



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA
SUPERVISIÓN DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS
ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I. C.V.G. BAUXILUM, C.A.**

AUTORA:
Br. Gómez Andrea
C.I. V-21.339.935

CIUDAD GUAYANA FEBRERO DE 2015.



**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA
SUPERVISIÓN DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS
ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I.C.V.G. BAUXILUM, C.A.**

U
N
E
X
P
O



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA
SUPERVISIÓN DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS
ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I. C.V.G. BAUXILUM, C.A.**

Autora: Br. Gómez Gil, Andrea Del Valle.

Trabajo presentado ante el Departamento
De Ingeniería Industrial de la UNEXPO
Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito
Para la aprobación de la Práctica Profesional.

Tutor Académico: Ing. Félix Martínez

Tutor Industrial: Ing. Liandro Sandia

CIUDAD GUAYANA FEBRERO DE 2015.

GÓMEZ GIL ANDREA DEL VALLE (2015)

“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA SUPERVISIÓN DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I .C.V.G. BAUXILUM, C.A.”

Págs. 88

Práctica Profesional

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Félix Martínez

Tutor Industrial: Ing. Liandro Sandia

Ciudad Guayana, Febrero de 2015.

CAPÍTULOS: I. El Problema, II. Marco Referencial, III. Marco Metodológico. IV. Aspectos procedimentales, V. Resultados, Conclusiones y Recomendaciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, los tutores: académico e industrial, para examinar el trabajo de Práctica Profesional presentado por la **Br. Andrea Del Valle Gómez Gil**, portadora de la cédula de identidad N° **21.339.935**, titulado “**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA SUPERVISIÓN DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I.C.V.G. BAUXILUM, C.A.**”, como requisito para la aprobación de la Práctica Profesional, consideramos que dicho trabajo cumple con los requerimientos exigidos y por tanto lo declaramos: **APROBADO.**

ING. LIANDRO SANDIA
TUTOR INDUSTRIAL

ING. FÉLIX MARTÍNEZ
TUTOR ACADÉMICO

CIUDAD GUAYANA FEBRERO DE 2015.

DEDICATORIA

A Dios Padre Todopoderoso y a la Virgen del Valle por ser mi refugio, guía y fortaleza en todo momento.

A mis padres, que les debo la vida, mi educación, y los valores que han inculcado en mí. Todo lo que soy se los debo a ellos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por sobre todas las cosas y a la Virgen del Valle, por permitirme llegar donde estoy.

A mis padres y hermana por estar conmigo en todo momento, por su apoyo, entrega y amor incondicional. ¡Este logro es para ellos!

A mi tutor industrial, Ing. Liandro Sandía por su valioso apoyo a lo largo de mi trabajo, y por ser parte fundamental en el desarrollo del mismo, quien además de sus valiosos conocimientos y material técnico aportado, resultó ser un modelo a seguir como persona y profesional. ¡Gracias!

A mi tutor académico, Ing. Félix Martínez por ser un excelente profesional y brindarme su apoyo y conocimientos para que pudiese terminar con éxito mi trabajo de investigación.

A la UNEXPO, mi casa de estudios, por ser mi hogar durante mi formación académica y parte integral durante mi formación como profesional

A C.V.G. Bauxilum por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de investigación dentro de sus instalaciones

A la superintendencia de Lado Rojo I y todo su personal, en especial a los Sres. Pedro Pérez y Eulalio Urrieta. Gracias por las orientaciones brindadas, y material técnico aportado, además de tantos consejos y cariño.

A mis amigos y familiares que de una u otra manera contribuyeron a mi formación académica. Son muchas las personas a las que me encantaría agradecerles su apoyo, ánimo, y consejos. Algunos están aquí conmigo, otros están en mi memoria y en mis recuerdos. Sin importar en donde estén, quiero darles las gracias de todo corazón por formar parte de mi vida.



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA SUPERVISIÓN
DEL ESTATUS DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE LAS ÁREAS DE
PRODUCCIÓN DE LADO ROJO I. C.V.G. BAUXILUM, C.A.**

Autora: Br. Gómez, Andrea

Tutor Académico: Ing. Félix Martínez

Tutor Industrial: Ing. Liandro Sandia

Fecha: Febrero de 2015.

