conexión.....	100
Figura 11. System Configuration Utility (SCU)	101
Figura 12. SQL Accounts	101
Figura 13. SQL Login Information	101
Figura 14. Configure SQL Task.....	102
Figura 15. SQL Task Configuration.....	102
Figura 16. Método para la transferencia de datos.....	103
Figura 17. Select Block Type	104
Figura 18. SQL Trigger – Basic.....	104
Figura 19. SQD Data.....	105
Figura 20. Fecha y Presentación.....	107
Figura 21. Alistamiento.....	108
Figura 22. Paradas.....	108
Figura 23. Formato Control de Paradas.....	109
Figura 24. Copia del archivo oee	111
Figura 25. Menú Principal Wampserver 2.0	111
Figura 26. Pantalla de phpMyAdmin para importar un archivo	112
Figura 27. Selección de la base de datos	112
Figura 28. Mensaje de importación exitosa de la base de datos	112
Figura 29. Diagrama Relacional de la base de datos “oee”	115

INTRODUCCIÓN

A nivel industrial la productividad es un factor de suma importancia, ya que indica qué tan bien se están usando los recursos en la producción de bienes y servicios; es por esto por lo que a nivel mundial cada vez más países buscan producir más y mejor; sin embargo, los costos asociados por averías y paradas de maquinaria son altos, lo que conduce a una productividad baja.

Muchas empresas han resuelto el problema de su baja productividad aumentando el número de equipos o líneas de fabricación, confundiendo productividad con aumento de producción, olvidando que la productividad rentable no sólo aumenta los márgenes sino que también previene costosas sobreproducciones. El esfuerzo debe concentrarse en la optimización de la capacidad, es decir, en la habilidad para producir eficientemente la cantidad que se pueda vender, sin costosos aumentos de equipos que muchas veces son innecesarios, debido a que siempre hay productividad desaprovechada; si ésta se conociera, podría ser eliminada y así se produciría más sin coste adicional.

OEE es un indicador clave de medición con el cual es posible identificar las áreas críticas donde se pueden realizar mejoras, tomando como base que: según Deming¹ "No se puede mejorar lo que no se controla; no se puede controlar lo que no se mide; no se puede medir lo que no se define". El indicador de Efectividad Global del Equipo (OEE) muestra las condiciones reales en las que se encuentran los equipos dando una idea de las pérdidas que los afectan.

Las empresas interesadas en adoptar el concepto de OEE pueden realizarlo mediante soluciones software o mediante la captación manual de datos; sin embargo, los datos adquiridos manualmente no son confiables, por ende no se

¹ W. Edwards Deming. El padre de la 3ª revolución industrial.

obtiene una medida exacta, con la cual se pueda diagnosticar las causas por las que una línea no es totalmente efectiva.

Debido a las necesidades industriales anteriormente nombradas, este proyecto va encaminado a proporcionar una aplicación de bajo costo que pueda comunicarse con el SCADA comercial iFIX para obtener de manera automática los datos necesarios para calcular el OEE de una línea de producción. De esta manera las empresas podrán adoptar conceptos que a nivel mundial se han implementado, obteniendo como resultado aumento en su productividad debido a la optimización de la efectividad de sus equipos y líneas de producción. Para el desarrollo del proyecto se toma como caso de estudio la línea de envasado de la Industria Licorera del Cauca.

En el capítulo 1, se introduce el concepto de efectividad global de equipo a través de sus factores (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad), las pérdidas asociadas a ellos y parámetros que permiten su cálculo. En el capítulo 2 se realiza una descripción minuciosa de las causas que provocan pérdidas en cada uno de los factores y por ende en la efectividad global del equipo. En el capítulo 3 se describe el proceso de la línea de envasado de la empresa caso de estudio y posteriormente se aplica el árbol de fallas descrito en el capítulo 2. En el capítulo 4 se realiza un estudio y elección de todas las herramientas que se utilizan en el desarrollo de la aplicación. En el capítulo 5 se describe el proceso para determinar los datos necesarios para realizar el cálculo de la Efectividad Global del Equipo para la línea de producción. En el capítulo 6 se explican cada uno de los componentes de la interfaz de la aplicación que obtiene de manera automática el indicador de efectividad global del equipo. En el capítulo 7 se muestra la evaluación de la conectividad entre la aplicación y el SCADA iFIX. Para culminar con el trabajo se presentan los resultados, conclusiones y trabajos futuros encontrados a través de la investigación.

1 EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO

La industria para aumentar su productividad busca continuamente nuevas vías para reducir costes y gastos, operar con más eficacia y obtener el mayor rendimiento de sus líneas; para esto deben maximizar la utilización de sus activos impidiendo que los costos de capital sean muy altos y así mantenerse en una posición competitiva (1). Se sabe que existen multitud de estrategias para conseguirlo; TPM (Mantenimiento Productivo Total) es una de ellas. TPM en la actualidad es uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficacia total, con el cual es factible alcanzar un buen nivel de competitividad. La tendencia actual a mejorar cada vez más supone elevar al mismo tiempo y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción (2).

Todas las actividades y procesos de cualquier organización deben medirse con parámetros enfocados a la toma de decisiones; estos parámetros son conocidos como indicadores. Tradicionalmente los indicadores se han visto reactivamente, o sea, utilizándolos para mirar hacia atrás con vistas a planear el futuro; sin embargo, se ha venido provocando un cambio en este sentido encaminado a utilizar los indicadores con una visión proactiva, para tomar decisiones hacia el futuro (1). El concepto de Eficacia Global del Equipo (OEE) nace como KPI* asociado al programa estándar de mejora de la producción llamado TPM.

El OEE es una métrica de eficacia comúnmente utilizada, que permite comparar el rendimiento de las plantas, líneas y equipos de producción. En esta métrica prima tanto la capacidad de producir como el asegurar la calidad, incrementando la motivación y logrando mejoras de productividad sostenibles en el tiempo y medibles objetivamente.

* KPI(Key Performance Indicators): Los Indicadores Claves de Rendimiento miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

1.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

En los tiempos actuales caracterizados por un creciente grado de competencia que provoca la disminución de los márgenes comerciales, el aseguramiento de la capacidad productiva se configura como un factor fundamental para el mantenimiento o mejora de la rentabilidad asociada a un proceso industrial (3).

Las empresas industriales día a día han ido reconociendo el importante papel que desempeña el mantenimiento para sostener los niveles de producción. Además de la responsabilidad básica de garantizar el funcionamiento total y permanente de equipo e instalaciones, la gerencia de mantenimiento tiene como reto lograr la optimización de todas sus actividades aplicando los procedimientos y estrategias más convenientes (3).

Uno de los sistemas aplicables de mantenimiento que está dando los resultados más eficaces para el logro de un rápido proceso de optimización industrial es el TPM, el cual busca el mejoramiento permanente de la productividad industrial (3).

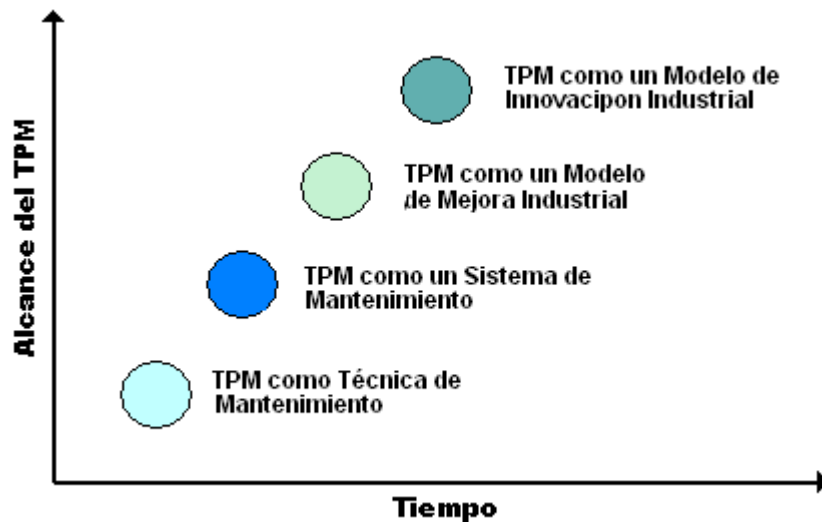
El TPM es una expresión ideada por la General Electric en los años 50, pero que se descuidó en Norteamérica hasta cuando algunas empresas japonesas de avanzada la acogieron, desarrollaron y han obtenido con su aplicación resultados sorprendentes. Actualmente se considera a Seiichi Nakajima como el padre del TPM, cuyo sistema basado en técnicas japonesas de gestión de mantenimiento ha demostrado ser realmente exitoso (3).

Antes de los años 50, el mantenimiento era exclusivamente de averías. Luego de esto, el desarrollo del mantenimiento preventivo estableció funciones de prevención de fallas con tendencia hacia el mantenimiento productivo y mejora de mantenibilidad. Ya en los años 60 el auge fue para el mantenimiento proactivo, basado en la prevención y en la predicción de averías, ingeniería de confiabilidad, de mantenibilidad y económica. Pero ya en los años 70 se desarrolló en el Japón el TPM basado en el respeto a las personas y la participación total de los empleados,

con la ayuda de las ciencias administrativas y del comportamiento, ingeniería de software, terotecnología, logística y ecología (3).

El alcance del TPM ha evolucionado ampliamente desde la década de los años 70 hasta el día de hoy, al punto que se le considera actualmente como un sistema de Innovación Empresarial, como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, sobrepasando los modelos de mejoramiento industrial del final del siglo pasado (3).

Figura 1. Evolución del alcance de TPM



Fuente: Nakajima 2001 (4), Octubre 2009.

El TPM es un moderno sistema gerencial de soporte al desarrollo de la industria que permite tener equipos de producción siempre listos. Su metodología soportada por un buen número de técnicas de gestión establece las estrategias adecuadas para el aumento continuo de la productividad, con miras a lograr afrontar con éxito y competitividad el proceso de internacionalización y apertura económica.

Primordialmente el TPM se centra en dos puntos: en el equipo y en las personas. En el equipo, porque con la creciente automatización y robotización de los procesos la calidad que puede ofrecer el producto final va a depender en gran medida al

equipo. Este equipo por tanto tiene directa influencia sobre la productividad, costos, stocks, seguridad y calidad.

En las personas, porque a pesar de la creciente automatización de los equipos son necesarias las personas para efectuar labores de mantenimiento que requieren el aporte humano; para esto se requiere que el personal sea capacitado y motivado para realizar tareas de mantenimiento autónomo y trabajo sobre mejoras enfocadas (5).

Para que las empresas puedan instalar TPM deben contar con la metodología adecuada y con los indicadores necesarios para poder realizar un seguimiento efectivo del programa. El OEE es una herramienta clave de medición en la implantación del TPM que refleja tres indicadores que son: disponibilidad, rendimiento y calidad, cada uno relacionado a tres áreas de la compañía como son: mantenimiento, producción y calidad. Los indicadores que componen el OEE ayudan a orientar el tipo de acciones TPM, esta información será útil para definir el equipo de una línea de producción en el que haya que realizar con mayor prioridad las acciones TPM.

En pocas palabras, el TPM se ha reconocido como una necesidad para la supervivencia de las empresas en la reducción a cero de las seis grandes pérdidas las cuales se mencionan en la siguiente sección.

1.2 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

El objetivo de un sistema productivo es el de conseguir que los equipos operen de una manera eficaz durante una gran cantidad de tiempo. En la operación del equipo se pueden distinguir seis tipos de desperdicios los cuales se denominan pérdidas, porque conducen a disminuir la efectividad del equipo. La Tabla 1 muestra la clasificación de dichas pérdidas.

Tabla 1. Seis Grandes Perdidas

GRUPO	TIPO DE PERDIDA
Pérdidas de Tiempo	Perdidas por Averías
	Perdidas por Esperas
Perdidas de Velocidad	Perdidas por Microparadas
	Perdidas por Velocidad Reducida
Perdidas de Calidad	Perdidas por Retrabajo
	Perdidas por Deshecho

Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

En el capítulo 2 se explicarán cada una de las pérdidas mencionadas en la **¡Error!**
No se encuentra el origen de la referencia..

1.3 EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OEE)

OEE ha surgido como la métrica de efectividad elegida por los fabricantes la cual permite comparar el rendimiento de las plantas, líneas y equipos de producción. El OEE combina los conceptos de disponibilidad y rendimiento de los equipos y la calidad del producto en una métrica sencilla y fácil de comprender. El total de efectividad desde una máquina hasta la totalidad de una fábrica puede ser explicado como el producto de tres factores distintos expresados como porcentajes: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 productos buenos que se podrían haber producido sólo se han producido 40.

OEE es sin duda el mejor indicador para conocer la productividad real de las plantas, con el cual es posible localizar áreas potenciales de mejora en un entorno de fabricación. Los factores de los que se compone el indicador OEE proporcionan

una medida auténtica de las instalaciones, a partir de la cual se puedan definir las causas de pérdidas que afectan la productividad nominal de la planta (1).

La correcta medición de OEE sirve para justificar a la alta dirección la necesidad de ofrecer el apoyo y recursos necesarios para combatir las pérdidas que afectan a los equipos y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

La efectividad de un equipo afecta en primer lugar a los operarios de producción de la planta. Por tanto, ellos son los primeros que deben implicarse en entender y calcular el OEE así como en planificar e implementar las mejoras en la máquina para ir reduciendo de forma continúa las pérdidas de efectividad (6).

Efectos sobre los operarios

Al ir midiendo el rendimiento diariamente el operario:

- Se familiariza con los aspectos técnicos de la máquina y la forma en la que procesa los materiales
- Focaliza su atención en las pérdidas
- Empieza a desarrollar un sentido de pertenencia con el equipo.

Efectos sobre los supervisores

Al ir trabajando con los datos del OEE el Supervisor o Jefe de Planta o Taller:

- Aprende detalladamente la forma en que las máquinas procesan los materiales
- Es capaz de dirigir indagaciones sobre dónde ocurren las pérdidas y cuáles son sus consecuencias
- Es capaz de dar información a los operarios y a otros empleados implicados en el proceso de mejora continua de las máquinas
- Es capaz de informar a sus superiores sobre el estado en que se encuentran sus máquinas y los resultados de las mejoras realizadas en ellas.

1.3.1 Objetivos de OEE

El OEE tiene como finalidad hacer más productiva y eficiente la planta, reduciendo costos y generando utilidades para la empresa. Es importante conocer a fondo el "estado" de la línea de producción (paradas producidas, tiempos de inactividad, etc.), a través de la medición estándar de OEE y a partir de ésta y su análisis alcanzar los siguientes objetivos: (5) (7)

- Detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta.
- Reducir los costos relacionados con las pérdidas de mantenimiento y calidad.
- Establecer un costo efectivo de mantenimiento.
- Tomar decisiones que permitan mejorar los factores claves dentro de la Planta (productividad, eficiencia, calidad...).
- Abordar procesos de mejora continua, teniendo en cuenta que, según Deming*, "No se puede mejorar lo que no se controla; no se puede controlar lo que no se mide; no se puede medir lo que no se define"
- Realizar nuevas inversiones. La información permitirá discernir la conveniencia de adquirir nuevos equipos, instalaciones, recursos, etc.
- Descubrir la capacidad escondida de los activos. Antes de acometer costosos desembolsos en nueva maquinaria, permitirá optimizar la existente.
- Conocer las cantidades fabricadas, permitiendo en función de la medida real de la capacidad de producción de la planta, planificar, estimar costes, recursos, etc.

1.3.2 Factores de OEE

La efectividad global de un equipo, así como el de una planta industrial, estará siempre definida por el aporte acumulativo de los tres factores correspondientes al OEE: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad. Si cualquiera de estos tres indicadores

* W. Edwards Deming. El padre de la 3ª revolución industrial.

mejora, entonces favorecerá el OEE. De esta manera, sólo trabajando sobre los tres factores se logrará la optimización del funcionamiento del equipo (8).

Disponibilidad

Es el factor para medir la proporción del tiempo durante el cual el equipo está fabricando productos, en relación con el tiempo que podría haber estado fabricando productos

La disponibilidad mide la efectividad que se logra en obtener el “Máximo Tiempo Productivo” en la fabricación de un producto en una línea de producción.

Rendimiento

Es la medición de la producción obtenida en relación con lo que teóricamente podría haberse producido (es decir, la producción que se debería obtener si el equipo funcionase a la velocidad teórica durante el tiempo de funcionamiento actual.)

El rendimiento mide la efectividad que se logra en obtener el “Máximo Rendimiento” en la fabricación de un producto en una línea de producción.

Calidad

Este componente es denominado factor de Calidad, el cual es la proporción entre los productos buenos obtenidos, comparados con el total de productos que se han fabricado.

La Calidad mide la efectividad que se logra en obtener la “Máxima Calidad” de los productos fabricados en una línea de producción.

Las Seis Grandes Perdidas nombradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, están asociadas a los factores que componen el OEE, tal como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Figura 2. Pérdidas Asociadas a los Factores de OEE



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

1.3.3 Clasificación

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas, incluso toda una planta, respecto a las mejores de su clase las cuales ya han alcanzado el nivel de excelencia proporcionando una idea de cuáles son los factores a mejorar para escalar posiciones. La Tabla 2 muestra la clasificación del OEE según su valor.

Tabla 2. Clasificación de Procesos de Manufactura Según OEE

OEE	CALIFICATIVO	CONSECUENCIAS
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja

≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'*
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

1.3.4 Parámetros de los Factores de OEE

Para la realización del cálculo de OEE es importante entender el significado de los parámetros que componen cada uno de sus factores. La Figura 3 muestra todos los parámetros involucrados en el cálculo.

Figura 3. Parámetros de OEE



Fuente: Elaboración Propia

Tiempo Total de Operación

Para una línea de producción el tiempo total de operación es la totalidad del tiempo calendario de ese periodo sin hacer ninguna consideración o descuento. Por

* Denominación utilizada por H.J.Harrington en su libro *Business Process Improvement* (1992), para caracterizar procesos que son los mejores en su tipo (se encuentran entre el 10% de mejor performance a nivel mundial)

ejemplo, para el periodo de un año en una línea de producción se tienen 365 días disponibles.

La medición del OEE de acuerdo con la determinación del tiempo total de operación se define para la totalidad de la compañía considerando que la capacidad productiva está siendo requerida al 100% por la demanda; sin embargo, en la realidad ocurre que la demanda del mercado no requiere que las líneas de producción operen todo el tiempo, sino que sólo se requiere de una parte del tiempo total de operación.

Por lo tanto, cuando se requiere medir la efectividad en la operación de los activos por parte del área de manufactura es adecuado considerar el tiempo no planificado.

Tiempo No Planificado

Es el tiempo en el que la línea de producción no ha sido destinada para producir debido principalmente a que no hay demanda para los productos que se fabrican en ella. El tiempo en que la línea de producción no está en funcionamiento debido a falta de personal o periodo vacaciones, también es considerado tiempo no planificado.

Tiempo disponible

Es el tiempo total de operación menos el tiempo no planificado. El Tiempo Disponible es el tiempo que se debe programar y operar la línea de producción a fin de fabricar las cantidades de producto que son necesarias para la venta.

Tiempo Operativo

El Tiempo Operativo es el tiempo durante el cual el equipo está fabricando productos, es decir, es el Tiempo Disponible excluyendo todos los paros del equipo, como: averías, esperas, cambios, restricciones de línea, entre otros.

Produccion Prevista

La Producción prevista son las unidades que se deberían producir durante el Tiempo Disponible si el equipo trabajara a la velocidad teórica.

Producción Real

La Producción real es el número de unidades producidas; sin embargo, esta no es igual a la Producción prevista debido a pérdidas de velocidad tales como las microparadas y la velocidad reducida.

Piezas Buenas

Son todos los productos que son buenos a la primera, es decir, la producción real menos los productos que no cumplen con los requisitos establecidos por calidad tales como deshecho y retrabajos.

Los parámetros mencionados componen los factores: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, de la siguiente manera:

Disponibilidad

Para hallar el factor de Disponibilidad se involucran los parámetros mostrados en la Figura 4 y el cálculo de éste se muestra en la Ecuación 1.

Figura 4. Parámetros de Disponibilidad



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

Ecuación 1. Factor de Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ Operativo}{Tiempo\ Disponible} \times 100\%$$

Rendimiento

En la Figura 5 se muestran los parámetros necesarios para hallar el factor de Rendimiento y en la Ecuación 2, cómo se calcula.

Figura 5. Parámetros de Rendimiento



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

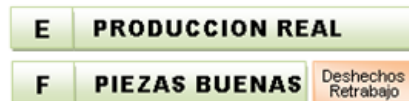
Ecuación 2. Factor de Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Prevista}} \times 100\%$$

Calidad

Para hallar el factor de Calidad se involucran los parámetros mostrados en la Figura 6 y el cálculo de éste se muestra en la Ecuación 3.

Figura 6. Parámetros de Calidad



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

Ecuación 3. Factor de Calidad

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Buenas}}{\text{Producción Real}} \times 100\%$$

Con el producto de los anteriores factores, se obtiene la medida de OEE:

Figura 7. Cálculo de OEE



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

2 FALLAS ASOCIADAS A LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

En la mayoría de instalaciones industriales existen pérdidas que hacen que la producción diaria no corresponda con la producción ideal, afectando la productividad y capacidad competitiva; en general estas pérdidas permanecen ocultas dentro de las operaciones cotidianas.

Para maximizar la eficiencia de producción, la dirección debe tener información fiable de las pérdidas de tiempo por paradas, de las pérdidas de velocidad y de las pérdidas por calidad, así como de los motivos que las provocan y de cómo relacionarlas con las pérdidas de producción. El conseguir y obtener de forma clara las Seis Grandes Pérdidas es por tanto el primer paso para empezar a mejorar.

2.1 PÉRDIDAS ASOCIADAS A LOS FACTORES DEL OEE

Como se mencionó en el capítulo anterior las seis grandes pérdidas están asociadas a los factores (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad) de OEE causando disminución en ellos y por ende en la efectividad global del equipo.

A continuación se explicarán las seis grandes pérdidas nombradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

2.1.1 Pérdidas de Tiempo

Pérdidas por Averías

Las averías causan dos problemas: pérdidas de tiempo, cuando se reduce la producción, y pérdidas de cantidad, causadas por productos defectuosos. Las averías esporádicas, fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente obvias y fáciles de corregir. Las averías menores de tipo crónico son a

menudo ignoradas o descuidadas después de repentinos intentos fallidos de remediarlas.

Pérdidas por Esperas

El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. Para el OEE, el tiempo de espera es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto.

2.1.2 Pérdidas de Velocidad

Pérdidas por Microparadas

Una parada menor surge cuando la producción se interrumpe por una falla temporal o cuando la maquina está inactiva. Por ejemplo, puede suceder que alguna pieza bloquee una parte de un transportador causando inactividad en el equipo; este tipo de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

Pérdidas por Velocidad Reducida

Las pérdidas de velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real.