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación consistió en la realización de una herramienta informática que permite realizar la supervisión del estatus de los sistemas mecánicos del área de Lado rojo I de C.V.G. Bauxilum. Para ello, se empleó un tipo de estudio aplicado, en el que se tomó como muestra los sistemas mecánicos de Lado Rojo I. Se procedió a la recolección de datos a través de entrevistas no estructuradas y mediante observación directa, con el fin de obtener la información necesaria que logró sistematizar el proceso de supervisión que venía realizándose personalmente y que propiciaba la pérdida de tiempo y dispersión de esfuerzos. El sistema de supervisión permitió obtener en tiempo real y oportuno la información de la disponibilidad de equipos existentes en el área.

PALABRAS CLAVES: C.V.G. Bauxilum, Sistema Mecánico, Equipos, Control de Procesos.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA.....	17
Planteamiento del Problema.....	17
Objetivos.....	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos	20
Justificación	20
Delimitación	21
CAPITULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
Antecedentes de la investigación	22
Bases teóricas	24
Diagramas	24
Diagrama de proceso	25
Diagrama causa-efecto	26
Metodología para el desarrollo de un Programa de computación	26
Diagrama de dispersión	27
Algoritmo	28
Codificación.....	28
Diseñar	28
Lenguaje de programación.....	28
Breve descripción de la empresa	29

Ubicación Geográfica	30
Estructura Organizativa Gerencial de C.V.G. BAUXILUM, C.A.....	31
Política de la Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad	32
Valores	32
Misión	32
Visión.....	32
Identificación del Área donde se realizó el estudio.....	33
Estructura organizativa de la Superintendencia de Lado rojo I	35
Descripción del trabajo asignado.....	35
Descripción del Proceso Productivo	36
Predecilicación (Área 31).	37
Digestión (Área 33).	37
Preparación de Lechada de cal (Área 37).....	37
Enfriamiento por Expansión Instantánea (Área 39).....	38
Tanques de Licor (Área 43).....	38
Evaporación (Área 46)	38
Condensado de Proceso (Área 47)	38
Tanques de ácido (Área 48).....	39
Tanques de cáustica fresca (Área 73).....	39
Sistema de enfriamiento de agua (Área 84):.....	39
Glosario de términos.....	41
CAPÍTULO III	42
MARCO METODOLÓGICO	42
Tipo de estudio	42
Diseño de la investigación	43
Población y muestra	44
CAPÍTULO IV.....	45
ASPECTOS PROCEDIMENTALES.....	45
Actividades ejecutadas	45
Técnicas e instrumentos de recolección de información	46
Recursos	47

Procesamiento de la información	48
CAPÍTULO V.....	51
RESULTADOS.....	51
Análisis de los resultados	51
Descripción del método de trabajo actual.....	51
Equipos pertenecientes a las áreas de Lado Rojo I	53
Diagrama de Proceso.....	55
Análisis Causa-Efecto	56
Detección de las demoras y pérdidas de tiempo en el proceso.....	57
Muestreo de tiempos	57
Cálculo de la desviación estándar.....	59
Cálculo del intervalo de confianza.....	59
Cálculo del intervalo de la muestra (Im)	60
Cálculo de la Media (Promedio	60
Diagrama de dispersión	61
Formulación de un modelo para la supervisión del estatus de funcionamiento de los componentes del sistema mecánico	61
Relación cliente-servidor	61
Codificación en un programa informático el modelo de supervisión del sistema mecánico.....	63
Estructura del sistema de Supervisión de los equipos mecánicos de LRI .	71
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
APÉNDICES.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de C.V.G. BAUXILUM.....	30
Figura 2. Estructura organizativa de C.V.G. BAUXILUM.....	31
Figura 3. Estructura organizativa de la Superintendencia de Lado rojo I.....	35
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso Bayer en CVG Bauxilum.....	40
Figura 5. Denominación de Equipos.....	52
Figura 6. Diagrama de Procesos.....	56
Figura 7. Diagrama de Entradas y Salidas.....	62
Figura 8. Disponibilidad de Equipos.....	63
Figura 9. Campo TAG de Equipos.....	63
Figura 10. Herramienta Uniformance.....	64
Figura 11. Menú PHD Data.....	64
Figura 12. Menú <<Variable>>.....	65
Figura 13. TAG de Equipo.....	65
Figura 14. Condición “SI”.....	66
Figura 15. Condición “NO”.....	67
Figura 16. Condición “Y”.....	67
Figura 17. Condición “E/R”.....	68
Figura 18. Condición “E/M”.....	68
Figura 19. Estatus “En Servicio”.....	69
Figura 20. Estatus “En Reserva”.....	69
Figura 21. Estatus “En Mantenimiento”.....	70
Figura 22. Menú Principal.....	71
Figura 23. Menú Área 31.....	72
Figura 24. Bomba Disponible P-31-1.....	73