2.1.3 Pérdidas de Calidad

Pérdidas por Retrabajo

Los defectos de calidad y la repetición de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo. La reducción de los defectos y averías crónicas requieren de un

análisis más cuidadoso, siguiendo el proceso establecido por la ruta de la calidad, para remediarlos mediante acciones innovadoras.

Pérdidas por Deshecho

Son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que, no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente, puedan ser vendidos como productos de calidad menor. El objetivo es “cero defectos”: fabricar siempre productos buenos a la primera.

Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas de puesta en marcha, las cuales causan pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización del equipo. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Este tipo de pérdida está latente, y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico, que las acepta como inevitables.

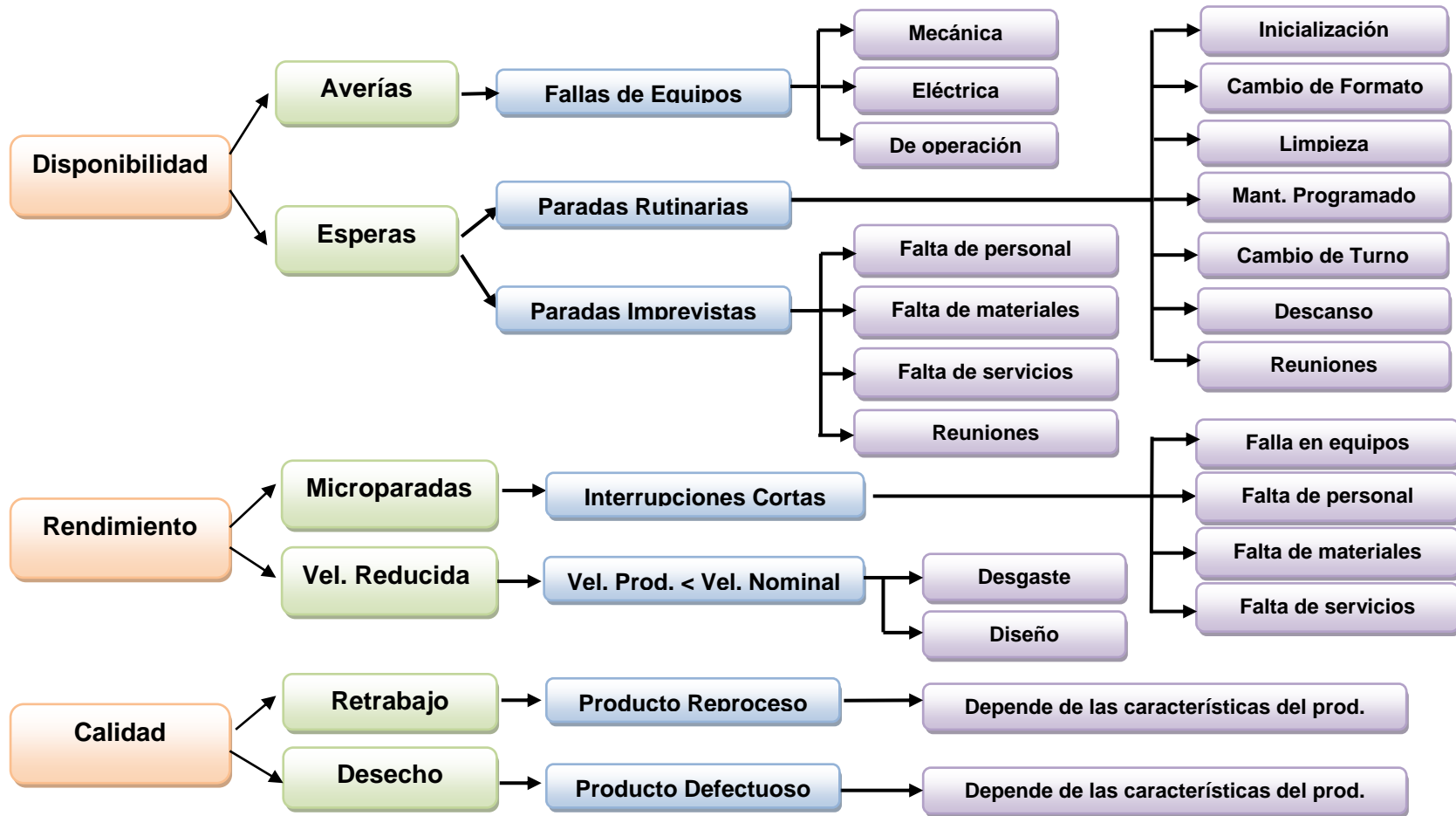
2.2 ÁRBOL DE FALLAS

El árbol de fallas es una elaboración propia, que se realizó con el fin de brindar una base de análisis que permite un mejor entendimiento del valor de OEE; ya que con el sólo valor de este indicador, no es posible aumentar la efectividad del equipo, es por esto que se hace necesario conocer detalladamente las fallas que lo están afectando y así poder tomar correctivos que permitan aumentar su efectividad.

El árbol de fallas puede ser aplicado a cualquier línea de producción y/o a cada uno de los equipos que la conforman. Como ejemplo en la sección 3.2 se registra el árbol de fallas aplicado a los equipos que conforman la línea de producción de la empresa caso de estudio. El árbol de fallas es una representación jerárquica de las posibles causas de una pérdida de productividad en el equipo (Ver Figura 8). Cada causa contiene una serie de razones de acuerdo con el proceso, en los que se representan en detalle los errores de equipamiento; por ejemplo: un tiempo de

parada imprevista (causa) debido a un fallo en la alimentación (razón). La Tabla 3 muestra las causas referentes a cada pérdida (5).

Figura 8. Árbol de Fallas



Fuente: Elaboración Propia, Noviembre 2009.

Tabla 3. Causas asociadas a las seis grandes pérdidas

FACTOR	PÉRDIDA	CAUSAS	DESCRIPCIÓN
DISPONIBILIDAD	Averías	Fallas de Equipos	Se trata de fallas imprevistas o pérdidas de función de los equipos que implica que el equipo no tiene posibilidad de producir o lo hace en malas condiciones.
	Esperas	Paradas rutinarias	Es el tiempo perdido propio del proceso o del diseño del equipo.
		Paradas imprevistas	Se define como el tiempo perdido por causa externa no prevista.
RENDIMIENTO	Microparadas	Interrupciones cortas	Pequeñas paradas en los equipos. Aunque parezca que este tipo de interrupciones genera pérdidas de tiempo, al ser menores a 5 minutos teóricamente se consideran pérdidas de velocidad.
	Velocidad Reducida	Velocidad de Producción menor a la Velocidad Nominal	Se produce por cualquier factor que implique que la velocidad de producción esté por debajo de la velocidad nominal. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías.
CALIDAD	Retrabajo	Producto de reproceso	Producto que no cumple con los atributos de calidad pero puede ser retornado a la línea de producción para ser reprocesado
	Desecho	Producto defectuoso	Producto que no cumple con los atributos de calidad y que sólo puede derivarse como merma.

Fuente: Elaboración Propia, Diciembre 2009.

En la siguiente tabla se muestran las razones referentes a cada una de las causas nombradas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4. Razones asociadas a las seis grandes pérdidas

FACTOR	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN Y/O EJEMPLO
DISPONIBILIDAD	AVERÍAS		
	Fallas de Equipos	Mecánica	Algunos ejemplos de fallas mecánicas podrían ser: <ul style="list-style-type: none"> • Alta vibración • Bloqueo / rotura • Desalineamiento / recalentamiento
		Eléctrica	Algunos ejemplos de fallas eléctricas podrían ser: <ul style="list-style-type: none"> • Corto circuito • Falso contacto
		De operación	Condiciones relacionadas con el operario debido a: <ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiencia • Falta de conocimiento del equipo • Inseguridad
	ESPERAS		
	Paradas rutinarias	Inicialización	Tiempo durante el cual se adecua la maquinaria para su puesta en marcha; ocurre generalmente al iniciar el primer turno de producción. En la adecuación de la maquinaria se puede realizar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Lubricación • Limpieza • Abastecimiento de materia prima
		Cambio de formato	Ocurre cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de fabricación de un nuevo producto.
		Limpieza	Ocurre cuando el equipo necesita de pequeñas Limpiezas/Chequeos, que no requieren presencia de personal de mantenimiento (distinto del personal de línea)
		Mantenimiento programado	Ajustar la frecuencia de las tareas de

			<p>mantenimiento requeridas por el equipo y llevarlas a cabo en el momento menos perjudicial para la producción, y antes de que se transforme en una avería para el equipo o bien un defecto de calidad del producto.</p> <p>Los mantenimientos de este tipo son: Mantenimiento Preventivo*, Mantenimiento Sistemático**, Mantenimiento Predictivo***</p>
		Cambio de turno	Relevo de personal que opera en la planta
		Descansos	Tiempo en el que la producción es parada para que los operarios tomen un descanso
		Reuniones	Cuando se debe informar al personal que opera en la planta de algún tema específico
	Paradas imprevistas	Falta de personal	Se dan por ausencias injustificadas o por personal no capacitado.
		Falta de materiales	Falta de materia prima o insumos según el proceso.
		Falta de servicios	Por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • Servicio de agua • Servicio de energía eléctrica • Servicio de gas

* Mantenimiento Preventivo: Es el Efectuado a un bien siguiendo un criterio, con el fin de reducir las posibilidades de falla.

** Mantenimiento Sistemático: Es el efectuado según un programa establecido de acuerdo con el tiempo de trabajo u otro factor.

*** Mantenimiento Predictivo: Es el efectuado de acuerdo con la información dada por un aparato de control permanente.

		Reuniones	Quando se debe informar al personal que opera en la planta de algún tema y/o evento inesperado.
RENDIMIENTO	MICROPARADAS		
	Interrupciones cortas	Falla en equipos	La descripción de estas razones son las mismas expuestas en el factor de Disponibilidad, con la diferencia que estas paradas son menores o iguales a 5 minutos.
		Falta de personal	
		Falta de materiales	
		Falta de servicios	
	VELOCIDAD REDUCIDA		
Velocidad de Producción menor a la Velocidad Nominal	Desgaste	Con el tiempo las partes o instrumentos de un equipo se desgastan lo que hace que la velocidad de producción del equipo sea menor a su velocidad nominal.	
	Diseño	Existen casos en que las empresas programan la velocidad de producción consiguiendo que sea menor a la velocidad nominal con el fin de reducir averías y/o defectos de calidad; cuando esto ocurre este tipo de pérdida es ignorada.	
CALIDAD	RETRABAJO		
	Producto de reproceso	En este caso las razones dependen de las características que debe tener el producto.	
	DESECHO		
	Producto defectuoso	En este caso las razones dependen de las características que debe tener el producto.	

Fuente: Elaboración Propia, Diciembre 2009.

3 DEFINICIÓN DE LAS RAZONES QUE INCIDEN EN LA PÉRDIDA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO.

En el presente capítulo se estudia, en primer lugar, el proceso de producción de la empresa caso de estudio y posteriormente se estudian las *razones* que provocan pérdidas de efectividad en cada uno de los módulos que componen la línea de envasado.

Este estudio se hace con el fin de brindar una base de análisis que permita un mejor entendimiento del valor del OEE, ya que al aplicar el árbol de fallas (Ver Figura 8), la Industria Licorera del Cauca podrá diferenciar cuál o cuáles *razones* están afectando en mayor cantidad alguno de los factores de OEE y por ende la Efectividad Global del Equipo. De esta manera, la empresa puede rápidamente planear y ejecutar correctivos que permitan eliminar las pérdidas de la línea de producción.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA

La Industria Licorera del Cauca cuenta con una línea automática de envasado, en la cual se envasa aguardiente tradicional y sin azúcar en las siguientes presentaciones:

Tabla 5. Presentaciones de Aguardiente Caucano

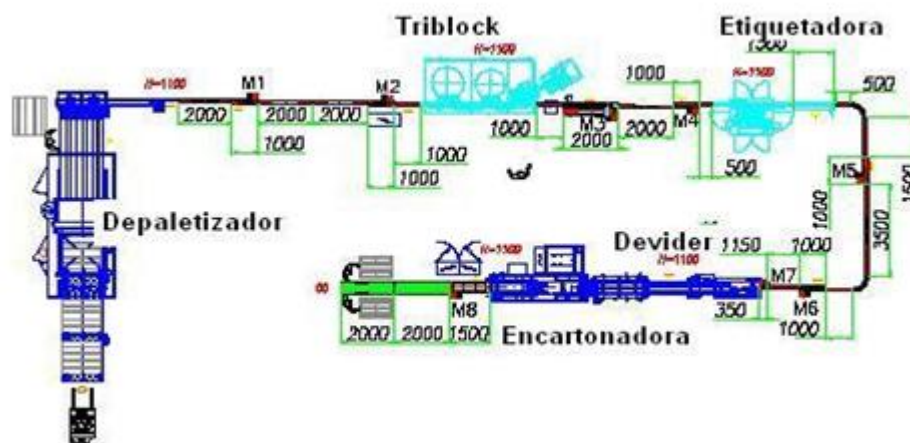
PRESENTACIÓN		TRADICIONAL	SIN AZÚCAR
Garrafa	1500 c.c	X	
Botella	750 c.c	X	X
Media Botella	375 c.c	X	X

Fuente: Elaboración Propia, Diciembre 2009.

La línea de envasado se compone de los siguientes módulos: Módulo Depaletizador, Módulo Triblock, Módulo Etiquetador, Módulo Devider, Módulo Encartonador (9).

La distribución física de las máquinas que se encuentran en la línea de envasado, es mostrada en la Figura 9.

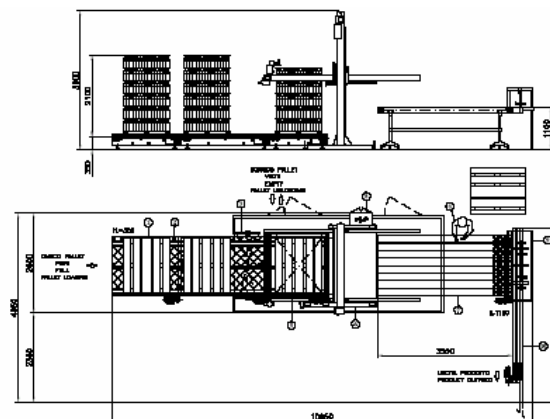
Figura 9. Lay Out de la línea de envasado de la ILC.



Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

Módulo Depaletizador

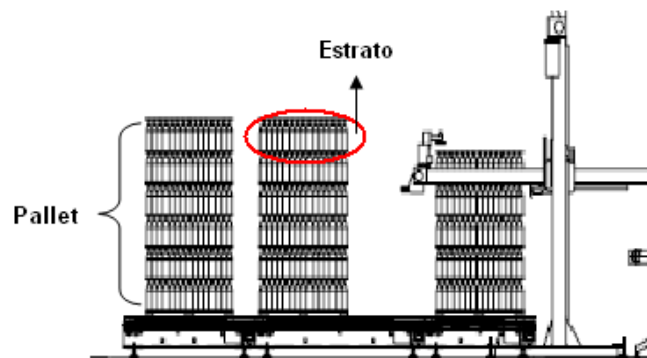
Figura 10. Máquina Depaletizadora



Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

La secuencia del proceso de envasado comienza cuando el montacargas va por los pallets de envase que se encuentran almacenados en las bodegas de materia prima y los transporta hasta la entrada de la máquina depaletizadora, como se muestra en la Figura 10. Esta máquina efectúa la depaletización de uno o varios estratos de envases genéricos, paletizados con anterioridad para la expedición al cliente que los ha solicitado (Ver Figura 11). El cometido de esta máquina es, pues, introducir en una línea de embalaje el producto a llenar y empaquetar en una fase sucesiva.

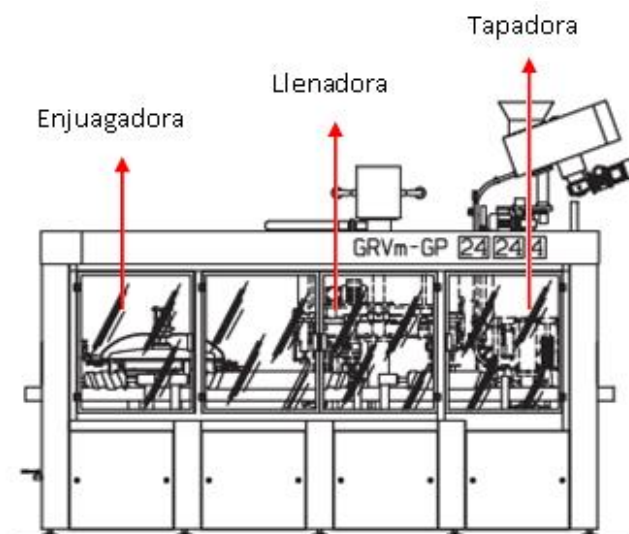
Figura 11. Pallets de envases



Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

Módulo Triblock

Figura 12. Máquina Triblock



Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

Los envases pasan posteriormente a un sistema de circulación en línea, el cual desplaza el envase hasta llegar a la máquina triblock, la cual tiene la función de enjuagar, llenar y tapar (Ver Figura 12).

Máquina Enjuagadora

Esta sección de máquina sirve para lavar las botellas antes de la fase de llenado; el lavado ocurre por medio de un chorro de agua; después la botella es volcada para que el agua del lavado salga.

Máquina Llenadora

Esta zona de la máquina es la parte donde las botellas son llenadas.

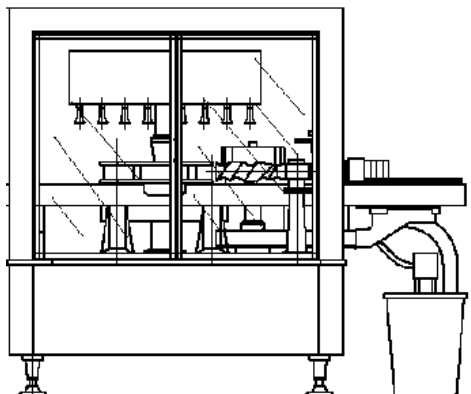
Máquina Tapadora

Esta sección de máquina sirve para tapar las botellas; las tapas son almacenadas en una tolva donde son recogidas y subidas por una banda transportadora y llevadas a un tambor donde son posicionadas para llegar a un único canal de bajada.

Después de que el envase ha sido tapado, éste se enruta por una banda transportadora hacia la máquina Etiquetadora.

Módulo Etiquetadora

Figura 13. Etiquetadora

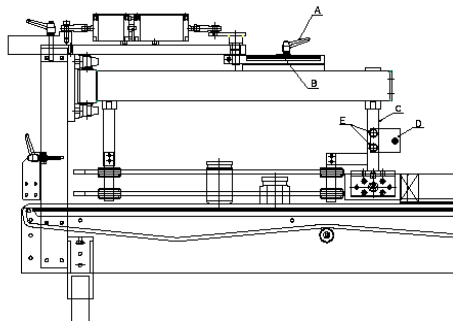


Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

Esta máquina es la encargada de etiquetar el envase que viene desde el Triblock. Aquí, el envase debe aguardarse de la mejor manera, lo que significa ingreso de botellas secas y limpias para conseguir una mayor precisión. La máquina trabaja para botellas de diferente diámetro. Las colas son elegidas de acuerdo con el tipo de papel, con medioambiente entre 15 y 20 grados, deben presentar una buena capacidad adhesiva según las condiciones de la botella (calientes, frías, húmedas calientes, húmedas frías, secas caliente y frías). Es preciso que las colas ocasionen la formación de hilos durante el tránsito de las paletas contra el rodillo pegador. (Ver Figura 13). Posteriormente, el envase se encamina hacia la máquina Devider que enruta las botellas para su empaclado.

Módulo Devider

Figura 14. Devider



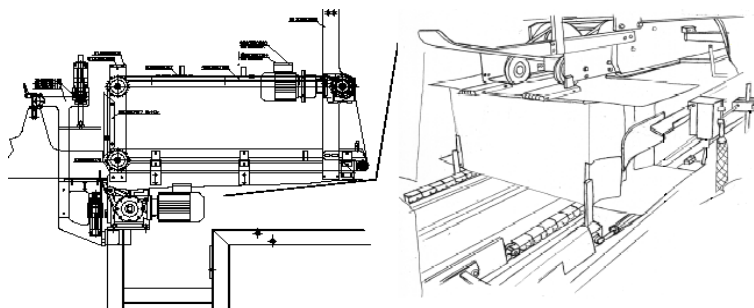
Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

A esta máquina el producto debe llegar en una fila única. Dos cintas de transporte con velocidades diferentes se encargan de crear un espacio vacío entre los productos, los cuales son contados mediante un revelador activo polarizado altamente veloz que acompaña a una C.P.U. de conteo veloz. Una vez alcanzado el número de unidades requerido se cierra el prensador que detiene el producto. El conjunto se desplaza sobre una nueva vía y el ciclo es repetido para el número de vías seleccionadas que depende del tipo de presentación. Ver figura 14.

Por último, ya ordenadas las botellas, pasan a la parte de empaclado que es realizado en la máquina Encartonadora.

Módulo Encartonador

Figura 15. Encartonadora



Fuente: Capítulo 2. (9). Enero 2010

En esta máquina, la caja se recoge del almacén con ayuda de unas ventosas alimentadas por generadores de vacío de efecto Venturi; durante la recogida se dobla en forma de L y se traslada a 90° a la zona de carga donde coincide con el producto.

El producto y la caja avanzan a la fase de cierre superior. Durante este movimiento se dobla la tapa y se aplica la cola en la solapa interna superior. Cuando el paquete se detiene, se levanta la solapa posterior y se dobla la tapa interna. En la fase siguiente se aplica la cola durante el traslado y se doblan las cuatro tapas exteriores. Un sistema de compresión garantiza que la caja saliente quede perfectamente pegada. Ver Figura 15.

Después de esta operación, las cajas son arrumadas de una forma manual en las estibas para su posterior almacenado.

3.2 ÁRBOL DE FALLAS APLICADO AL CASO DE ESTUDIO (LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA)

A continuación se aplica la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** al proceso de envasado de la ILC. En las Tablas 5 a la 10 se dan las *razones* por las

cuales se generan las Seis Grandes Pérdidas en cada módulo de la línea de envasado.

Al aplicar el árbol de fallas al caso de estudio no se describirán los procedimientos realizados en el lapso de tiempo de dichas pérdidas; por ejemplo: si existe una pérdida de disponibilidad, cuya razón es un cambio de formato, no se describirán las tareas realizadas para dicho cambio; sin embargo, como ejemplo ilustrativo en el Anexo 1 se escoge el Módulo Triblock donde se describen dichas tareas.

Tabla 6. Razones que generan averías.

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
DEPALETIZADOR	Fallas de Equipos	Mecánica	En la línea de producción ocasionalmente se presentan fallas mecánicas, un ejemplo de éstas son las provocadas por la mala sincronización de los sinfines
TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER		Eléctrica	Las paradas en los equipos ocasionadas por fallas eléctricas se presentan generalmente en los sensores. Un ejemplo de éstos son los finales de carrera.
ENCARTONADOR		De operación	Generalmente se da cuando hay ingreso de un operario nuevo a planta y aún no tiene conocimiento suficiente del manejo y funcionamiento del módulo que está operando.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

Tabla 7. Razones que generan esperas.

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
DEPALETIZADOR TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER ENCARTONADOR	Paradas Rutinarias	Inicialización	En el primer turno del día de la línea de la ILC se emplean alrededor de 15 minutos en el alistamiento de los equipos y materia prima antes de empezar con el envasado. (Ver Anexo 1)
		Cambio de Formato	En la línea de envasado se realizan 4 cambios de formato los cuales consisten en: cambio de piezas, limpieza de equipo, ajuste de medidas según la presentación (Ver Anexo 1). Teóricamente el cambio de formato debe durar alrededor de: 3 horas.
		Limpieza	Se realiza al cambiar el tipo de aguardiente para envasar (de tradicional a sin azúcar) conservando la misma presentación (botella o media botella); esta limpieza se realiza debido a que el envase del aguardiente sin azúcar tiene una textura diferente. Teóricamente la limpieza debe durar alrededor de: 1 hora.
		Mantenimiento programado	Se realizan 3 tareas de mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza: Cada 2 semanas y tiene una duración de 2 horas por equipo. • Cambios Internos: Cada 3 años y tiene una duración de 2 días por equipo. • Cambio de aceite: Cada 6 meses y tiene una duración de 1 hora por equipo.
		Cambio de turno	En la ILC se realizan dos turnos diarios de producción (según temporada), en los cuales no debería parar la producción al cambiar de personal
		Descanso	En la ILC se realiza un descanso de 20 minutos por turno. En el

			turno de la mañana la parada se realiza a las 10am y en el turno de la tarde a las 4pm
		Reuniones	En la empresa caso de estudio no se tienen reuniones programadas con el personal que opera en la línea de envasado
DEPALETIZADOR	Paradas imprevistas	Falta materiales de	• Envase
TRIBLOCK			• Tapas • Aguardiente
ETIQUETADOR			• Etiquetas • Cola
ENCARTONADOR			• Cajas de cartón • Cola
DEPALETIZADOR TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER ENCARTONADOR		Falta servicios de	Para el funcionamiento de la línea de envasado es indispensable tener agua y energía eléctrica. Si falta alguno de estos el proceso se detiene.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

Tabla 8. Razones que generan microparadas.

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
DEPALETIZADOR TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER ENCARTONADOR	Interrupciones cortas	Falla en equipos Falta de personal Falta de materiales Falta de servicios	La descripción de estas razones son las mismas expuestas en las Tablas 5 y 6, con la diferencia que estas paradas son menores o iguales a 5 minutos.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

Tabla 9. Razones que generan velocidad reducida.

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
DEPALETIZADOR TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER ENCARTONADOR	Velocidad de Producción menor a la Velocidad Nominal	Diseño	Los módulos de la línea de envasado son configurados para que su velocidad de producción sea menor a su velocidad nominal. De esta manera, esta pérdida no se tendrá en cuenta para el cálculo del indicador OEE.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

Tabla 10. Razones que generan retrabajo.

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
TRIBLOCK	Producto de reproceso	Llenado	Si el envase no tiene el nivel adecuado el operario devuelve el aguardiente del envase al tanque de retorno y lo regresa al inicio del módulo Triblock.
		Tapado	Si el envase sale sin tapa, mal tapado o con tapa defectuosa el operario lo tapa manualmente
ETIQUETADOR		Etiqueta	Si el envase sale sin etiqueta o la etiqueta queda enrizada o torcida (en estos casos se retira la etiqueta), el operario retorna el envase al módulo etiquetador. En caso de la etiqueta esté lisa pero

			algún extremo no haya quedado totalmente pegado al envase, el operario realiza el pegado de este y retorna el envase a la línea.
ENCARTONADOR		Sellado de la caja	Si las tapas de la caja quedan mal pegadas el operario es el encargado de pegar la(s) tapa(s) que falta(n).
		Verificación de peso de la caja	Si la caja no cumple con los parámetros de peso (según la presentación) es porque el número de envases no es el indicado; de esta manera el operario destapa caja, completa el número de envases y sella la caja.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

Tabla 11. Razones que generan desecho

MÓDULO	CAUSA	RAZÓN	DESCRIPCIÓN
DEPALETIZADOR TRIBLOCK ETIQUETADOR DEVIDER ENCARTONADOR	Producto defectuoso	Envase quebrado	Si en alguna parte de la línea se encuentra un envase quebrado se considera como producto de desecho.

Fuente: Elaboración Propia, Marzo 2010.

4 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Para realizar la aplicación que hará el cálculo del indicador OEE se debe determinar cuáles herramientas serán utilizadas y cuál de los estándares de comunicación permitidos por iFIX es el más óptimo para utilizar. Para esto se debe tener en cuenta que la aplicación debe ser de bajo costo y debe realizar una captación automática de datos de la línea de producción de la ILC.

4.1 CONEXIÓN DEL SCADA iFIX CON LA BASE DE DATOS

Para el cálculo de OEE se deben tener datos que proporcionen información de las pérdidas del equipo en la línea de producción; dichos datos deben ser almacenados ya que el OEE es calculado para un periodo de tiempo determinado. Por esta razón los datos extraídos del SCADA iFIX se almacenarán en una base de datos.

A continuación se describirán algunos Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD)

4.1.1 Microsoft Access

Es un Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional (SGBDR) creado y modificado por Microsoft para uso personal o de pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite Microsoft Office.

Ventajas

- Microsoft Access permite controlar y crear informes de datos de forma rápida y sencilla gracias a la interfaz de usuario y funciones de diseño interactivas que no requieren conocimientos especializados de bases de datos.
- Realiza consultas directas a las tablas contenidas mediante instrucciones SQL.

Desventajas

- El uso de Access es inadecuado para grandes proyectos de software que requieren tiempos de respuesta críticos.
- Es una herramienta muy útil sólo para pequeñas empresas o para uso particular.

4.1.2 Oracle

Oracle es un manejador de base de datos relacional que hace uso de los recursos del sistema informático en todas las arquitecturas de hardware, para garantizar su aprovechamiento al máximo en ambientes cargados de información. Oracle es una herramienta cliente/servidor² para la gestión de bases de datos. Fue creado por Oracle Corporation, que es una de las mayores compañías de software en el mundo. Es un producto vendido a nivel mundial, especialmente a empresas muy grandes y multinacionales. Se le considera como uno de los sistemas más completos.

Ventajas

- Es el mayor y más usado Sistema Manejador de Base de Datos Relacional en empresas grandes y multinacionales
- Es un sistema gestor de base de datos robusto, tiene muchas características que garantizan la seguridad e integridad de los datos.
- Ayuda a analizar datos y efectuar recomendaciones concernientes a mejorar el rendimiento y la eficiencia en el manejo de aquellos datos que se encuentran almacenados.

² Los entornos Cliente/Servidor están implementados de tal forma que la información se guarde de forma centralizada en un computador central (servidor), siendo el servidor responsable del mantenimiento de la relación entre los datos, asegurarse del correcto almacenamiento de los datos, establecer restricciones que controlen la integridad de datos, etc.

Del lado cliente, éste corre típicamente en distintas computadoras las cuales acceden al servidor a través de una aplicación, para realizar la solicitud de datos los clientes emplean un lenguaje de acceso a base de datos, el cual tiene un conjunto de comandos que permiten especificar la información que se desea recuperar o modificar.

Desventajas

- Generalmente su elevado precio hace que empresas muy grandes y multinacionales sean quienes lo adquieran.
- El coste de la formación es elevado, y sólo últimamente han comenzado a aparecer buenos libros sobre asuntos técnicos distintos de la simple instalación y administración.

4.1.3 SQL Server

SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales diseñado para trabajar con grandes cantidades de información y con la capacidad de cumplir con los requerimientos de proceso de información para aplicaciones comerciales y sitios Web.

Ofrece el soporte de información para las tradicionales aplicaciones Cliente/Servidor, las cuales están conformadas por una interfaz a través de la cual los clientes acceden a los datos por medio de una LAN.

Ventajas

- Microsoft SQL Server es la base de datos más fácil de utilizar para construir, administrar e implementar aplicaciones de negocios
- Ofrece una solución completa de datos para empresas de todos los tamaños.
- Realiza consultas complejas sobre grandes conjuntos de datos sin pérdida de rendimiento

Desventajas

- Requiere de una enorme cantidad de memoria RAM que utiliza para la instalación y utilización del software.
- Para el uso de las ediciones de SQL Server se debe adquirir una licencia (salvo la edición express), la cual tiene un costo elevado.

4.1.4 MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, creado por la empresa sueca MySQL AB, la cual tiene el copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca.

MySQL es un software de código abierto, licenciado bajo la GPL (General Public License) de la GNU, aunque MySQL AB distribuye una versión comercial, en lo único que se diferencia de la versión libre, es en el soporte técnico que se ofrece, y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que de otra manera se vulneraría la licencia GPL.

El lenguaje de programación que utiliza MySQL es SQL (Structured Query Language)

Ventajas

- Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento.
- Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema.
- Múltiples clientes tienen acceso a una o más bases de datos simultáneamente.

Desventajas

- Un gran porcentaje de las utilidades de MySQL no están documentadas.

4.1.5 Elección Del Sistema Gestor De Base De Datos

De los SGBD ya mencionados se descarta:

- Microsoft Access por sus características limitadas para aplicaciones industriales.

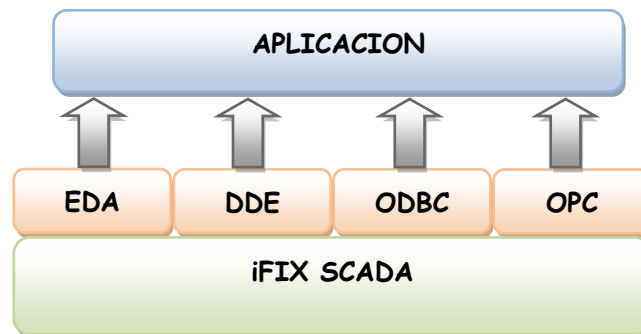
- SQL Server y Oracle por su elevado precio. A pesar que éstos ofrecen ediciones gratuitas, éstas son restringidas (ya que están pensadas para servidores de prueba) y en caso de necesitar características de bases de datos más avanzadas se requiere la compra de licencias para actualizar el gestor a versiones más sofisticadas; el costo de licencias es elevado tanto en Oracle como en SQL Server.

Por todo lo anterior, el SGBD elegido es MySQL ya que permite crear aplicaciones sólidas y fiables al ofrecer un sistema de base de datos robusto, gratuito y fácil de usar. Además con este gestor es posible manipular bases de datos de gran tamaño (sin necesidad de compra de licencias) con una buena velocidad.

4.2 ESTÁNDARES DISPONIBLES EN iFIX PARA LA COMUNICACIÓN CON TERCERAS APLICACIONES

Para la transferencia de datos iFIX soporta cuatro estándares tal como muestra la Figura 16.

Figura 16. Estándares de comunicación de iFIX



Fuente: The iFIX SCADA Database, Knowledge Base and Productivity Tools, iFIX's e-books, Abril 2010.

4.2.1 Easy Database Access (EDA)

EDA es un protocolo compatible con iFIX para intercambio de datos. EDA permite el acceso rápido y sencillo a los datos adquiridos por el sistema de iFIX. Además,

EDA es un medio para trabajar con bases de datos desde el exterior iFIX, lo que le permite construir aplicaciones personalizadas.

EDA es un interfaz propietaria de Ge Fanuc y para hacer uso de ella GE vende un "EDA Toolkit" (también llamado "iFIX Data Access Toolkit" o " iFIX Integration Toolkit.) para iFIX que permite la conectividad con base de datos.

El kit de herramientas EDA es un conjunto de funciones para ser usadas con VB, C o aplicaciones de VBA; este kit también contiene la documentación relativa a estas funciones y algunos ejemplos. Además de las funciones de base de datos, el kit también cuenta con un conjunto de funciones HDA para leer los datos históricos.

4.2.2 Dynamic Data Exchange (DDE)

El Intercambio Dinámico de Datos es una forma de comunicación para intercambiar datos entre aplicaciones. El uso de DDE permite pasar información del proceso a otras aplicaciones e incorporar datos de otras aplicaciones dentro de la base de datos del proceso.

Cuando se comparten datos, la aplicación que solicite la información se conoce como el cliente y la aplicación que suministra los datos se considera el servidor. Una aplicación puede ser un cliente DDE, un servidor de DDE, o ambos. Al hacer la transferencia de datos, éstos se actualizan de forma automática entre aplicaciones, sin intervención del usuario.

iFIX proporciona el cliente y el soporte de servidor. El servidor DDE permite pasar información de proceso de iFIX a otras aplicaciones para su análisis. El cliente DDE le permite pasar la información de otras aplicaciones a iFIX para su uso en la base de datos.

A pesar de que iFIX cuenta con este antiguo estándar de comunicación no es conveniente hacer uso de éste ya que tiende a desaparecer; además, DDE no es una alternativa de transferencia de datos segura.

4.2.3 Open Database Connectivity (ODBC)

iFIX proporciona un estándar de comunicación entre él y una base de datos el cual es ODBC (o en sus siglas en español CABD Conectividad Abierta de Bases de Datos). ODBC es un estándar de acceso a Bases de Datos desarrollado por Microsoft Corporation, el cual tiene como propósito permitir acceder a cualquier dato de cualquier aplicación, sin importar qué DBMS (Data Base Manager System o en sus siglas en español SGBD Sistema Gestor de Bases de Datos) almacene dichos datos.

Lo que hace ODBC es insertar una "capa" entre la aplicación y el SGBD; esta capa es llamada "manejador de base de datos"; el objetivo de la capa es traducir las consultas a la base de datos (u otras acciones) por parte de la aplicación a una consulta que el SGBD comprenda.

Para que esto funcione tanto la aplicación como el SGBD deben ser compatibles con ODBC; esto significa que la aplicación debe ser capaz de producir comandos ODBC y el SGBD debe ser capaz de responder a ellos.

ODBC permite acceder a distintos tipos de SGBD, ya que la mayoría de éstos ofrecen drivers ODBC, permitiendo que muchas aplicaciones lo incluyan como drivers de acceso.

El soporte de ODBC provee los programas necesarios para que el SCADA iFIX se comunique con bases de datos relacionales.

Esto nos permite lo siguiente:

- Recolectar datos en tiempo real y escribirlos en una o más bases de datos relacionales.
- Leer datos de una o más bases de datos relacionales y escribirlos en la base de datos iFIX.
- Borrar datos de una base de datos relacional.

iFIX soporta la conectividad con numerosas bases de datos. Entre ellas se encuentran: Microsoft Access, Microsoft SQL Server, MySQL, Oracle, IBM DB2/2, etc.

Para almacenar los datos desde iFIX a una base de datos relacional existen tres métodos: Bloques SQL, ADO y VisiconX.

4.2.3.1 Bloques SQL

Los bloques "SQL Trigger" (SQT) y "SQL Data" (SQD) son los bloques SQL, los cuales permiten enviar y recibir datos hacia o desde una base de datos externa. Estos bloques pueden ser usados para enviar valores actuales de la base de datos de iFIX a una base de datos relacional o para leer datos desde una base de datos relacional dentro de las tags iFIX.

El bloque SQD identifica los datos que serán enviados o recibidos hacia/desde la base de datos relacional. El bloque SQT define la forma en que iFIX se conecta a la base de datos relacional y provee una manera para iniciar la recolección e inserción de datos del proceso; esto se hace de manera periódica y/o por evento.

Esta manera de transferencia de datos hacia y desde una base de datos relacional es la preferida porque proporciona velocidad y estabilidad (10).

4.2.3.2 ActiveX Data Objects (ADO)

El modelo de objetos de datos ActiveX (ADO) de Microsoft se puede utilizar cuando existe la necesidad de una solución de base de datos personalizada. El uso de ADO requiere unos conocimientos de código VBA y proporciona una mayor flexibilidad que los bloques de base de datos SQL o VisiconX. Sin embargo, si las instrucciones de seguridad no se siguen al desarrollar una aplicación de ADO, pueden existir problemas en el futuro. Las actualizaciones en las versiones de VBA y de ADO siguen normas muy estrictas y pueden ser menos tolerantes de código mal escrito

que no puede haber ocasionado problemas en las versiones anteriores de estas plataformas de desarrollo (10).

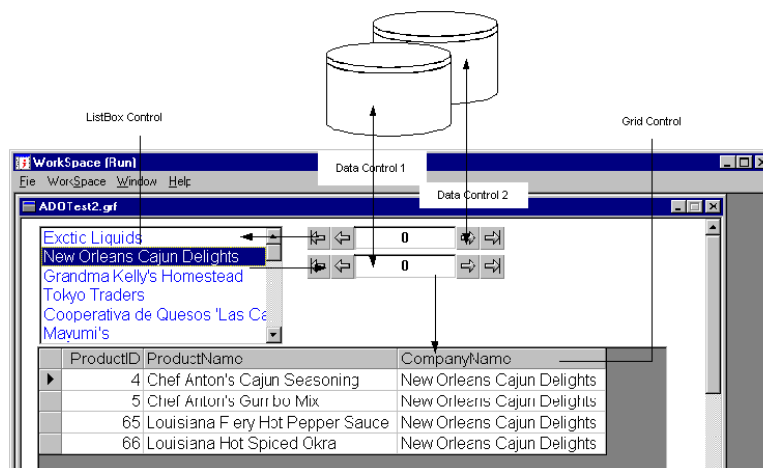
4.2.3.3 VisiconX

VisiconX es una herramienta analítica que permite fácilmente obtener y agrupar datos de cualquier base de datos relacional sin necesidad de programación, permitiendo la visualización de la información en el entorno de trabajo de iFIX (11).

VisiconX consiste en una suite de controles ActiveX insertados dentro de una pintura en el WorkSpace™ de Intellution iFIX (Ver Figura 17). Estos controles de acceso ADO eliminan la necesidad de realizar scripts o crear programas personalizados de acceso y manipulación de datos, los cuales pueden ser tediosos y requieren conocimientos de Visual Basic. Con VisiconX una tarea que antes requería horas de tiempo de desarrollo es reducida a segundos (10).

VisiconX proporciona los siguientes cuatro controles: Data Control, Grid Control, ListBox Control, ComboBox Control

Figura 17. Controles VisiconX en el WorkSpace



Fuente: How VisiconX Works, iFIX Electronic Books, Abril 2010

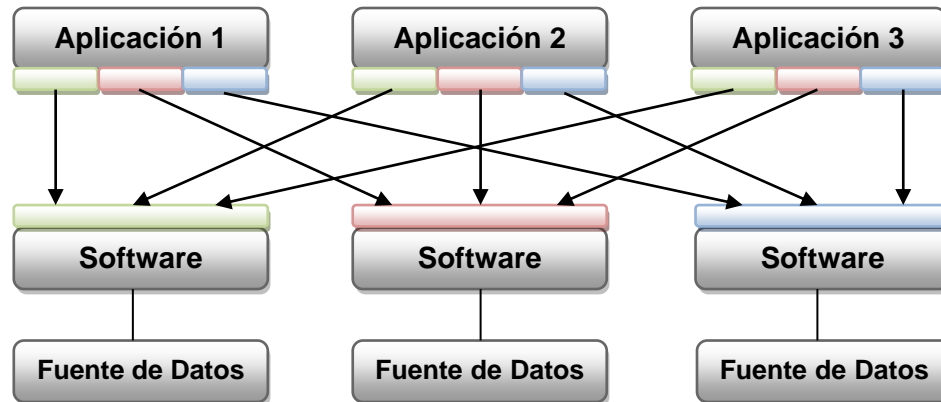
- **Data Control:** Proporciona la interfaz entre los proveedores de datos OLE DB y el objeto en el WorkSpace. A través del Data Control, puede comunicarse con cualquier proveedor de datos OLE DB instalado en el equipo local, incluyendo a SQL Server, MS Access y Oracle. También puede acceder a bases de datos relacionales utilizando controladores ODBC.
- **Grid Control:** Presenta los datos en un formato de hoja de cálculo. Para mostrar los datos, se debe animar el Grid Control utilizando un Data Control como origen de datos.
- **ListBox and ComboBox Controls:** Muestran una columna específica de los datos en un cuadro de lista y en un cuadro de lista desplegable, respectivamente.

4.2.4 OLE for Process Control (OPC)

OLE para el Control de Procesos es una especificación técnica no propietaria definida por la OPC Foundation.

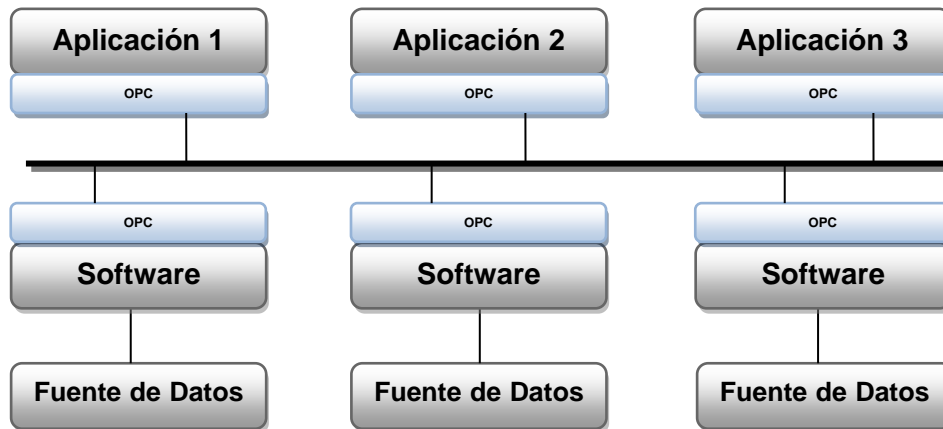
OPC es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite que diferentes fuentes de datos envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrá conectarse con diferentes programas compatibles con dicho estándar, eliminando así la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, tal como se muestra en la Figura 18 y 19.

Figura 18. Conexión sin tecnología OPC.



Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Figura 19. Conexión con tecnología OPC



Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

El estándar OPC consta de varias especificaciones que permiten la obtención y envío de datos en Tiempo Real (DA), Datos Históricos (HDA), Alarmas y Eventos (A&E), entre otros.