Figura 25. Bomba en Mantenimiento P-31-1.....	74
Figura 26. Menú Área 32.....	74
Figura 27. Menú Área 33.....	75
Figura 28. Menú Área 37.....	76
Figura 29. Menú Área 39.....	77
Figura 30. Menú Área 43.....	77
Figura 31. Menú Área 46.....	78
Figura 32. Menú Área 47.....	78
Figura 33. Menú Área 48.....	79
Figura 34. Menú Área 73.....	80
Figura 35. Menú Área 84.....	80
Figura 36. Diagrama Bomba.....	86
Figura 37. Diagrama Bomba Sumidero.....	86
Figura 38. Diagrama Tanque.....	87
Figura 39. Diagrama Rascador.....	87
Figura 40. Diagrama Silo.....	89
Figura 41. Diagrama Apagador de Cal.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología de los diagramas.....	24
Tabla 2. Leyenda de Equipos Lado Rojo I.....	52
Tabla 3. Equipos de Lado Rojo I.....	54
Tabla 4. Muestreo de tiempos.....	58
Tabla 5. Relación Área/Tiempo.....	61

INTRODUCCIÓN

Actualmente, todas las empresas a nivel mundial buscan conseguir la excelencia a través de la calidad de sus servicios. Están en una búsqueda constante del mejoramiento continuo para aumentar la rentabilidad y optimización sus procesos. Para ello, realizan estudios de todo tipo que permitan disminuir al mínimo las demoras y evitar los costos innecesarios, en fin, producir más en menos tiempo. Sin embargo, al evaluar las diferentes alternativas de producción, también se evalúan consigo la implementación de nuevas tecnologías que realicen los trabajos sistemáticamente y ahorren trabajo al personal humano.

Venezuela no es la excepción en países que proponen la implementación de sistemas de información con el uso de tecnologías en el ámbito organizacional, y por ello, la mayoría de las empresas se ven en la necesidad de hacerlo por varias razones, entre ellas; la rapidez en el proceso de sus operaciones, la competitividad en su entorno, la calidad del trabajo y la obtención de información oportuna y confiable al momento de tomar decisiones. Existen muchas formas de evaluar un proceso, éstas dependen del propósito con el que se quiera llevar a cabo la evaluación, puede ser para controlar o proponer una nueva alternativa.

El sector aluminio en el estado Bolívar, está conformado por empresas básicas pertenecientes a la Corporación Venezolana de Guayana. Entre ellas está C.V.G. Bauxilum, la empresa génesis en la producción de aluminio. Es una industria química que implementa el proceso Bayer y produce alúmina mediante el procesamiento de la bauxita, mineral proveniente del sector de los Pijiguaos, ubicado al sur del estado Bolívar. La bauxita es disuelta en soda

cáustica y mediante el suministro al proceso de otros aditivos, la alúmina es extraída para ser calcinada y proporcionada en grado metalúrgico para su posterior distribución y venta.

Dentro de las unidades de apoyo de C.V.G. Bauxilum está la superintendencia de lado rojo I (LRI), unidad encargada del manejo y control de las siguientes 11 áreas de producción y servicios; Trituración y molienda, predecilicación, digestión, preparación de lechada de cal, enfriamiento por expansión instantánea, tanques de licor, evaporación, condensado de proceso, tanques de ácido, tanques de cáustica fresca y sistema de agua de enfriamiento.

Actualmente, la supervisión de los equipos pertenecientes a las áreas se hace personalmente, es decir, es necesario trasladarse a dichas áreas para constatar el estatus y disponibilidad de éstos equipos, propiciando demoras y pérdidas de tiempo y energía. Es por ello que el presente trabajo de investigación está orientado al diseño de una herramienta informática que permita la supervisión del estatus de los sistemas mecánicos de la superintendencia de Lado rojo I. A través de dicha herramienta se podrá tener información oportuna de la disponibilidad de los equipos en el área.

El trabajo se encuentra distribuido mediante 5 capítulos descritos de la siguiente manera: El Capítulo I explica de forma clara y precisa el problema, los objetivos que pretende cumplir la investigación, la justificación y delimitación del mismo. El capítulo II comprende el marco referencial de la investigación y sus fundamentos teóricos. El capítulo III describe el marco metodológico. El capítulo IV, representa los aspectos procedimentales del trabajo y el V exhibe los resultados de la investigación. Luego se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el siguiente capítulo se explica el problema que presenta la empresa, los objetivos generales y específicos, la justificación que muestra la raíz del problema y la importancia de su solución, además se habla del alcance, que no es más que la duración del tiempo en que se llevará a cabo la ejecución del proyecto.