La arquitectura de una red que trabaja con el estándar OPC siempre consta al menos de 3 partes.

- **Dispositivo o aplicación**

Un dispositivo o aplicación (hardware o software) de cualquier marca o fabricante, el cual genera o contiene los datos que se necesitan.

- **Servidor OPC**

Un Servidor OPC es un software que "conoce" el lenguaje propietario del Hardware o Software de donde sacará los datos. Hay Servidores OPC para las diferentes marcas de dispositivos (Siemens, Allen Bradley, Omron, GE, etc.) además de Servidores OPC para Excel (DDE), para Bases de Datos (ODBC), para hardware informático (SNMP), para protocolos conocidos como Modbus o IEC o DNP3, entre muchos otros. Normalmente cada fabricante vende su propio Servidor OPC pero existen empresas dedicadas a la conectividad industrial, como Matrikon y Kepware, que también venden Servidores OPC para todo este hardware o software.

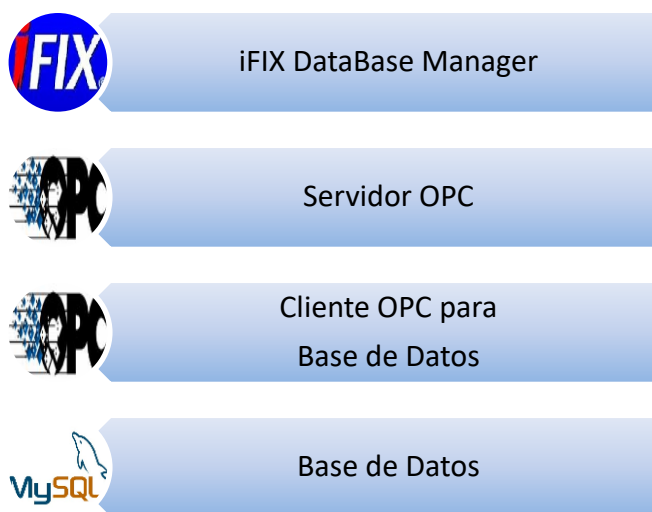
- **Cliente OPC**

Un Cliente OPC es un software que tiene implementadas las especificaciones estándar y que puede comunicarse con cualquier Servidor OPC. Al ser OPC un protocolo abierto, cualquier Cliente OPC puede conectarse con cualquier Servidor OPC sin importar desarrolladores ni fabricantes.

Debido a que el estándar OPC es de dominio público y disponible para quien quiera usarlo, cualquier programador puede hacer su propio Cliente OPC cumpliendo con las especificaciones de la OPC Foundation; es por esto por lo que las empresas dedicadas a la conectividad industrial también ofrecen diversos Clientes OPC.

Según las especificaciones del estándar OPC para el caso de estudio la fuente de datos es el sistema SCADA y quien necesita dichos datos es una base de datos. La Figura 20 muestra la conexión necesaria para utilizar el estándar OPC.

Figura 20. Conexión OPC aplicada al caso de estudio



Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Para poder hacer dicha conexión se tiene un Servidor OPC de iFIX; sin embargo, no se cuenta con un Cliente OPC para base de datos. Para este último existen dos opciones:

- Adquirir el Cliente OPC de las empresas dedicadas a la conectividad industrial; algunas de estas soluciones son MatrikonOPCClienteODBC ó DataLogger de Matrikon y Kepware respectivamente.
- Programar el Cliente OPC según las especificaciones regidas por la OPC Foundation.

4.2.5 Elección del estándar de comunicación para extraer datos desde el sistema SCADA implementado en iFIX hacia la base de datos externa

Después de exponer en la sección 4.2 los diferentes estándares de comunicación soportados por iFIX, se realiza el estudio para la elección del estándar de comunicación entre iFIX y MySQL según sus ventajas y desventajas (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Ventajas y desventajas de los estándares de comunicación soportados por iFIX

ESTÁNDAR	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EDA	<ul style="list-style-type: none"> • Permite acceso rápido y sencillo a datos • Permite construir aplicaciones personalizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Para hacer uso de este estándar se debe adquirir "EDA Toolkit"
DDE	<ul style="list-style-type: none"> • iFIX proporciona el cliente y el soporte de servidor 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un estándar de baja seguridad que además tiende a desaparecer
ODBC	<ul style="list-style-type: none"> • Es soportado por la mayoría de SGBD lo que hace que diferentes aplicaciones lo incluyan como driver de acceso • iFIX ofrece tres métodos que soportan el estándar ODBC para la transferencia de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la inserción de capas para la traducción de las consultas a la base de datos, el tiempo de respuesta no es muy alto.
OPC	<ul style="list-style-type: none"> • Posee alta apertura de comunicación en el campo de control y supervisión de procesos. • Cualquier programador puede hacer su propio Cliente/Servidor OPC cumpliendo con las especificaciones de la OPC Foundation • iFIX posee su propio servidor OPC 	<ul style="list-style-type: none"> • Para poder hacer uso de este estándar es necesario adquirir o programar el cliente OPC lo que requiere un alto costo o un experto en programación, respectivamente.

Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Comparando las ventajas y desventajas de los estándares descritos en la Tabla 12 se elige ODBC como estándar de comunicación ya que el uso de éste no representa la adquisición de herramientas externas a iFIX ni la elaboración estricta de scripts que permitan la transferencia de datos desde el SCADA hacia la base de datos, lo cual representa un costo y/o tiempo adicional. Además, la desventaja que presenta ODBC no es inconveniente para la comunicación requerida, ya no tienen una alta tasa de cambio para transferir los datos.

Como se mencionó en la sección 4.2.3, ODBC cuenta con tres métodos para transferir los datos. En la siguiente tabla se muestran las ventajas y desventajas de éstos.

Tabla 13. Métodos para transferir los datos por ODBC

MÉTODO	VENTAJAS	DESVENTAJA
BLOQUES SQL	<ul style="list-style-type: none"> • Esta transferencia de datos proporciona velocidad y estabilidad. • Es de fácil uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja flexibilidad • Por cada par de bloques SQL (SQT y SQD) se pueden enviar un número determinado de datos
ADO	<ul style="list-style-type: none"> • Alta flexibilidad • ADO se ha estabilizado hasta tal punto de convertirse en una herramienta enormemente fiable 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere unos conocimientos de código VBA • Las actualizaciones en las versiones de VBA y de ADO pueden ocasionar problemas en aplicaciones con versiones anteriores
VISICON X	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina la necesidad de realizar scripts o crear programas personalizados de acceso y manipulación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Es una herramienta para extracción de datos desde una base de datos relacional y no para transferencia de datos bidireccional

Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Para el desarrollo de la aplicación se dispone de diversas tecnologías y métodos de acceso a datos; para la elección de esta última y ya hecha la elección de la tecnología ODBC, resulta importante que al elegir el método de acceso a datos se considere el formato de los datos a los que se desea acceder.

De acuerdo con el análisis de la Tabla 13 y teniendo en cuenta que se requiere extraer datos de una base de datos, se escoge como método de acceso los Bloques SQL, ya que este brinda una confiable transferencia de datos, evita la necesidad de hacer scripts y da acceso físico a las bases de datos sin pasar por una capa de abstracción (los objetos en ADO). Adicional a esto, el uso de los Bloques SQL

permite adecuar los requerimientos de la aplicación cambiando fácilmente el evento y las *tags* a utilizar.

4.3 HERRAMIENTA DE PROGRAMACIÓN PARA LA APLICACIÓN

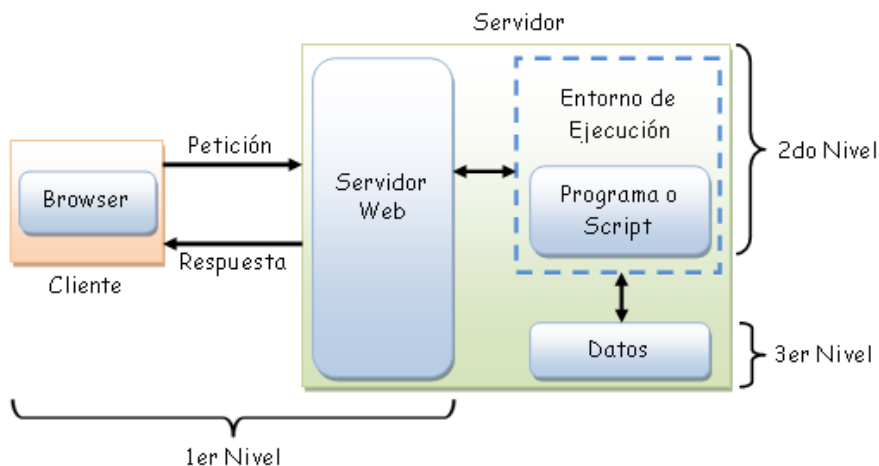
Con el auge de las redes locales (empresariales, institucionales o caseras) y la popularidad de la Internet ofreciendo la oportunidad de acceso a través de computadores y otros dispositivos móviles. La Internet ha elevado y extendido aun más el concepto de aplicación Web para servir no sólo a usuarios de una pequeña red sino ubicados en cualquier sitio donde tenga acceso a la Internet.

Las aplicaciones web han ido ganando popularidad debido a la facilidad para actualizarlas y mantenerlas sin distribuir e instalar software a miles de usuarios potenciales. Además contienen elementos que permiten una comunicación activa entre el usuario y la información. Es por esto por lo que la aplicación que calculará el indicador de Efectividad Global del Equipo (OEE) será una aplicación web.

Se denomina aplicación web a aquellas aplicaciones que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet mediante un navegador. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web en la que se confía la ejecución al navegador.

La arquitectura de las aplicaciones Web suelen presentar un esquema de tres niveles (véase la Figura 21). El primer nivel consiste en la capa de presentación que incluye no sólo el navegador, sino también el servidor web que es el responsable de dar a los datos un formato adecuado. El segundo nivel está referido habitualmente a algún tipo de programa o script. Finalmente, el tercer nivel proporciona al segundo los datos necesarios para su ejecución.

Figura 21. Arquitectura Web de Tres Niveles



Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Una aplicación Web típica recoge los datos del usuario (primer nivel), los envía al servidor, que ejecuta un programa (segundo y tercer nivel) y cuyo resultado es formateado y presentado al usuario en el navegador (primer nivel otra vez) (12).

Para el desarrollo de la aplicación se cuenta con diferentes herramientas para realizar los componentes del cliente y del servidor. Por parte del cliente se debe desarrollar una interfaz capaz de recoger información (ID y password, hora de inicio y finalización del turno, datos de calidad, entre otros) y mostrar los resultados (reportes y gráficos) del indicador OEE de la línea de envasado de la ILC. De parte del servidor se debe realizar un programa que, utilizando los datos de la interfaz y de la base de datos, realice los cálculos de los factores de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad para obtener el valor del OEE parcial (OEE de cada uno de los módulos de la línea de envasado) y total (OEE de toda la línea de producción).

En seguida se hace la elección sólo del lenguaje de programación (para el desarrollo de la interfaz y del programa) y del servidor web, ya que previamente se hizo la elección del SGBD que aloja los datos.

4.3.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Actualmente existen diferentes lenguajes de programación para desarrollar en la web; éstos han ido surgiendo debido a las tendencias y necesidades de las plataformas. Además, desde los inicios de Internet fueron surgiendo diferentes demandas por los usuarios y se dieron soluciones mediante lenguajes estáticos. A medida que pasó el tiempo, las tecnologías fueron desarrollándose y surgieron nuevos problemas a los que dar solución. Esto dio lugar a desarrollar lenguajes de programación dinámicos para la web. A continuación se describirán los lenguajes usados en la actualidad para hacer páginas Web.

Las herramientas de programación más conocidas del lado del servidor son PHP, ASP y JSP, las cuales son tecnologías diferentes con el mismo propósito: proporcionar contenido dinámico en la web. Todas ellas se basan en un script que se ejecuta en el servidor web y que se encuentra intercalado con el código de una página HTML.

Tabla 14. Lenguajes de programación para el servidor

LENGUAJE	VENTAJA	DESVENTAJA
PHP	<ul style="list-style-type: none"> • Es una tecnología popular rápida, fácil y gratuita. • Buen manejo en la integridad de base de datos • El lenguaje se mantiene en constante evolución • Buen manejo de memoria 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a base de datos no está estandarizado (las diversas bases de datos tienen diferente sintaxis) • El manejo de errores no es tan sofisticado
ASP	<ul style="list-style-type: none"> • Se acomoda mejor para sitios pequeños • Fácil ambiente de desarrollo • Se puede programar con vbscript o javascript 	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser un producto cerrado las fallas tardan en depurarse • Requiere la compra de licencia para su uso.
JSP	<ul style="list-style-type: none"> • Usa Java como lenguaje de Script el cual es muy potente y escalable • Excelente gestión de errores • Es gratuito 	<ul style="list-style-type: none"> • Consume gran cantidad de recursos de memoria. • La programación en este lenguaje es compleja • Tiempo de desarrollo mayor que con otras tecnologías.

Fuente: Elaboración Propia, Abril 2010.

Para el desarrollo de aplicación web de parte del servidor se elige PHP, resaltando que PHP es una herramienta de simple manejo, gratuita, funcional y robusta. Las otras dos herramientas se descartan debido a que el uso de ASP requiere la compra de su licencia y JSP necesita de un hardware con elevadas características; además, este lenguaje es de gran complejidad de uso.

Ahora, la realización de la interfaz requiere un lenguaje del lado del cliente que responda a las acciones de los usuarios; de esta manera se utilizará el estándar XHTML el cual es actualmente recomendado por el consorcio W3C (que rige los estándares de la Web) en lugar de HTML, ya que XHTML consigue que todos los documentos Web sean compatibles en cualquier navegador (no solamente en ordenadores, sino también en cualquier dispositivo). Además del estándar se utilizará el lenguaje JavaScript, el cual brinda dinamismo a las páginas web y logra algo que todos buscan: interactividad con el usuario.

Dentro de las ventajas de JavaScript se destaca que:

- Es relativamente fácil de usar
- Por lo general se ejecuta muy deprisa.
- Es apropiado para usos relativamente sencillos.
- Maneja eventos, lo cual indica que durante el tiempo que el usuario visualice la página con el script en cuestión, JavaScript podrá reaccionar ante cualquier evento (hacer clic en un botón, arrastrar o apuntar con el mouse, carga y descarga de páginas, envío de un formulario, etc.) que se le indique.

4.3.2 Servidor Web

Un servidor web no es más que un programa que se ejecuta de forma continua en un ordenador, manteniéndose a la espera de peticiones por parte de un cliente y que contesta a estas peticiones de forma adecuada, sirviendo una página web que será mostrada en el navegador o mostrando el mensaje correspondiente si se detectó algún error. Como servidor Web para trabajar con PHP se escogió Apache el cual hoy en día es el servidor más usado por simplicidad, versatilidad y potencia entre los servidores web en internet.

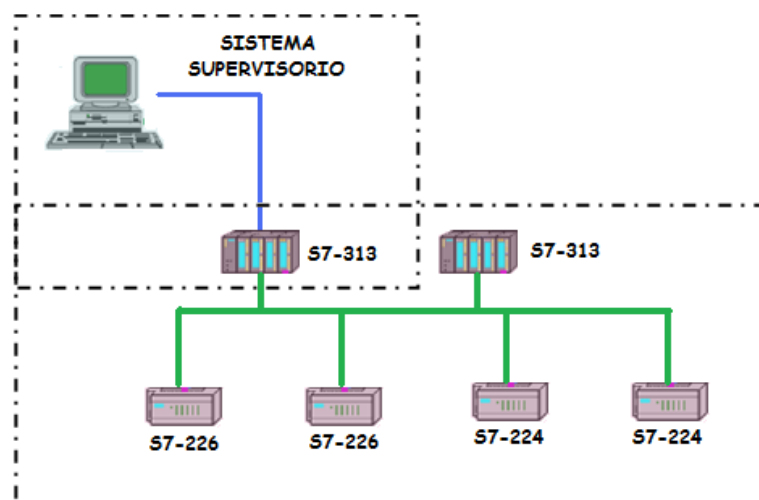
5 ANÁLISIS PARA EL CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se describe el proceso para determinar los datos necesarios para realizar el cálculo de la Efectividad Global del Equipo para la línea de envasado y cada uno de los módulos que la componen

5.1 TAGS DEL SCADA PARA EL CÁLCULO DEL OEE

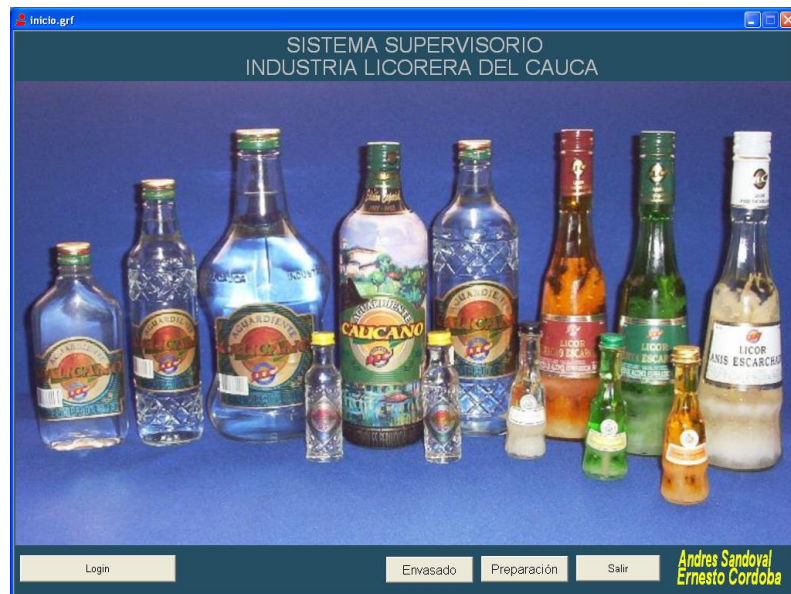
La Industria Licorera del Cauca cuenta con un sistema SCADA para su línea de envasado, el cual por medio de una red Industrial Profibus con salida Ethernet comunica los datos de proceso y de producción utilizando el software de supervisión iFIX™ de General Fanuc. Los elementos participantes de la red industrial Profibus son PLC's S7-300 y S7-200 de Siemens (9). En la Figura 22 se muestra la red industrial de la línea de envasado de ILC y en las Figuras 23 y 24 las pantallas principales del Sistema de Supervisión.

Figura 22. Red Industrial de la línea de envasado de la ILC



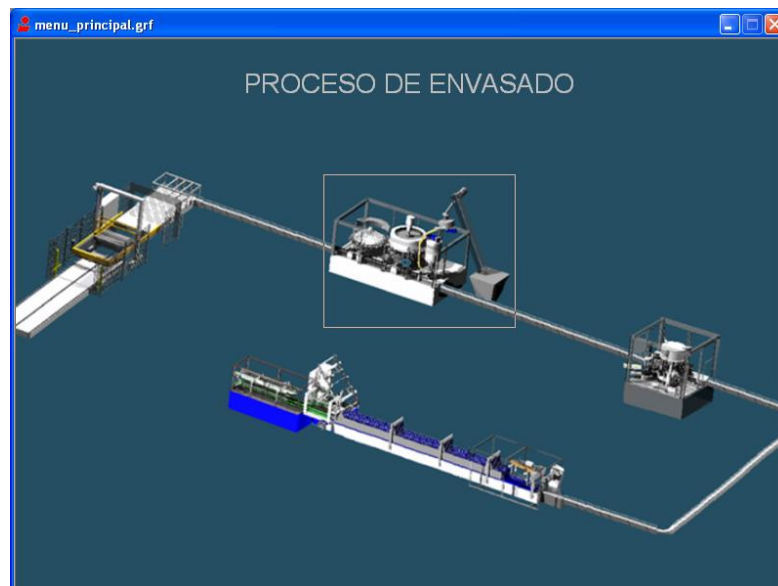
Fuente: Capítulo 3. (9). Mayo 2010

Figura 23. Ventana de Inicio



Fuente: Capitulo 4. (9). Mayo 2010

Figura 24. Ventana del Menú Principal



Fuente: Capitulo 4. (9). Mayo 2010

Para el cálculo automático del OEE en una línea de producción, se eligen como variables asociadas a cada uno de los equipos las *tags* correspondientes a la marcha de cada uno de los módulos de la línea de producción. El valor digital de estas *tags* indica si el módulo está en marcha o parado; de esta manera se podrán determinar los tiempos de parada de cada uno de los módulos.

En la Tabla 15 se encuentra la descripción de cada una de las *tags* correspondientes a los módulos de la línea de envasado de la ILC, teniendo en cuenta la dirección que tiene en el PLC, el nombre de la *tag* en la base de datos de iFIX y el valor digital correspondiente a la marcha o parada de la máquina.

Tabla 15. Tags de los Módulos de la línea de envasado

MODULO	I/O PLC	DataBase Manager iFIX	MARCHA	PARADA
Depaletizadora	Q3.0	DATABLOCK5.F_856	1	0
Triblock	E124.3	DATABLOCK4.F_10	1	0
Etiquetadora	Q1.1	DATABLOCK5.F_561	0	1
Devider	Q0.1	DATABLOCK5.F_280	1	0
Encartonadora	Q0.0	DATABLOCK5.F_48	1	0

Fuente: Elaboración Propia, Mayo 2010.

5.2 PROCESO PARA DETERMINAR TIEMPOS DE PARADA

Como se mencionó en capítulos anteriores los valores de las *tags* son tomados de la base de datos de iFIX y enviados a través del estándar de comunicación ODBC mediante los bloques SQL.

Los datos son enviados a la base de datos "oe" de MySQL cada vez que la *tag* cambia de valor (este cambio lo detecta el bloque SQT). Para más información respecto a la transferencia de datos véase el Anexo 2

En la Figura 25 y 26 se muestra cómo son almacenados los datos para determinar el tiempo de parada de cada uno de los módulos y de la toda la línea de envasado, respectivamente.

Figura 25. Datos para el tiempo de parada de cada módulo

bit	tiempo	id
0	2010-06-03 17:23:22	2
1	2010-06-03 17:23:42	4
0	2010-06-03 17:30:07	3
1	2010-06-03 17:30:22	1
0	2010-06-03 17:30:47	4
1	2010-06-03 17:31:19	5
1	2010-06-08 09:07:45	1
1	2010-06-08 09:07:45	3
1	2010-06-08 09:07:45	5
0	2010-06-08 09:10:45	3
1	2010-06-08 09:11:15	3
0	2010-06-08 09:11:55	1

Fuente: Database OEE FulleEffectiveness Mayo 2010.

Para determinar los tiempos de parada de cada uno de los módulos primero se debe extraer los tiempos correspondientes a cada módulo; por ejemplo, separar los registros donde el id es igual a "1", los cuales corresponden al módulo 1 de la línea de envasado.

Figura 26. Datos para el tiempo de parada de toda la línea

bit2	bit3	bit5	tiempo
1	1	1	2010-06-03 17:21:02
1	0	1	2010-06-03 17:24:02
0	0	1	2010-06-03 17:27:02
1	1	1	2010-06-03 17:30:02
0	1	0	2010-06-03 17:33:02

Fuente: Database OEE FulleEffectiveness Mayo 2010.

Para determinar el tiempo de parada de toda la línea se utilizan las tags correspondientes a los módulos 2, 3 y 5 ya que éstos cumplen las principales tareas

del proceso y definen si la línea está en funcionamiento. Según la Figura 26 con la combinación 1 1 1 la línea está en marcha y con 0 0 0 la línea está parada.

Los tiempos de parada de cada módulo y de la línea se definen por la diferencia entre la hora de marcha y la hora de parada (Véase Figura 27). Para esto se inserta en cada una de las tablas la *Hora Inicial* (primera fila) y la *Hora Final* (última fila) del turno, las cuales son ingresadas por el usuario desde la interfaz de la aplicación (Véase Capítulo 6).

$$Parada N = Hora Marcha N - Hora Parada N$$

Figura 27. Diferencia entre hora marcha y hora parada

tiempo	
06:00:00	← Parada 1
06:24:02	
06:25:17	← Parada 2
06:26:12	
⋮	
19:16:47	← Parada N
19:20:00	

Fuente: Database OEE FullEffectiveness Mayo 2010

$$Parada 1 = Hora Marcha 1 - Hora Parada 1$$

$$Parada 1 = 06:24:02 - 06:00:00$$

Los resultados de *Parada* se separan en valores mayores a cinco minutos y menores o iguales a cinco minutos, ya que con éstos se determina el factor de disponibilidad y rendimiento respectivamente.

$$Paradas Disponibilidad = \sum_{i=1}^N Parada i; \quad \text{Donde } Parada i > 5min$$

$$Paradas Rendimiento = \sum_{i=1}^N Parada i; \quad \text{Donde } Parada i \leq 5min$$

5.3 CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO

5.3.1 Cálculo del factor de disponibilidad

$$\text{Tiempo Disponible} = \text{Hora Final} - \text{Hora Inicial}$$

$$\text{Tiempo Operativo} = \text{Tiempo Disponible} - \text{Paradas Disponibilidad}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Disponible}} * 100\%$$

Este cálculo se realiza para la línea de producción y para cada uno de los módulos

5.3.2 Cálculo del factor de rendimiento

El factor de rendimiento se calcula con *Paradas Rendimiento* y la producción de botellas por minuto de la línea y de cada uno de los módulos. Los datos de producción dependen de la presentación que se envase, ésta es ingresada por el usuario desde la interfaz de la aplicación (Véase Capítulo 6)

La siguiente tabla contiene los valores de producción.

Tabla 16. Producción botellas/minuto

MODULO	GARRAFA	BOTELLA TRADICIONAL	MEDIA TRADICIONAL	BOTELLA SIN AZUCAR	MEDIA SIN AZUCAR
Depaletizadora	300	300	300	300	300
Triblock	58	92	102	82	88
Etiquetadora	63	88	108	78	82
Devider	66	99	146	95	120
Encartonadora	61	93	120	83	96
Línea	53	80	98	74	89

Fuente: Elaboración Propia, Mayo 2010.

$$\text{Producción Prevista} = \text{Tiempo Disponible} * \text{Producción}$$

$$\text{Producción Perdida} = \text{Paradas Rendimiento} * \text{Producción}$$

Producción Real = Producción Prevista - Producción Perdida

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Prevista}} * 100\%$$

5.3.3 Cálculo del factor de calidad

Para el cálculo del factor de calidad se utilizan los datos de la producción real, número de botellas quebradas, reprocesos por envases mal etiquetados y mal tapados. Debido a que el conteo de botellas quebradas y reprocesos no se realiza de manera automática, el cálculo se realiza con los datos de calidad ingresados por el usuario desde la interfaz de la aplicación (botellas quebradas, tapas y etiquetas dañadas). Para el cálculo de este factor se tiene en cuenta el valor de botellas quebradas correspondiente a cada uno de los módulos.

Para los módulos 1, 4 y 5:

$$\text{Piezas Buenas} = \text{Producción Real} - \text{Botellas Quebradas}$$

Para el módulo 2:

$$\text{Piezas Buenas} = \text{Producción Real} - (\text{Botellas Quebradas} + \text{Botellas Mal Llenadas} + \text{Botellas Mal Tapadas})$$

Para el módulo 3:

$$\text{Piezas Buenas} = \text{Producción Real} - (\text{Botellas Quebradas} + \text{Botellas Mal Etiquetas})$$

Para la línea:

$$\begin{aligned} \text{Piezas Buenas} = & \text{Producción Real} - (\text{Total Botellas Quebradas} \\ & + \text{Botellas Mal Llenadas} + \text{Botellas Mal Tapadas} \\ & + \text{Botellas Mal Etiquetadas}) \end{aligned}$$

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Piezas Buenas}}{\text{Producción Real}} * 100\%$$

5.3.4 Cálculo del OEE

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad} * 100\%$$

6 APLICACIÓN QUE EFECTÚA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OEE)

Como resultado del proyecto se obtiene la aplicación *OEE FullEffectiveness*, la cual fue realizada con herramientas de bajo costo.

OEE FullEffectiveness es una aplicación flexible, capaz de adaptarse a otros procesos de producción, ya que posee un componente de configuración en el cual se ingresa toda la información necesaria de la línea de producción (máquinas, presentaciones, datos de producción y turnos de trabajo), de esta manera la aplicación calcula el OEE del equipo tanto para una línea completa, como para cualquiera de las máquinas que la componen, además de esto brinda la posibilidad de tener gráficos de OEE y reportes.

6.1 REQUERIMIENTOS

Para el funcionamiento de la Aplicación llamada *OEE FullEffectiveness* es necesario:

- Buen funcionamiento del sistema SCADA
- Tener establecida la conexión bajo ODBC
- Tener instalado WAMP, el cual es un paquete que contiene los cuatro elementos necesarios para un servidor web: sistema operativo en el que trabaja (Windows), un manejador de base de datos (MySQL), un software para servidor web (Apache) y un software de programación script web (PHP, Python o PERL).
- Buena instalación de la aplicación. Ver Anexo 5.

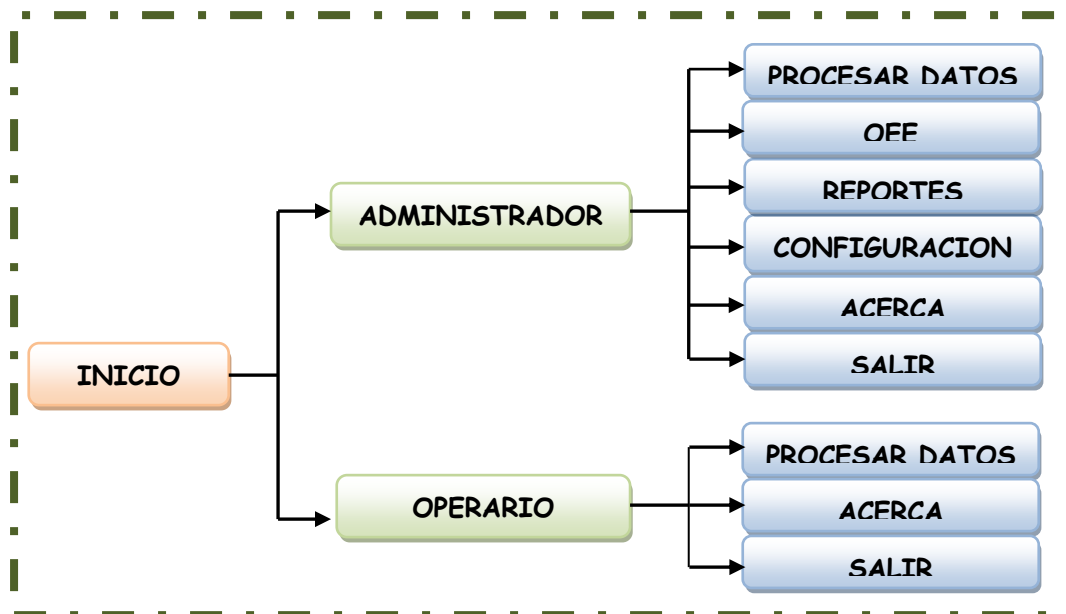
6.2 COMPONENTES DE LA INTERFAZ

A continuación se muestra y explica la interfaz de la aplicación, describiendo las funciones que cumplen cada uno de sus componentes y el manejo que debe cumplir el usuario para el óptimo funcionamiento de la misma. Todo esto se realiza tomando como ejemplo la línea de envasado de la ILC.

6.2.1 Inicio

En esta sección se encuentran los campos para ingresar la cuenta de usuario y la contraseña que permiten el acceso a los demás componentes de la aplicación. Teniendo en cuenta que no todas las opciones pueden ser operadas por cualquier usuario (Ver Figura 28), los componentes de la aplicación se encuentran bajo ciertas condiciones de seguridad, las cuales son asignadas haciendo uso de dos tipos de usuario con algunos o todos los privilegios. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.29** muestra la ventana a la cual se accede al dar clic sobre la pestaña *Inicio*.

Figura 28. Componentes de la Interfaz de la Aplicación



Fuente: Elaboración Propia, Mayo 2010.

Figura 29. Componente Inicio

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

6.2.2 Configuración

En esta ventana se pueden configurar cinco 5 ítems los cuales son esenciales para calcular el OEE de una línea de producción; en cada uno de ellos se pueden realizar tareas como: agregar, editar o borrar. En la Figura 30 se muestra la pantalla principal que se carga en la opción de *Configuración*.

Figura 30. Ventana Principal de Configuración

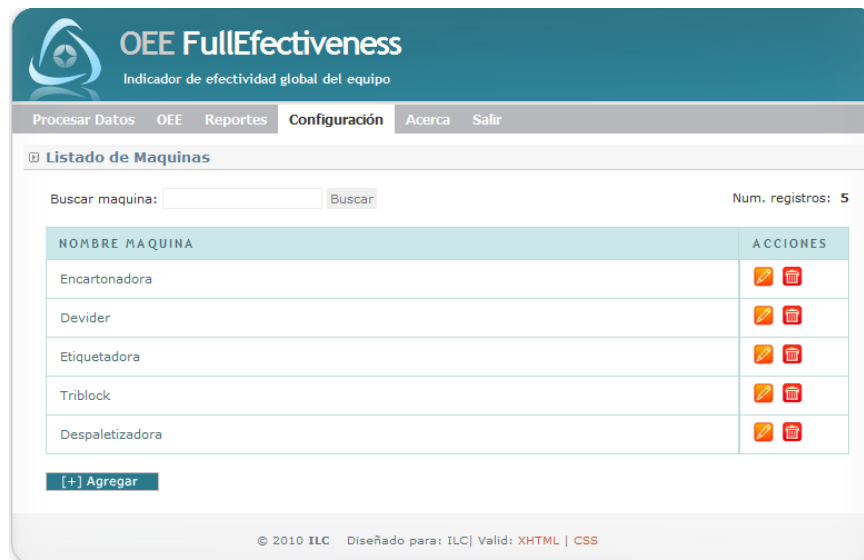
Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

A continuación se hace una breve descripción de cada uno de los ítems listados en la opción de *Configuración*.

Gestión de Máquinas

Permite configurar las máquinas con las que se encuentra equipada la línea de producción. Ver Figura 31

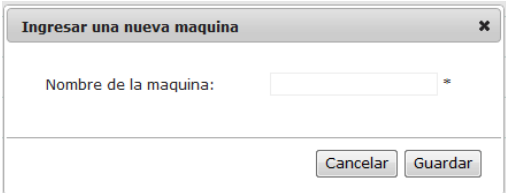
Figura 31. Ventana del Listado de Máquinas

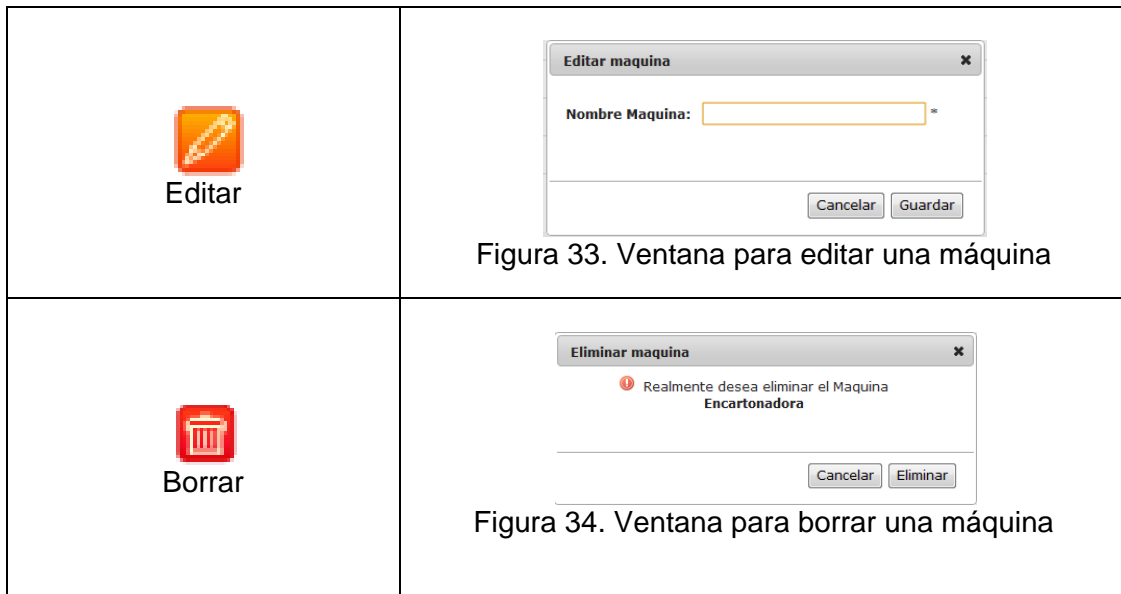


Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Debido a que las tareas en cada uno de los ítems son las mismas, en la Tabla 17 se muestran las tareas para la configuración de *Gestión de Máquinas*.

Tabla 17. Tareas que se realizan en la configuración

TAREA	VENTANA
<p data-bbox="363 1688 599 1766" style="text-align: center;">[+] Agregar Agregar</p>	 <p data-bbox="737 1793 1341 1829" style="text-align: center;">Figura 32. Ventana para agregar una máquina</p>



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Gestión de Presentaciones

En las Figuras 35 y 36 se encuentran las pantallas en la que se debe configurar:

- Tipos de presentaciones que se realizan en determinada línea de producción.
- Producción por máquina y por el total de línea para cada una de las presentaciones.

Figura 35. Ventana de Gestión de Presentaciones



OEE FullEffectiveness
Indicador de efectividad global del equipo

Procesar Datos OEE Reportes **Configuración** Acerca Salir

Listado de Presentaciones

Buscar presentaciones: Buscar Num. registros: 6

PRESENTACION	VALUE	ACCIONES
Botella	400	 
Botella	60	 
Botella	150	 
Botella	98	 
Botella	92	 

[+] Agregar 1 2 Siguiente

© 2010 ILC Diseñado para: ILC Valid: XHTML | CSS

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Figura 36. Ventana para configurar la presentación y la producción por máquina

A modal window titled "Ingresar una nueva presentación" with a close button (X). It contains three input fields: "Presentacion:" with the value "Botella", "Triblock" with the value "92", and "Total" with the value "80". At the bottom, there are two buttons: "Cancelar" and "Guardar".

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Gestión de Turnos Inicio y Gestión de Turnos Fin

Permite configurar las posibles horas de inicio y finalización de los turnos de producción, ver Figura 37.

Figura 37. Ventana Gestión de turnos Inicio

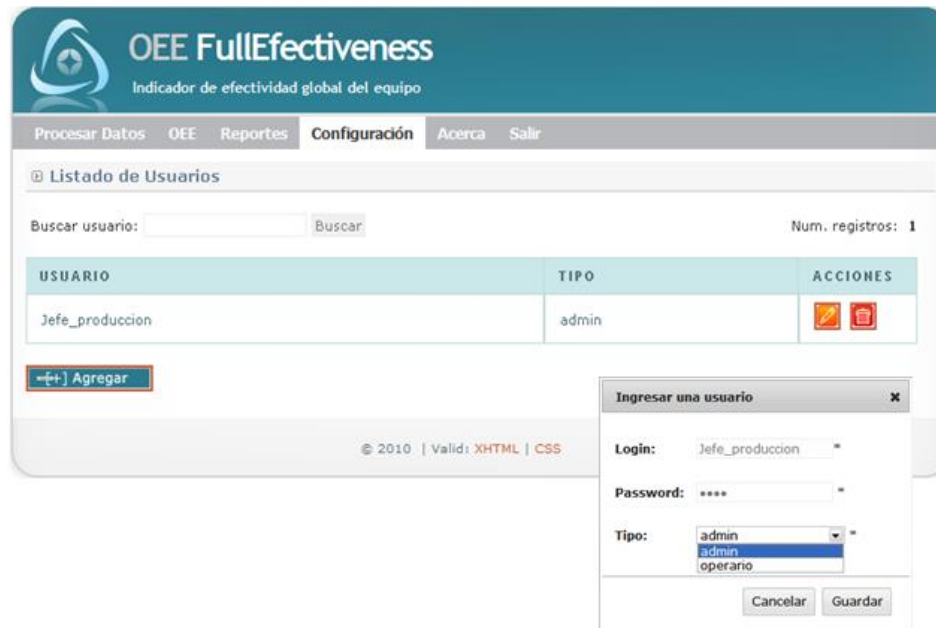
The screenshot shows the OEE FullEffectiveness web application interface. The header includes the logo and the text "OEE FullEffectiveness" and "Indicador de efectividad global del equipo". The navigation menu contains "Procesar Datos", "OEE", "Reportes", "Configuración", "Acerca", and "Salir". The main content area is titled "Listado de Turnos Inicio" and includes a search bar "Buscar turnos:" with a "Buscar" button and "Num. registros: 0". Below this is a table with columns "TURNO" and "ACCIONES". A red box highlights the "Agregar" button. A modal window titled "Ingresar turno de inicio" is open, showing a "Turno:" input field with an asterisk and "Cancelar" and "Guardar" buttons.

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Gestión de Usuarios

Esta opción permite configurar las cuentas de usuario, ya sea como administrador el cual tiene acceso a todas las opciones de la aplicación, o como operario, el cual tiene acceso limitado, ver Figura 38.

Figura 38. Ventana de Gestión de usuarios



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

6.2.3 Procesar Datos

En la Figura 39 se presenta la ventana de *Procesar Datos*, en la cual se debe ingresar diariamente:

- Hora de inicio y finalización del turno.
- Tipo de presentación que se produjo en el turno.
- El número de productos defectuosos y/o de reproceso obtenidos en cada una de las maquinas.


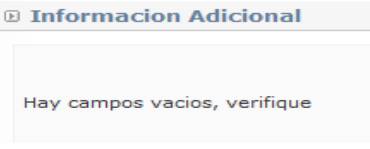
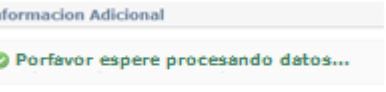
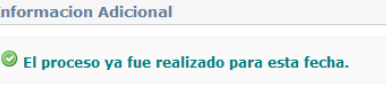

Figura 39. Ventana de Procesar Datos

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Luego del ingreso de los datos se debe dar clic en el botón *Procesar datos*, la aplicación realiza internamente los cálculos necesarios para poder realizar los reportes y las gráficas del OEE.

En la siguiente tabla se muestra algunos enunciados que se pueden encontrar en la opción *Procesar Datos*.

Tabla 18. Enunciados de la Ventana *Procesar Datos*

ENUNCIADO	DESCRIPCIÓN
	<p>En caso de que el usuario no ingrese el valor por productos defectuosos y/o reproceso para alguna(s) de las máquinas la aplicación muestra un llamado de atención como se muestra en la figura.</p>
	<p>Si es usuario da clic en el botón <i>Procesar datos</i> a pesar de que existen campos vacíos, en la parte inferior de la pantalla aparecerá el llamado que aparece en la figura.</p>
	<p>Cuando el usuario ha ingresado los datos requeridos y ha dado clic en el botón <i>Procesar datos</i>, en la parte inferior aparece el mensaje que se muestra en la Figura.</p>
	<p>En caso de que el usuario quiera ingresar nuevamente datos de calidad para una fecha determinada, el sistema no se lo permitirá y le mostrará el mensaje que aparece en la figura.</p>
	<p>Cuando la aplicación ha realizado el proceso correspondiente, aparece el enunciado que se muestra en la figura.</p>

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

6.2.4 OEE

Esta opción permite observar las gráficas de OEE de las máquinas o del Total de la línea de producción para una fecha o rango de fecha determinados.

Si existen datos que permitan mostrar los gráficos se despliega la siguiente ventana mostrada en la Figura 40.

Figura 40. Ventana de OEE



The screenshot shows the 'OEE FullEffectiveness' web application. The header includes the logo and the text 'Indicador de efectividad global del equipo'. A navigation menu contains 'Procesar Datos', 'OEE', 'Reportes', 'Configuración', 'Acerca', and 'Salir'. The main content area is titled 'Calculo del OEE' and contains a form with the following elements: a dropdown menu for 'Seleccione la Maquina a procesar:', two input fields for 'Fecha Inicial:' and 'Fecha Final:', and a 'Graficar Datos' button with a red icon. The footer displays '© 2010 | Valid: XHTML | CSS'.

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

En caso contrario se produce el siguiente mensaje mostrado en la Figura 41.

Figura 41. Ventana de OEE con mensaje de error



The screenshot shows the same web application interface as Figure 40, but with an error message displayed in the main content area: 'No hay datos para ser graficados.' The footer text is '© 2010 ILC Diseñado para: ILC | Valid: XHTML | CSS'.

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Cuando el usuario va a seleccionar la máquina, se despliegan los nombres de las máquinas previamente configuradas (Ver Figura 42). Cabe resaltar que el nombre de Total hace referencia al total de la línea de producción de la planta.

Figura 42. Selección de Máquina para Graficar el OEE

© 2010 | Valid: XHTML | CSS

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Para la selección de la fecha en que se desea ver los gráficos, la aplicación despliega un calendario tal como muestra la Figura 43.

Figura 43. Elección de la Fecha para el gráfico de OEE

© 2010 | Valid: XHTML | CSS

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

En caso de que el usuario olvide ingresar alguno de los campos requeridos para la muestra de los gráficos, se presenta el mensaje de la Figura 44.

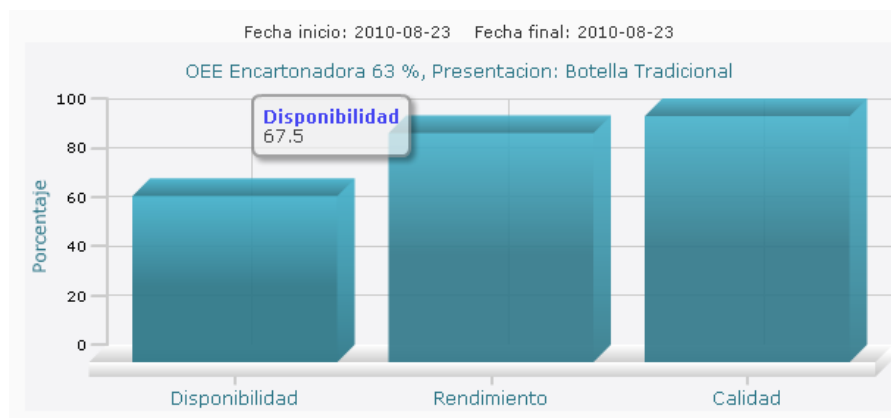
Figura 44. Mensaje de error por falta de datos




Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Al procesar los datos ingresados se puede ver un gráfico de barras con los factores de OEE (Disponibilidad, Rendimiento, Calidad) tal como se muestra en la Figura 45.

Figura 45. Gráfico de OEE



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Los gráficos de OEE también se pueden cargar en un documento pdf dando clic sobre en el icono  .

6.2.5 Reportes

La ventana de *Reportes* mostrada en la Figura 46 cuenta con cuatro ítems. En cada uno de ellos se encuentra la opción para escoger la fecha de la cual se desean ver los reportes; también cuenta con un botón de búsqueda y la opción para poder ver el reporte en un documento de pdf. La importancia de cada uno de estos reportes se describe a continuación.

Figura 46. Ventana de Reportes



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Tiempo Perdido

Permite el análisis de posibles tiempos repetitivos en diferentes fechas los cuales pueden tener una causa común; de ser así es posible hallar solución a la pérdida de dicho tiempo. En la Figura 47 se muestra el reporte referente a Tiempo Perdido.

Figura 47. Ventana de Reporte de Tiempo Perdido

FECHA ENCENDIDO	FECHA APAGADO	TIEMPO PERDIDO	MAQUINA	PRESENTACION
2010-05-24 17:31:39	2010-07-01 19:20:00	1:48:21	Total	Botella
2010-07-01 06:00:00	2010-05-24 17:18:01	11:18:01	Total	Botella
2010-05-24 19:01:27	2010-07-01 19:20:00	00:18:33	Encartonadora	Botella
2010-05-24 18:58:32	2010-05-24 18:58:47	00:00:15	Encartonadora	Botella
2010-05-24 18:56:52	2010-05-24 18:58:02	00:01:10	Encartonadora	Botella
2010-05-24 18:56:27	2010-05-24 18:56:32	00:00:05	Encartonadora	Botella

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Calidad

En este reporte (Ver Figura 48) se puede apreciar la cantidad de productos defectuosos y/o de reproceso en cada una de las maquinas para una fecha específica.

Figura 48. Ventana de Reporte de Calidad

The screenshot shows the 'Reporte de Calidad' window. It includes a search bar with 'Fecha Inicial' and 'Fecha Final' fields, a 'Buscar' button, and a 'Num. registros: 6' indicator. Below is a table with the following data:

BOTELLAS PERDIDAS	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
84	100	Total	Botella
10	100	Despaletizadora	Botella
34	100	Triblock	Botella
23	100	Etiquetadora	Botella
2	100	Devider	Botella
15	100	Encartonadora	Botella

© 2010 | Valid: XHTML | CSS

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Rendimiento

En el reporte mostrado en la Figura 49 se muestra la cantidad de productos que dejaron de ser producidos debido a las pérdidas por microparadas.

Figura 49. Ventana de Reporte de Rendimiento

PRODUCCIÓN PLANEADA (UND)	PRODUCCIÓN PERDIDA (UND)	PRODUCCIÓN REAL (UND)	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
320000	0	320000	100	Total	Botella
240000	14100	225900	94	Despaletizadora	Botella
73600	11960	61640	84	Triblock	Botella
78400	12740	65660	84	Etiquetadora	Botella
120000	300	119700	100	Devider	Botella
48000	1200	46800	98	Encartonadora	Botella

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Disponibilidad

En este reporte se muestra el tiempo diario perdido por averías y/o esperas en los equipos (ver Figura 50).

Figura 50. Ventana de Reporte de Disponibilidad

TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	TIEMPO OPERATIVO(MIN)	TIEMPO PERDIDO (MIN)	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
800	692	108	87	Total	Botella
800	697	103	87	Despaletizadora	Botella
800	762	38	95	Triblock	Botella
800	762	38	95	Etiquetadora	Botella
800	636	164	80	Devider	Botella
800	746	54	93	Encartonadora	Botella

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

6.2.6 Acerca

La pantalla mostrada en la Figura 51, contiene una breve descripción del producto OEE FullEffectiveness, los nombres y correo electrónico de las creadoras.

Figura 51. Ventana de Acerca de OEE FullEffectiveness



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

En la empresa caso de estudio, se realiza un control de paradas el cual se describe en el Anexo 3. Este control se hace mediante la captación manual de datos lo que conlleva tener datos inexactos de las paradas. Además, deben realizarse manualmente cálculos e informes de dichos datos para poder realizar un análisis de ellos. En el caso de la ILC los informes son realizados semanalmente.

La realización manual de cálculos e informes son reemplazados al utilizar OEE FullEffectiveness, lo cual le permite a la empresa utilizar el tiempo empleado en estas tareas para el análisis de los reportes y toma de decisiones, consiguiendo así un aumento en el OEE y por ende se obtiene lo que toda empresa desea, un alto nivel de productividad.

7 EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ENTRE LA APLICACIÓN OEE FullEffectiveness Y EL SCADA iFIX

La evaluación de la conectividad entre la aplicación y el SCADA iFIX, se realizó con la línea de envasado de la empresa caso de estudio. Dicha evaluación consta de tres (3) partes:

- Verificación de transferencia de datos.
- Procesamiento manual de datos.
- Comparación de resultados.

A continuación se describen cada una de las tareas anteriormente nombradas, para el cálculo del OEE del módulo Encartonador, tomando como ejemplo un periodo de trabajo donde se envasa botella tradicional.

7.1 VERIFICACIÓN DE TRANSFERENCIA DE DATOS

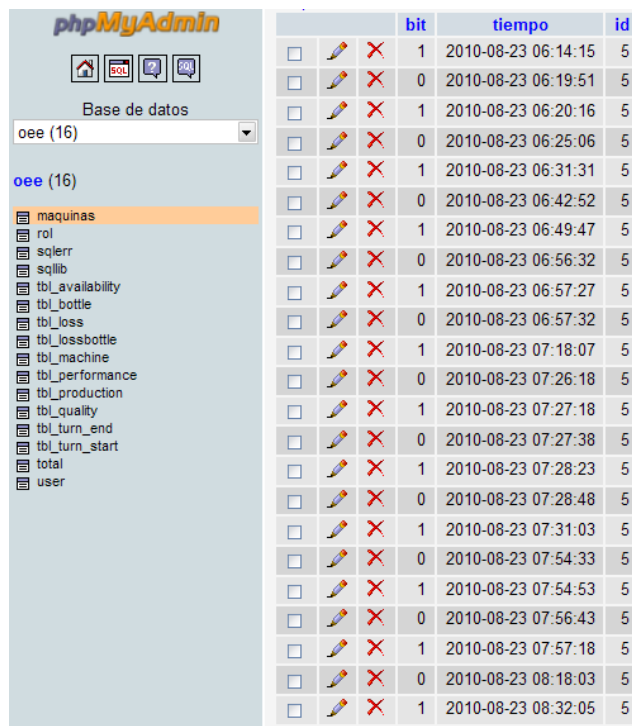
El proceso realizado en la parte de la transferencia de datos, consiste en verificar que el cambio digital de las tags correspondientes a cada uno de los módulos, se esté almacenando en la base de datos llamada "oee". Para esto fue necesaria la presencia de una persona en planta y otra frente al ordenador, comunicando y verificando las paradas de los módulos y/o línea de producción.

7.2 PROCESAMIENTO MANUAL DE DATOS

Se calcula el tiempo de cada una de las paradas del módulo Encartonador con los datos almacenados en la base de datos, tal como se indico en la sección 5.2.

En la Figura 52 se muestran algunos de estos datos.

Figura 52. Datos de Parada del Módulo Encartonador



			bit	tiempo	id
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 06:14:15	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 06:19:51	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 06:20:16	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 06:25:06	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 06:31:31	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 06:42:52	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 06:49:47	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 06:56:32	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 06:57:27	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 06:57:32	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:18:07	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 07:26:18	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:27:18	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 07:27:38	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:28:23	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 07:28:48	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:31:03	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 07:54:33	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:54:53	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 07:56:43	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 07:57:18	5
<input type="checkbox"/>			0	2010-08-23 08:18:03	5
<input type="checkbox"/>			1	2010-08-23 08:32:05	5

Fuente: Database OEE FullEffectiveness Agosto 2010.

Luego de calcular los tiempos de parada (en segundos) del módulo encartonador, se separan los valores mayores y menores e iguales a 300 segundos, los cuales corresponden a las pérdidas de disponibilidad y rendimiento respectivamente.

El valor de los tiempos mayores a 300 seg da como resultado 15576 segundos, lo cual equivale a 259.6 minutos.

El valor de los tiempos menores a 300 seg da como resultado 3326 segundos, lo cual equivale a 55.33 minutos.

En la Tabla 19 se muestra los tiempos de pérdidas referentes a disponibilidad y rendimiento.

Tabla 19. Tiempo de pérdidas de disponibilidad y rendimiento

Tiempo (MM:SS)	> 300 (seg)	≤ 300 (seg)	Tiempo (MM:SS)	> 300 (seg)	≤ 300 (seg)
14:15	855		00:20		20
00:25		25	00:25		25
06:25	385		00:30		30
06:55	415		00:25		25
00:55		55	00:40		40
20:35	1235		40:55	2455	
01:00		60	05:00		300
00:45		45	03:10		190
02:15		135	15:40	940	
00:20		20	01:00		60
00:35		35	05:05	305	
14:02	842		07:25	445	
02:00		120	01:55		115
00:25		25	03:25		205
00:40		40	00:25		25
01:30		90	01:30		90
00:06		6	28:21	1701	
01:05		65	01:10		70
03:00		180	01:35		95
00:25		25	00:50		50
35:05	2105		00:45		45
03:35		215	13:00	780	
01:50		110	03:54		234
00:50		50	22:10	1330	
02:20		140	05:10	310	
01:30		90	24:33	1473	
02:50		170	TOTAL	15576	3326

Fuente: Elaboración Propia, Agosto 2010.

Cálculo de Disponibilidad

Para este caso el periodo trabajo es de 6:00 a 19:20; por lo tanto el tiempo disponible es de 800 min.

$$\textit{Tiempo Operativo} = 800 \textit{ min} - 259,6 \textit{ min}$$

$$\textit{Tiempo Operativo} = 540,4 \textit{ min}$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{540,4 \textit{ min}}{800 \textit{ min}} * 100\%$$

$$\textit{Disponibilidad} = 67.55\%$$

Cálculo de Rendimiento

Para el cálculo de rendimiento se toma el valor de la producción por minuto del envasado de Botella Tradicional para el módulo Encartonador.

$$\textit{Producción Prevista} = 800 \textit{ min} * 93 \textit{ und/min}$$

$$\textit{Producción Prevista} = 74400 \textit{ und}$$

$$\textit{Producción Perdida} = 55,33 \textit{ min} * 93 \textit{ und/min}$$

$$\textit{Producción Perdida} = 5145,69 \textit{ und}$$

$$\textit{Producción Real} = 74400 \textit{ und} - 5145,69 \textit{ und}$$

$$\textit{Producción Real} = 69254,31 \textit{ und}$$

$$\textit{Rendimiento} = \frac{69254,31 \textit{ und}}{74400 \textit{ und}} * 100\%$$

$$\textit{Rendimiento} = 93,08\%$$

Cálculo de Calidad

Para el procesamiento de datos, es necesario que el usuario ingrese mediante la interfaz los datos referentes a los productos desechados. Para el procesamiento manual se toman estos mismos datos.

$$\text{Piezas Buenas} = 69254,31 \text{ und} - 17 \text{ und}$$

$$\text{Piezas Buenas} = 69237,31 \text{ und}$$

$$\text{Calidad} = \frac{69237,31 \text{ und}}{69254,31 \text{ und}} * 100\%$$

$$\text{Calidad} = 99,97\%$$

Cálculo de OEE

Con los valores de cada uno de los factores hallados anteriormente se calcula el valor del OEE para el módulo encartonador.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad} * 100\%$$

$$\text{OEE} = 67,55 * 93,08 * 99,97 * 100\%$$

$$\text{OEE} = 62,85\%$$

7.3 COMPARACION DE RESULTADOS

Para evaluar la conectividad entre la aplicación y el SCADA iFIX, por último se comparan los resultados del procesamiento de datos manual con los arrojados por *OEE FullEffectiveness*.

En las Figuras 53, 54, 55 y 56, se muestra que los valores obtenidos manualmente corresponden a los datos arrojados por la aplicación.

Figura 53. Reporte de Disponibilidad

FECHA	T. DISPON. (MIN)	T. OPERAT. (MIN)	T. PERDIDO (MIN)	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
2010-08-23	800	566	234	71	Total	Botella Tradicional
2010-08-23	800	540	260	68	Encartonadora	Botella Tradicional

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Figura 54. Reporte de Rendimiento

FECHA	PRO. PLAN. (UND)	PRO. PERD. (UND)	PRO. REAL (UND)	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
2010-08-23	64000	1040	62960	98	Total	Botella Tradicional
2010-08-23	74400	5115	69285	93	Encartonadora	Botella Tradicional

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Figura 55. Reporte de Calidad

FECHA	UND. DESECHADAS	PORCENTAJE (%)	MÁQUINA	PRESENTACIÓN
2010-08-23	101	100	Total	Botella Tradicional
2010-08-23	19	100	Depaletizadora	Botella Tradicional
2010-08-23	17	100	Triblock	Botella Tradicional
2010-08-23	24	100	Etiquetadora	Botella Tradicional
2010-08-23	4	100	Deviver	Botella Tradicional

Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

Figura 56. OEE para el Modulo Encartonador



Fuente: OEE FullEffectiveness Junio 2010.

8 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

8.1 RESULTADOS

Como resultado del proyecto se obtiene una aplicación de bajo costo, llamada *OEE FullEffectiveness*, con la cual es posible calcular automáticamente el OEE del total de una línea de producción y de cada uno de los equipos que la conforman. Este cálculo se realiza mediante el procesamiento de los datos almacenados en la base de datos. Estos datos son dados por el usuario y por el SCADA; por el usuario, son ingresados desde la interfaz en el momento de configurar la aplicación y cuando éste realiza el ingreso de los datos de producción (número de productos desechados en cada uno de los módulos), por el SCADA, son enviados mediante el estándar de comunicación ODBC a la base de datos indicando si la línea y cada uno de los equipos que la conforman están o no en marcha.

OEE FullEffectiveness es una herramienta que le permite a la empresa obtener datos reales de las paradas ocasionadas en la línea de producción y así poder tener conocimiento de la efectividad actual en la que trabaja el equipo. El valor del OEE se muestra en un gráfico de barras el cual refleja el valor de cada uno de los tres factores que lo componen. Además de esto, la aplicación brinda cuatro opciones de reportes, los cuales son una base de análisis de la disminución de efectividad, para así poder tomar decisiones que eliminen las pérdidas.

8.2 CONCLUSIONES

- Con el estudio detallado de las pérdidas que ocasionan la disminución de efectividad en el equipo se generó el llamado *Árbol de Fallas*, el cual permite un mejor entendimiento del valor de OEE, ya que con éste es posible diferenciar cuál o cuáles *razones* están afectando en mayor cantidad alguno de los factores de OEE.

- Los resultados del estudio de los protocolos de comunicación soportados por el HMI/SCADA iFIX permitieron obtener una base de conocimiento de éstos, con la cual se determinó utilizar un protocolo (ODBC) que brinda una comunicación rápida y estable permitiendo que la transferencia de datos sea confiable, todo esto sin costo adicional.
- Mediante la realización del proyecto se evidenció la importancia que tienen las empresas para medir automáticamente la efectividad de su equipo y línea de producción, mostrando como ejemplo que en la empresa caso de estudio se determina el valor de OEE de su línea de envasado mediante una captación y procesamiento de datos manual, obteniendo datos inexactos y por ende una medida de OEE no confiable.
- El tiempo empleado en el procesamiento manual de datos podría ser mejor utilizado en el análisis y toma de decisiones para mejorar la efectividad de la planta. Esto se soluciona al utilizar la captación y procesamiento de datos automático, algo que ofrece la aplicación *OEE FullEffectiveness*.
- Los resultados del proyecto permitieron obtener la aplicación OEE FullEffectiveness, la cual fue realizada con herramientas de bajo costo, lo que permite a las empresas que no tienen alta inversión (o alta relación capital-trabajo) aplicar conceptos que a nivel mundial se han implementado, obteniendo como resultado aumento en su productividad debido a la optimización de sus equipos y líneas de producción.
- El indicador de OEE muestra las condiciones reales en las que se encuentran los equipos; sin embargo, con el solo valor del indicador no es posible una mejoría de la efectividad, por esto es necesario realizar un análisis para diferenciar cuál o cuáles *razones* están afectando en mayor cantidad alguno de los factores de OEE y de esta manera se pueden planear y ejecutar correctivos que permitan eliminar las pérdidas ocasionadas en la línea de producción.

- El desarrollo del proyecto permitió generar la aplicación *OEE FullEffectiveness*, la cual se comunica con el SCADA iFIX mediante el estándar ODBC; sin embargo, la aplicación puede comunicarse con otros SCADAs, siempre y cuando se estudie y elija el estándar de comunicación para la transmisión de datos.

8.3 TRABAJOS FUTUROS

Como posibles estudios y modificaciones de la aplicación se propone:

- Modificar la aplicación *OEE FullEffectiveness* con el fin de brindar:
 - Otros tipos de reportes.
 - Más opciones de búsqueda que permitan obtener reportes personalizados.
 - Más opciones de gráficos de OEE.
 - Herramientas que permitan personalizar la interfaz.
- Utilizar el factor OEE arrojado por *OEE FullEffectiveness*, para definir qué tipo de acciones TPM se deben ejecutar.
- Estudiar los estándares de comunicación soportados por los diferentes SCADAS que permitan la transferencia de datos hacia *OEE FullEffectiveness*.

Como apoyo para la realización de Trabajos Futuros, se presenta en el Anexo 5, una guía básica del programador.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. **Gonzalez, Miguel F. López.** “Artículo 3. Mejorando la Productividad. La Utilización del KPI por Excelencia: el OEE”. [En línea] [Citado el: 15 de 10 de 2009.] http://www.obz.es/contenidos/images/stories/pdf/talleres_feuga/mejorando_la_productividad.pdf..
2. **Lefcovich, Mauricio.** “TPM – Mantenimiento Productivo Total. Un paso más hacia la excelencia empresarial”. [En línea] 15 de 10 de 2009. <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>..
3. **Organización Industrial, Construsur.** “Conceptos Básicos de TPM” . [En línea] [Citado el: 21 de 10 de 2009.] <http://www.organizacion.construsur.com.ar/modules.php?op=modload&name=News&file=pdf&sid=5>.
4. **Seiichi, Nakajima.** Introduccion al TPM Japan Institute for Plante Maintenance. Tecnologia de Gerencia y Produccion S.A. Madrid. 1991.
5. **Garay, Migdaliz Cavalcanti.** “Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un Sistema de Indicadores de Efectividad Global de los Equipos para una Compañía Minera”. [En línea] 4 de 11 de 2009. http://cybertesis.upc.edu.pe/upc/2005/cavalcanti_gm/pdf/cavalcanti_gm-TH.1.pdf.
6. **González, Hugo Leonel Alonzo.** “Una Herramienta de Mejora, el OEE (Efectividad Global Del Equipo)”. [En línea] [Citado el: 4 de 11 de 2009.] <http://www.eumed.net/ce/2009b/hlag.htm>.
7. **Sevillano, Fernando.** “OEE y Procesos de Mejora”. [En línea] [Citado el: 4 de 11 de 2009.] <http://redindustria.blogspot.com/2008/05/oee-y-procesos-de-mejora.html>.
8. **Flores, Juan F.** “Medición de la Efectividad de la Cadena de Suministro”. [En línea] [Citado el: 4 de 11 de 2009.] http://books.google.com.co/books?id=pyZ5TTOur_QC&pg=RA1-PA45&lpg=RA1-PA45&dq=definicion+oee&source=bl&ots=_SEFREn5ZT&sig=iTDtWA7LQMkn0MCd

qWRvDBQUfPM&hl=es&ei=WCe5SoSnA8SHtgeorbHxDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=7#v=onepage&q=&f=false.

9. **Ernesto Córdoba, Andrés Sandoval.** “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SUPERVISORIO DE LA NUEVA LINEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA” . Popayan : s.n., 5 de 2007.

10. **iFIX, Intellution.** *Methods for getting SQL data into iFIX.* [e - books]

11. —. VisiconX. [En línea] [Citado el: 17 de 4 de 2010.] http://www.iic.co.nz/datasheets/visiconx_cutsheet_gfa1008.pdf .

12. **Vegas, Jesus.** Aplicaciones Multinivel. [En línea] 21 de 3 de 2002. [Citado el: 24 de 3 de 2010.] <http://www.infor.uva.es/~jvegas/cursos/buendia/pordocente/node21.html>.

13. **Palencia, Oliverio García.** “Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial”. [En línea] 21 de 10 de 2009. <http://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/TPM.pdf>.

14. **López, Alonso Eloy.** “OEE una Medida Objetiva para Primar por Productividad”. [En línea] [Citado el: 4 de 11 de 2009.] <http://www.xing.com/net/clubempresa/rr-hh-coaching-counselling-y-mentoring-en-la-empresa-de-hoy-183679/oeo-una-medida-objetiva-para-primar-por-productividad-10587279/10587279/#10587279>.

15. **Fullfact.** “La Formula del OEE”. [En línea] [Citado el: 23 de 8 de 2009.] http://www.oetoolkit.com/es/es_oeo_thefullstory_6.html.

16. —. “Objetivo del OEE”. [En línea] [Citado el: 23 de 8 de 2009.] http://www.oetoolkit.com/es/es_oeo_thefullstory_7.html.

ANEXO A

1. TAREAS QUE SE REALIZAN EN LA INICIALIZACION Y CAMBIO DE FORMATO, CORRESPONDIENTES AL MODULO TRIBLOCK

El presente anexo se elabora con el fin de dar un ejemplo de las tareas que se realizan en el tiempo destinado para la inicialización y cambio de formato de uno de los módulos de la línea de envasado de la ILC; en este caso se ha escogido el modulo Triblock.

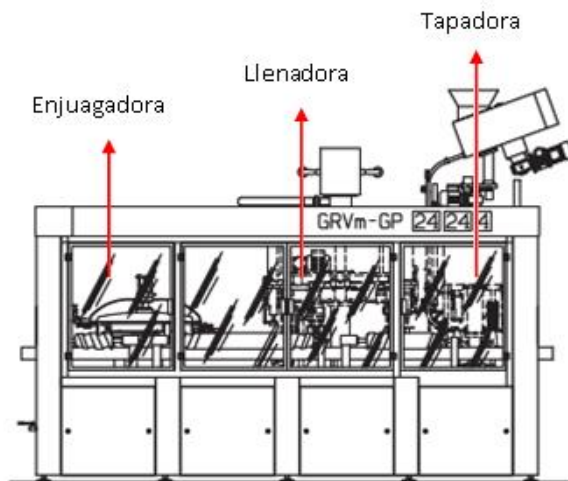
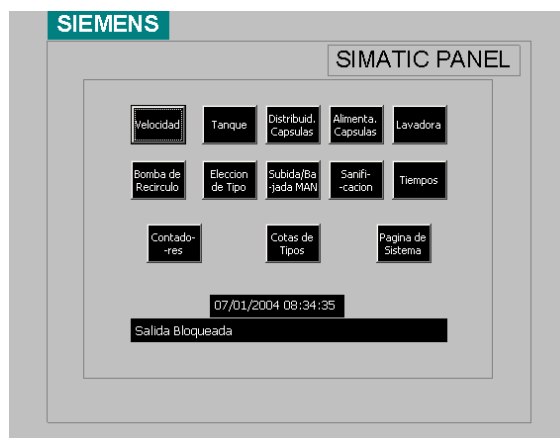


Figura 57. Modulo Triblock

1.1 INICIALIZACIÓN

El módulo Triblock cuenta con un panel de control y un cuadro de comandos mostrados en las Figura 58 y Figura 59.



- Figura 58. Panel del operador

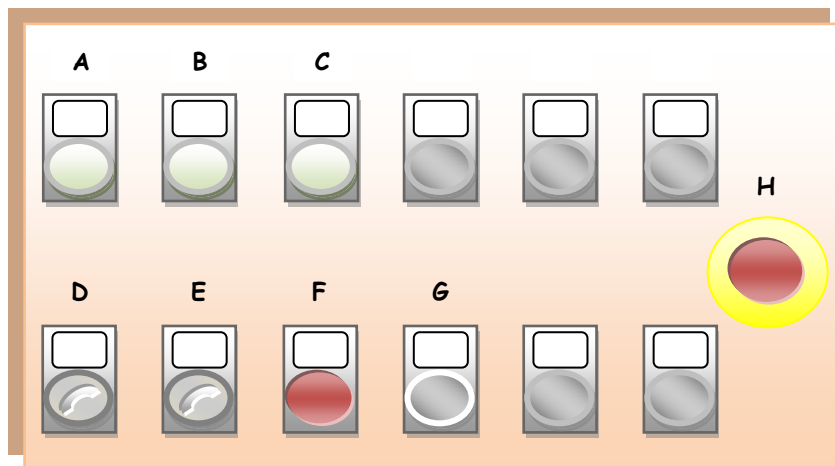


Figura 59. Cuadro de comandos

Tabla 20. Comandos del módulo Triblock

COMANDOS	
A	Tensión 24 VAC
B	Inserción comandos
C	Marcha máquina
D	Ciclo máquina manual/automático
E	Habilitación tablero volante
F	Stop máquina
G	Reset alarmas
H	Botón emergencia

Éstos son usados para realizar la inicialización del equipo. Las tareas que se ejecutan son las siguientes:

- Encender el panel de operación

- Inserción de comando para habilitar el Triblock
- Realizar purga de condensación
- Lubricación de la máquina por 15 minutos
- Habilitar la entrada de producto (aguardiente)
- Configuración de los siguientes elementos en el panel de operación
 - Velocidad de producción
 - Tanque de producto
 - Distribuidora de tapa (ON)
 - Alimentadora de tapa (ON)
 - Lavadora (ON)
 - Válvula de recírculo (ON)
 - Verificar posición de la válvula
 - Verificar el formato
- Puesta en marcha para iniciar el proceso de producción (Comando C del control de comandos)

1.2 CAMBIO DE FORMATO

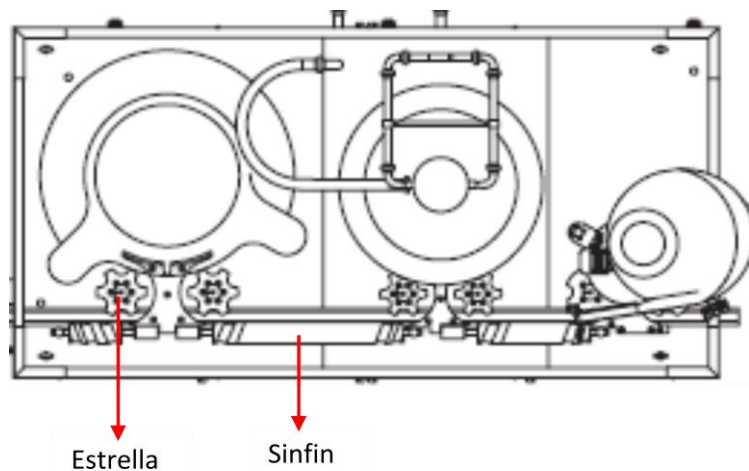


Figura 60. Vista Superior del Triblock

A continuación se nombrar las tareas que se ejecutan en el cambio de formato y limpieza del Triblock.

- A. Se alistan todos los elementos necesarios para el cambio de acuerdo con la presentación
- - Sinfín de entrada lavadora
 - Estrella guía de entrada
 - Divisor de estrellas
 - Estrella guía salida
 - Sinfín entre lavadora – envasadora

- Estrella entrada llenadora
 - Divisor estrella entrada y salida llenadora
 - Entrada de salida llenadora
 - Sinfín entre llenadora y tapadora
 - Estrella de entrada tapadora
 - Divisor entre entrada y salida tapadora
 - Estrellas salida tapadoras
 - Guías centrales tapadoras
 - Para presentación:
 - Garrafa 1500 c.c:
 - 24 boquillas y 4 cabezales para garrafa
 - Botella 750 c.c:
 - 24 boquillas para 28 mm y 4 cabezales para botella
 - Media botella 375 c.c:
 - 24 boquillas para 28 mm y 4 cabezales para media botella
 - Distribuidora cabezal de tapas
 - 38 mm para garrafa
 - 28 mm para botella
 - 28 mm para media botella
 - Guías plásticas para 28 mm en la distribuidora
- B. Se cambian los elementos anteriores en el mismo orden que se retiran y se calibran las varillas o guías
- C. Posicionar sensor colgante envase en la llenadora
- D. Cambiar guía metálica, de acuerdo con la presentación (38 mm o 28 mm)
- E. Calibrar controlador de nivel. Posicionar túnel sensor según la presentación.

ANEXO B

2. CONEXIÓN ODBC PARA INTERCAMBIO DE DATOS POR MEDIO DE LOS BLOQUES SQL

2.1 CONFIGURACIÓN DEL DRIVER ODBC

Primero se especifica al driver ODBC el vínculo entre iFIX y la base de datos, que en este caso se llama oee. Para ello dirigirse a *Herramientas Administrativas* que se encuentra dentro del Panel de control de Windows.

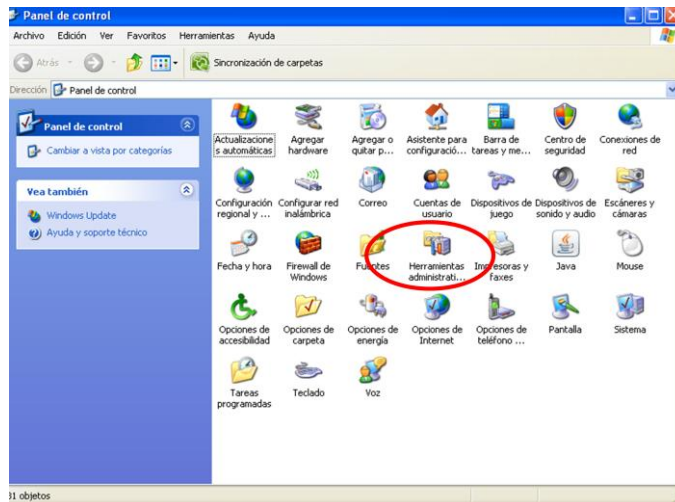


Figura 61. Panel de Control Windows

Ahora se da doble clic a *Orígenes de Datos (ODBC)* tal como se muestra a continuación.

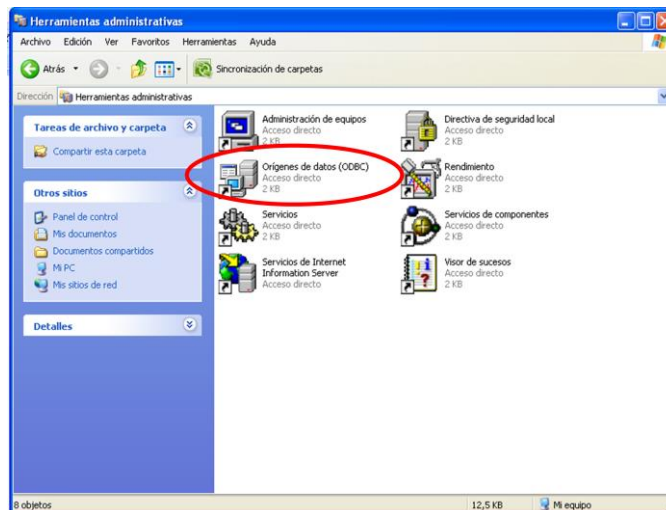


Figura 62. Herramientas Administrativas

Se puede observar el siguiente cuadro de diálogo, en el cual se muestran los drivers ODBC de que se dispone para establecer comunicación con diversos programas.

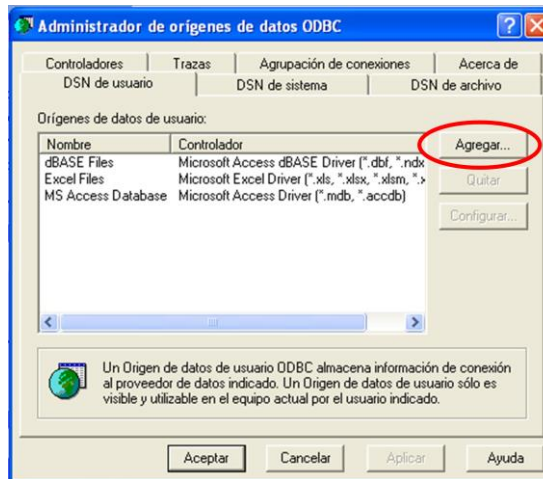


Figura 63. Administrador de Orígenes de Datos ODBC

Para continuar se hace clic en *Agregar*.

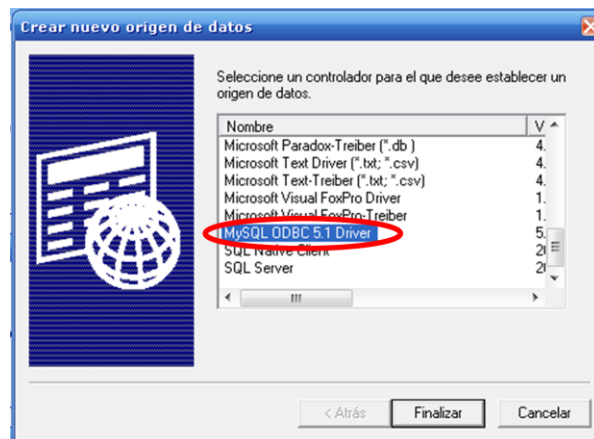


Figura 64. Crear Nuevo Origen de Datos

Ahora se selecciona el driver de comunicación *MySQL ODBC 5.1 Driver* y se hace clic en *Finalizar*.

Nota: En caso de que el driver ODBC correspondiente a la base de datos a utilizar (en este caso MySQL) no se encuentre en el cuadro de diálogo, debe instalarse.

Después de esto se llenan los campos del cuadro de diálogo que sale a continuación:

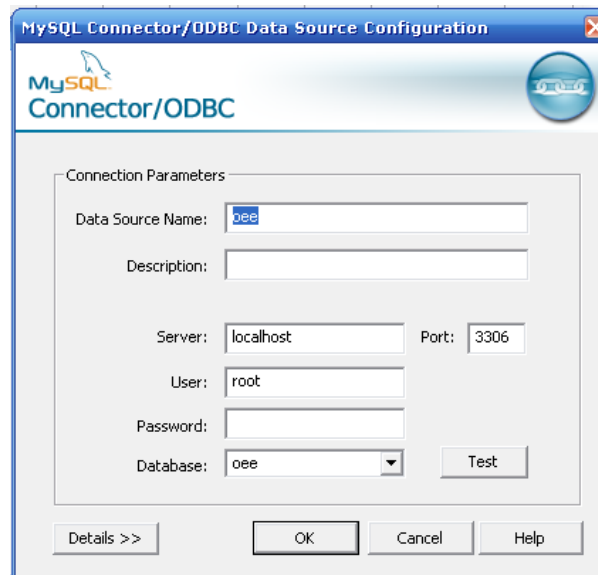


Figura 65. MySQL Connector/ODBC Data Source Configuration

Por último se verifica la conexión dando clic en *Test*

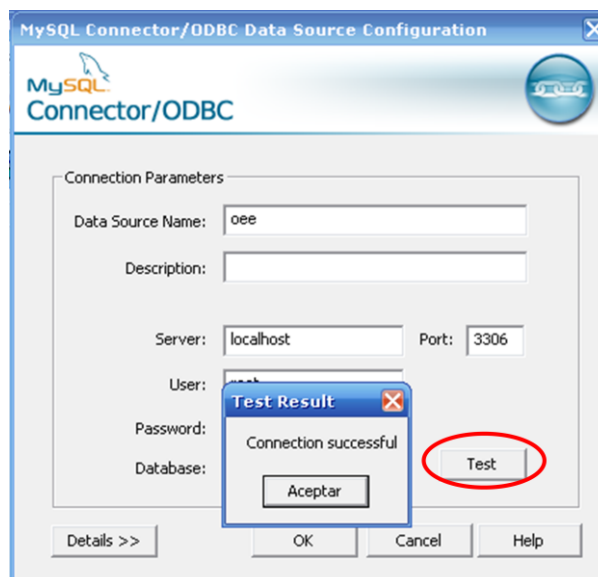


Figura 66. Verificación de la conexión

2.2 CONFIGURACIÓN DE IFIX SQL TASK

En el SCU se selecciona la opción *SQL Accounts*.

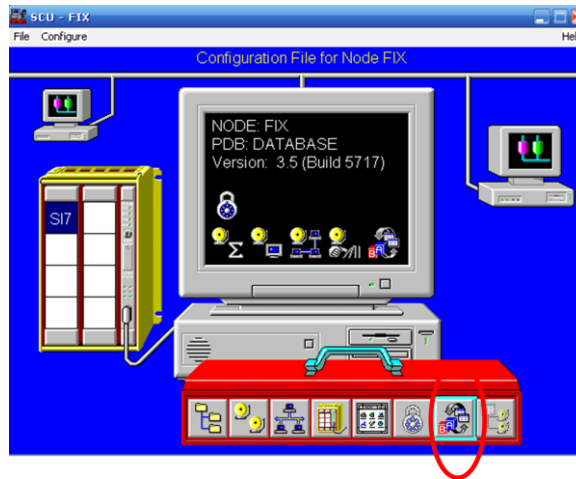


Figura 67. System Configuration Utility (SCU)

En el cuadro de diálogo de *SQL Accounts* se da clic en *Add*

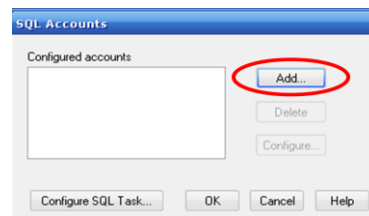


Figura 68. SQL Accounts

Ahora se muestra la pantalla *SQL Login Information* que permite configurar con cuál base de datos relacional se está conectando. En la casilla *Database Type* se ingresa el gestor de base de datos (que es el nombre de origen de datos utilizados en la configuración del controlador ODBC) y en *Database Identifier* se selecciona el nombre de la base de datos. En estos casos se puede utilizar el signo "?" de apoyo para seleccionar la opción de la lista desplegada. Por último presionar *OK*

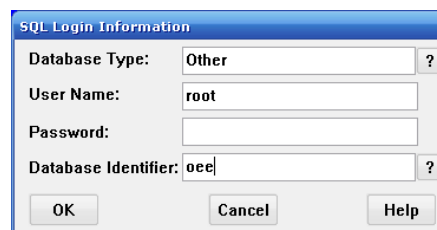


Figura 69. SQL Login Information

Presionar el botón *Configure SQL Task*

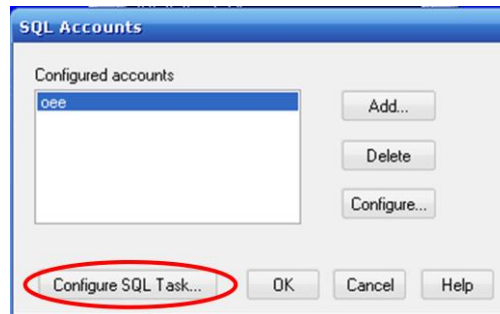


Figura 70. Configure SQL Task

A continuación se muestra la ventana *SQL Taks Configuration*. Seleccionar la opción *Enable* que está situada en la parte superior izquierda. En el campo *Database ID*, se debe escribir el nombre de la base de datos (éste es el mismo que fue introducido en la pantalla *SQL Login Information*). Éste especifica qué base de datos se utiliza para recuperar comandos SQL de la tabla *sqllib*, así como los errores de registro en la tabla *sqlerr*. En el campo *SQL cmd Table*, se escribe el nombre (*sqllib*) para la tabla de comandos SQL.

En el campo *Error Log Table*, se escribe el nombre (*sqlerr*) para la tabla que se ha configurado para recibir errores de SQL. Intellution recomienda que los nombres de estas tablas sean los mencionados para evitar confusiones. Por último presione *OK*.

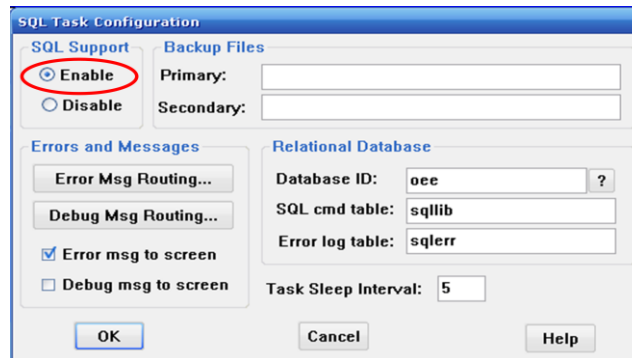


Figura 71. SQL Task Configuration

Nota: En MySQL se debe crear la base de datos que en este caso es *oee* la cual debe contener las tablas: *sqllib* donde se encontrarán los comandos SQL que se emplearán, otra *sqlerr* donde se registrarán los errores y por último las tablas necesarias para el intercambio de datos.

Ahora, se crean en iFIX los bloques necesarios para enviar los datos a la base de datos creada en MySQL.

2.3 BLOQUES SQD Y SQT

Desde iFIX se puede trabajar con los comandos SQL mediante dos bloques de la base de datos. Uno es el SQT (SQL Trigger), que le especifica al SAC (Scan, Alarm, and Control) cuándo o cómo disparar el comando SQL. El otro bloque es el SQD (SQL Data) que le especifica al SAC qué datos enviar o tomar cuando se cumplen las condiciones del SQT.

Para la transferencia de datos hacia la base de datos de MySQL se utilizan 6 pares de bloques SQL, tal como muestra la Figura 72.

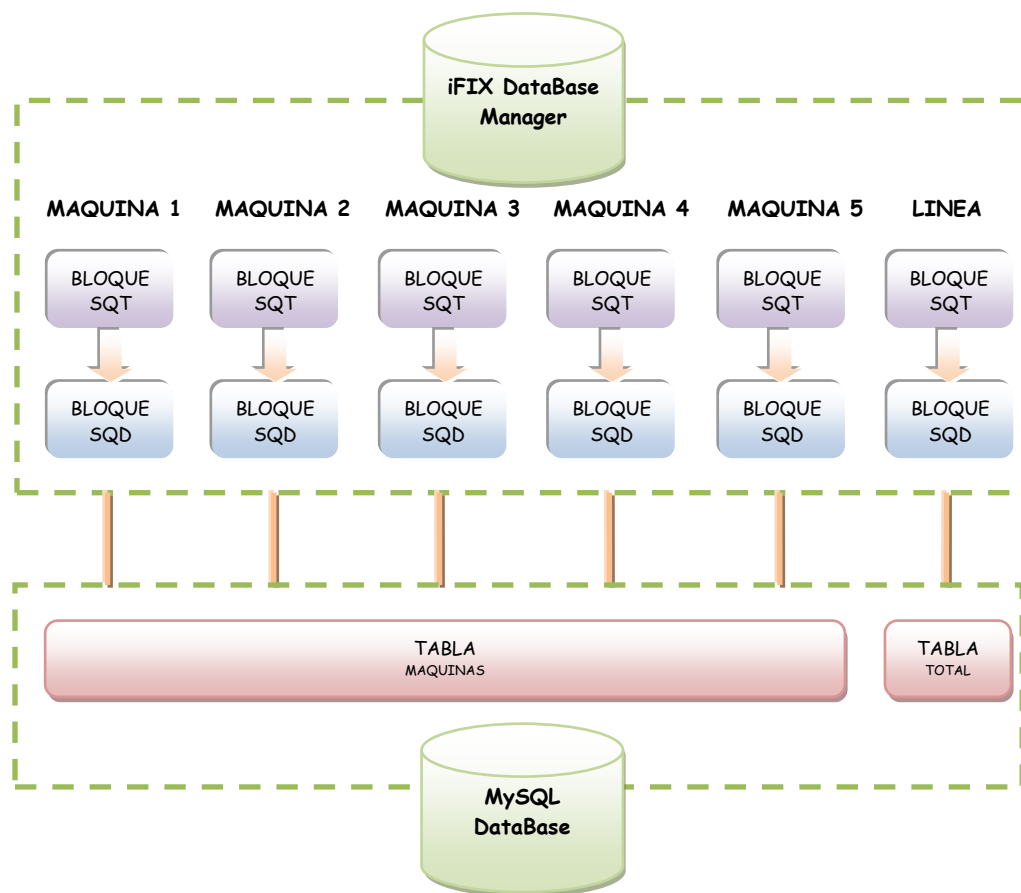


Figura 72. Método para la transferencia de datos.

Fuente: Elaboración propia

En este anexo se muestra como ejemplo la configuración del par de Bloques SQL para la máquina 1.

A continuación se abre iFIX *Database Manager* y se adiciona un bloque SQT tal como se muestra en la siguiente figura.

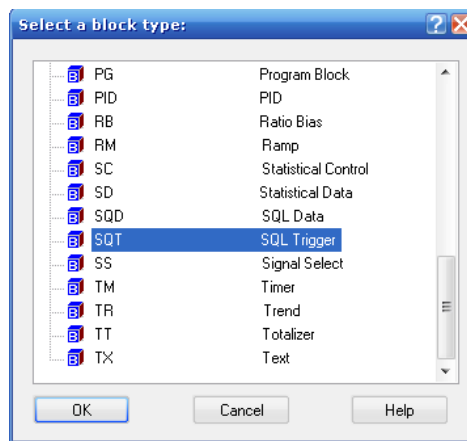


Figura 73. Select Block Type

La pantalla *Basic* que se muestra en la Figura 74Figura 69 permite configurar cuándo el bloque SQT se accionará. Se puede configurar el accionamiento del bloque SQT por tiempo (*time events*), por evento (*block events*) o ambos.

Usando el *block events* el SQT se accionará con el cambio de valor de la tag; si se utiliza un *time events* tendrá que configurarse un periodo de evento en la casilla *event period*; en este caso el SQT se accionará cada vez que se cumpla dicho periodo. En este caso se utiliza el *block events*; para esto se debe ingresar el nombre de la tag correspondiente a la máquina 1 (Refiérase al Capítulo 5) que causará que el bloque SQT se accione. Luego debe escogerse el tipo de evento:

- *Change of Value*: se accionará cada vez que cambia la tag.field.
- *Low to High* or *High to Low*: Se activará cuando el valor de la tag.field cambie de "0" a "distinto de cero" o viceversa

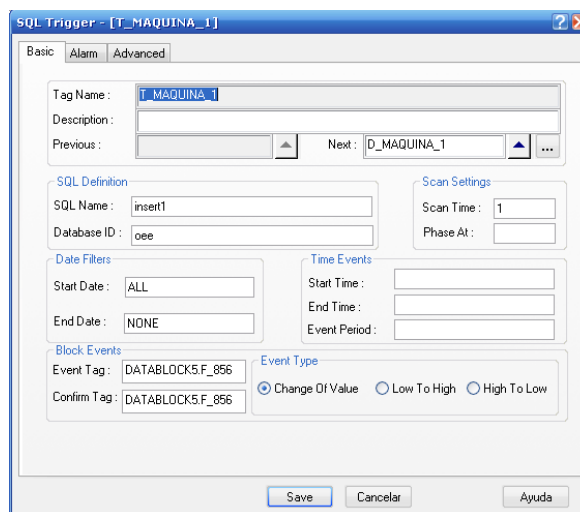


Figura 74. SQL Trigger – Basic

En el campo *SQL Name* se escribe el nombre del comando que se ejecutará cuando el SQT se accione. Este nombre debe coincidir con una entrada de la columna de las tablas *sqlname* y *sqllib* que residen en la base de datos OEE creada anteriormente en SQL Server. En este caso se coloca el comando *insert1* en el campo *SQL Name* y en *Database ID* se coloca el nombre de la base de datos, en este caso *oee*. En el campo *Next* adicionar el nombre del bloque SQD que será encadenado a este bloque, ver Figura 69.

A continuación se adiciona un bloque SQD, el cual especificará las tags de la máquina 1 de la base de datos de iFIX que serán usadas para enviar datos a la base de datos OEE.

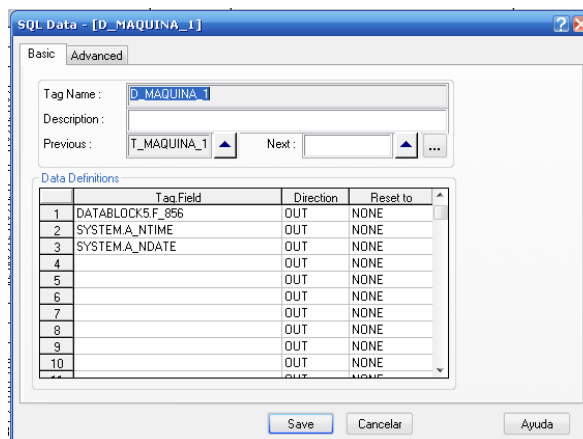


Figura 75. SQD Data

En el campo *Tag Name* ingresar nombre del bloque SQD, tal como se registró en el campo *Next* del bloque SQT. En el campo *Tag.Field* deber ir el nombre de las tags de iFIX, las cuales contienen los valores que serán escritos en la base de datos relacional; para este caso en la tabla *máquina_1* de la base de datos *oee*. Es importante conocer el tipo de datos que se esperan en la base de datos. Si la columna espera un dato ASCII, se debe usar un *A_field*. Si la columna espera un dato numérico entonces usar un *F_field*. Por último se guarda la configuración del bloque SQD.

ANEXO C

3. CONTROL DE PARADAS DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE LA INDUSTRIA ILC

El área de Producción de la Industria Licorera del Cauca es la encargada del control de paradas de la línea de envasado; para esto el coordinador de envasado es el encargado de realizar la recolección manual de datos referente a los tiempos perdidos por paradas; posteriormente estos son entregados al Jefe de Mantenimiento, quien los analiza para toma de decisiones que ayuden a mejorar la efectividad.

El formato en el que se lleva el control de paradas se muestra al final del presente anexo.

El análisis del formato se realiza en tres partes:

3.1 FECHA Y PRESENTACIÓN

En esta sección se coloca la fecha, el turno (mañana AM y tarde PM) y la presentación (garrafa, botella o media); en caso de ser botella o media de aguardiente sin azúcar se añade una nota. Ver Figura 76.

INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA									
FORMATO CONTROL DE PARADAS EN LA LÍNEA DE ENVASADO									
Código FOMA 41			Versión 3		Fecha de vigencia Agosto 1 DE 2008				
FECHA				TIEMPO					
DIA	MES	ANO	TURNO	PRESENTACION	GARRAFA	BOTELLA	MEDIA	TOTAL	
				PARADA	H. INICIO	H. FINAL			
ALISTAMIENTO		H. INICIO	H. FIN						
PRESO PERSONAL									
OTRO									
OTRO									

Figura 76. Fecha y Presentación

3.2 ALISTAMIENTO

Aquí se encuentra la lista de paradas por alistamiento con campos para registrar la hora de inicio y la hora final de cada una de ellas. Al final de éste hay un campo para el tiempo total empleado por alistamiento. Ver Figura 77

FECHA				PRESENTACION PARADA		TIEMPO	
DIY	MES	ANO	TURNO			H. INICIO	H. FIN
ALISTAMIENTO							
INGRESO PERSONAL							
VESTIER							
COMPRESOR							
VIDEOJET							
DEPALETIZADORA							
TRIBLOCK							
DEVIDER							
ENCARTONADORA							
DESCANSO							
ASEO							
TPO TOTAL ALISTAMIENTO							

Figura 77. Alistamiento

3.3 PARADAS

En esta sección se encuentran 5 campos los cuales se describen a continuación:

- Parada: Se ingresa el número correspondiente al tipo de parada, el cual se encuentra en la tabla “TIPOS DE PARADAS EN LINEA FILLINGS SYSTEMS” (Véase para inferior de la Figura 79)
- H. Inicio: Se ingresa la hora de inicio de la parada
- H. Final: Se ingresa la hora de finalización de la parada
- Total: Se registra el tiempo total de la parada
- Observaciones: Se registra el motivo de la parada

Al final de esta sección se registra el tiempo total por paradas, el tiempo total paradas más alistamiento y la producción total del turno. Ver Figura 78.

TIEMPO				OBSERVACIONES
PRESENTACION PARADA	GARRAFA	BOTELLA	MEDIA	
	H. INICIO	H. FINAL	TOTAL	
TIEMPO TOTAL PARADAS				
TIEMPO TOTAL PARADAS + ALISTAMIENTO				
PRODUCCION TOTAL DEL TURNO				

Figura 78. Paradas

ANEXO D

4. INSTALACIÓN DE *OEE FullEffectiveness*

Copiar la carpeta oee en la ruta C: \wamp\www

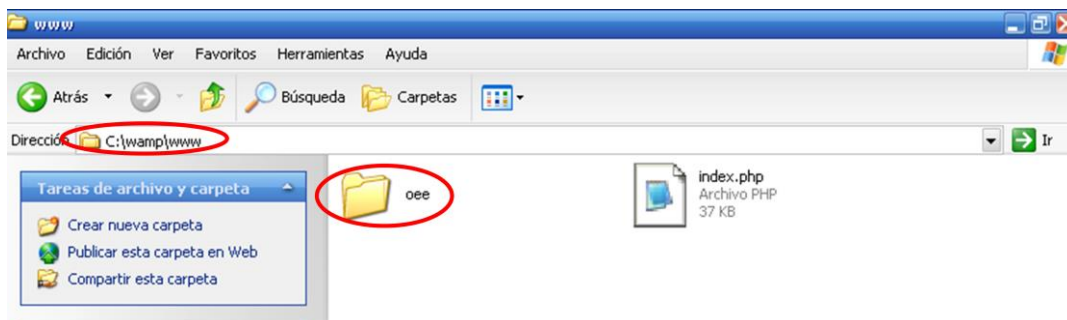


Figura 80. Copia del archivo oee

Cargar la base de datos en MySQL

- Iniciar wamp
- Abrir MySQL, dando clic en phpMyAdmin, tal como muestra la Figura 81.



Figura 81. Menú Principal Wampserver 2.0

Clic en *Importar* y posteriormente en *Examinar* (Ver Figura 82)



Figura 82. Pantalla de phpMyAdmin para importar un archivo

Seleccionar la base de datos que se resalta en la Figura 83, la cual se encuentra en la ruta: C: \wamp\www\source\backup bd, dar clic en abrir y luego en continuar

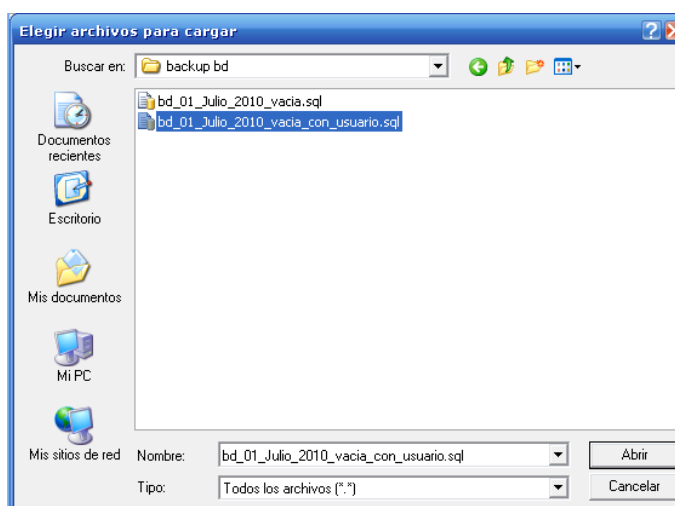


Figura 83. Selección de la base de datos

Si la importación de la base de datos se ejecuto con éxito, en la pantalla se mostrará un mensaje como el de la Figura 84



Figura 84. Mensaje de importación exitosa de la base de datos

ANEXO E

5. GUIA DEL PROGRAMADOR

En este anexo se exponen los elementos principales de la aplicación, brindando una guía de la programación realizada que sirva de base para realizar mejoras, como las propuestas en la sección 8.3 de la monografía.

Para la modificación de alguno de los elementos, es importante recordar que la base de datos fue realizada en MySQL, la programación por parte del servidor, en el lenguaje PHP y la interfaz fue realizada bajo estándar XHTML. Quien desee realizar mejoras a la aplicación, debe tener en cuenta que es necesario tener conocimiento y manejo de las herramientas y lenguajes anteriormente nombrados.

La guía se divide en dos partes, en la primera de ellas se explica la base de datos y en la segunda parte se hace una explicación general del módulo OEE.

5.1 BASE DE DATOS

La base de datos “oe” está compuesta por 16 tablas. En la Figura 85 se muestra el diagrama relacional de la base de datos.

A continuación se explica la base de datos en cuatro (4) partes.

5.1.1 Transferencia de Datos

Para la transferencia de datos se hace uso de las tablas “sqllib” y “sqlerr”. Para el almacenamiento de los datos transferidos se hace uso de las tablas “máquinas” y “total”.

- **sqllib:** Contiene las sentencias SQL que permiten almacenar los datos en las tablas “máquinas” y “total”.
- **sqlerr:** Se almacenan los errores que se presentan durante la transferencia de datos.
- **máquinas:** Almacena los datos correspondientes a las paradas de cada uno de los módulos que componen la línea de producción.
- **total:** Almacena los datos correspondientes a las paradas de la línea de producción.

5.1.2 Configuración

Este grupo de tablas, almacena los datos registrados por el usuario en el momento de configurar la aplicación.

- **tbl_bottle:** Almacena la producción por minuto de cada módulo de la línea de producción para cada presentación que se realice en ésta.
- **tbl_turn_start:** Contiene las horas de inicio de los turnos de trabajo.
- **tbl_turn_end:** Contiene las horas de finalización de los turnos de trabajo.
- **tbl_machine:** En esta tabla se encuentran los nombres de los módulos que componen la línea de producción, con un respectivo identificador.
- **user:** Almacena los usuarios que pueden acceder a la aplicación.
- **rol:** Contiene el tipo de usuario (administrador u operario).

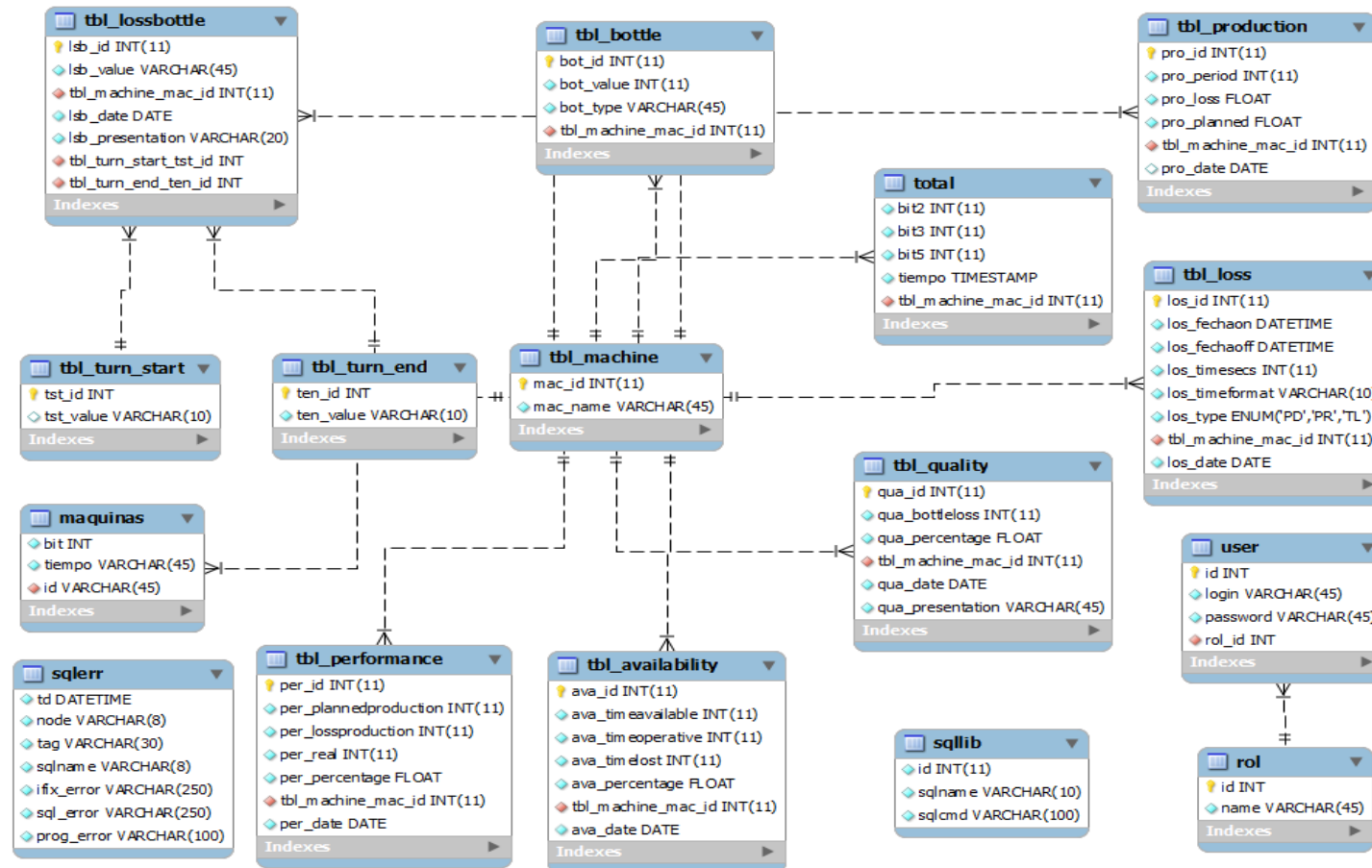


Figura 85. Diagrama Relacional de la base de datos "oe"

5.1.3 Procesar Datos

En este grupo de tablas, se almacena la información ingresada por el usuario mediante el componente *Procesar Datos* de la interfaz de la aplicación.

- **tbl_lossbotle:** Esta tabla guarda la información del periodo de trabajo del día, la presentación realizada y las pérdidas de calidad de cada una de las máquinas.

5.1.4 Cálculo OEE

En las siguientes tablas, se almacenan los datos necesarios para calcular el OEE, generar el gráfico de este indicador y los cuatro tipos de reportes brindados por *OEE FullEffectiveness*.

- **tbl_loss:** Almacena en dos formatos (SS y HH:MM:SS) los tiempo de parada de cada uno de los módulos
- **tbl_production:** En esta tabla se encuentra los valores de la producción planeada y perdida para el periodo de trabajo.
- **tbl_availability:** Contiene todos los datos necesarios para calcular el factor de disponibilidad para cada uno de los módulos y línea de producción.
- **tbl_performance:** Contiene todos los datos necesarios para calcular el factor de rendimiento para cada uno de los módulos y línea de producción.
- **tbl_quality:** Contiene todos los datos necesarios para calcular el factor de calidad para cada uno de los módulos y línea de producción.

5.2 MÓDULO OEE

A continuación se expone la ubicación de los archivos que contienen la programación, tanto de parte del cliente como del servidor, para cada uno de los componentes de la aplicación.

5.2.1 Cliente

Si se desea realizar mejoras a la interfaz de la aplicación, se deben estudiar los archivos ubicados en la dirección: C:\wamp\www\oee\application\views. En este caso WAMP se encuentra instalado en el disco C.

5.2.1.1 Acerca: Si se desea editar la información referente a *OEE FullEffectiveness*, diríjase al archivo: about_view.php.

5.2.1.2 Configuración: Para editar este componente, diríjase a la carpeta "config"; en ella se encuentran los archivos de cada una de las gestiones, correspondientes a las vistas de las siguientes tareas:

- **config:** Vista de todo el componente configuración.
- **list:** Vista completa de cada una de las gestiones.
- **create:** Cuadro de diálogo de la opción agregar.
- **response:** Cuadro de diálogo con mensajes de verificación.

- **confirm:** Cuadro de diálogo con mensajes de confirmación de la opción borrar.

5.2.1.3 Procesar Datos: Para editar este componente, diríjase al archivo `process_view.php`, que se encuentra en la carpeta “prosecution”.

5.2.1.4 OEE: Si se desea editar la vista de este componente diríjase a la carpeta “report”.

- El archivo `report_view.php`, le permite editar la vista completa del componente OEE.
- El archivo `report_graph_view.php`, le permite editar el gráfico de OEE.

5.2.1.5 Reportes: Para editar este componente, diríjase a la carpeta “report”.

- El archivo `reports_view.php`, le permite editar la vista completa del componente Reportes.
- Los archivos `report_loss_view.php`, `report_availability_view.php`, `report_performance_view.php` y `report_quality_view.php`, permiten editar la vista de los reportes de tiempo perdido, disponibilidad, rendimiento y calidad, respectivamente.

5.2.2 Servidor

Si se desea realizar mejoras a la lógica de programación que se realiza en la aplicación, se deben estudiar los archivos ubicados en la dirección: `C:\wamp\www\oee\application\controllers`.

5.2.2.1 Configuración: Para editar éste componente, diríjase a la carpeta “config”; en ella se encuentran los archivos de cada una de las gestiones, correspondientes a la lógica de las siguientes tareas:

- **config:** Contiene la programación que determina los datos de todo el componente configuración, los cuales son visibles si luego de verificar que tipo de usuario ingresó a la aplicación y si es de tipo administrador, permite que acceda a este componente y a las diferentes gestiones.
- **create:** Contiene la programación necesaria para hacer el ingreso de algún nuevo dato.
- **delete:** Contiene la programación necesaria, para que la información deseada sea eliminada de la base de datos.
- **list:** Esta programación determina los datos que serán visibles por medio de la interfaz al usuario.

5.2.2.2 Procesar Datos: Para editar este componente, diríjase al archivo `process_controller.php`, que se encuentra en la carpeta “prosecution”. En ése archivo se encuentra toda programación que realiza los cálculos de los factores, disponibilidad, rendimiento y calidad, además del cálculo de OEE.

5.2.2.3 OEE: Si se desea editar la vista de este componente diríjase a la carpeta “report”.

- El archivo oee_controller.php, le permite editar la programación que realiza el grafico de OEE, según la información que ingresa el usuario (fechas de inicio, final y módulo).

5.2.2.4 Reportes: Para editar este componente, diríjase a la carpeta “report”.

-
- En los archivos report_loss_controller.php, report_availability_controller.php, report_performance_controller.php y report_quality_controller.php, se puede editar la programación que permite ver los datos de los reportes de tiempo perdido, disponibilidad, rendimiento y calidad, respectivamente; según la información ingresada por el usuario.
-