Planteamiento del Problema

CVG Bauxilum es la única empresa en Venezuela, productora de Alúmina. Cuenta con tres grandes áreas; Manejo de Lodo, Lado Rojo y Lado Blanco, cuyas interacciones componen el manejo y procesamiento de la Bauxita para la obtención de alúmina de grado metalúrgico. Con una capacidad instalada del orden de 2.000.000 TM de alúmina al año.

Dentro de las unidades de apoyo de CVG Bauxilum-Planta, está la Superintendencia de Lado Rojo I, adscrita a la Gerencia de Producción, la cual, a su vez, es conformada por once (11) áreas, en las cuales se da el proceso de triturar y moler la bauxita, también el proceso de disolver la alúmina contenida en ella. En estas áreas, también se concentra el licor cáustico el cual sirve para disolver la alúmina contenida en la bauxita, para ello se evaporan las moléculas de aguas que han sido añadidas en las diferentes etapas del proceso Bayer.

Las labores de esta superintendencia se centran básicamente en garantizar la continuidad de los procesos productivos de las áreas administradas. Todas las áreas en su diseño cuentan con equipos en funcionamiento, así como equipos en reserva, esto con el fin de garantizar un amplio margen de maniobras donde se permitan realizar mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos sin interferir en la continuidad de los procesos y por ende en los niveles de producción.

Existen más de 180 equipos que conforman las once (11) áreas de Lado rojo I, de los cuales algunos no están operando. Cada equipo tiene un TAG único de identificación. Esta información es manejada a través de la sala de control y permite medir parámetros físicos de cada equipo y componentes tales como; potencia, vibración, temperatura, nivel, presión, corriente, entre otros. Sin embargo, esta información no está disponible en las diferentes áreas, está centralizada pero no se distribuye. En la totalidad de los equipos, su mayoría se encuentran en servicio, otros se encuentran en reserva y el resto se encuentran fuera de servicio por mantenimiento o en espera de repuestos. Sin embargo, la supervisión de este estatus es posible sólo cuando algún operador, técnico o supervisor se dirige hasta el área y constata personalmente el funcionamiento de algún equipo determinado. Este proceso de traslado hacia el área conlleva a la pérdida de tiempo y energía que pudiese emplearse en otra actividad, demoras en los procesos cuando éste es detenido por la falla de algún equipo, y en algunos casos retraso de la producción.

Una alternativa que planteó esta investigación consiste en que la supervisión del estatus de los equipos del área puedan hacerse a través de una herramienta informática, que permita detectar, a través de los TAG de cada equipo si éste está en funcionamiento o no. Esto sería posible mediante la medición de la potencia, nivel, u otro parámetro de medición en los equipos o componentes. Así, cuando el valor de alguno de estos parámetros esté

dentro de ciertos intervalos definidos previamente en la herramienta informática, indique que el equipo está en funcionamiento.

La ejecución de ésta propuesta resultó beneficiosa para el área de Lado rojo I, debido a que realizar supervisión a los equipos sistemáticamente permitirá una atención e intervención mucho más rápida y oportuna a los mismos, evitando las pérdidas y demoras en el proceso. Además de esto, resultaría una herramienta de gran utilidad e importancia no solo para los operadores y supervisores, sino para la Superintendencia y la Gerencia. Teniendo a disposición esta herramienta en toda la plataforma informática de la empresa, permitiría obtener con certeza y en tiempo inmediato la disponibilidad de equipos en funcionamiento y en reserva. De ésta manera pudiesen atenderse con prontitud las fallas y necesidades de los equipos de las áreas.

Ahora bien, una vez expuesto el problema, surgen las siguientes interrogantes: ¿Qué factores se deben tomar en cuenta para conocer el proceso de inspección de los equipos?, ¿Qué técnicas y herramientas se utilizarán para detectar las fallas en los equipos del área de Lado rojo I?, ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para la emisión de diagnósticos y formulación del modelo informático que permita realizar la supervisión del estatus de los equipos de Lado rojo I?

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una herramienta informática que permita la supervisión del estatus de funcionamiento de los sistemas mecánicos, ubicados en las áreas de producción de la superintendencia de lado rojo I, de CVG Bauxilum-Planta.

Objetivos Específicos

1. Describir el método de trabajo actual mediante la observación directa, para conocer detalladamente el proceso de inspección de estatus de los sistemas mecánicos de las áreas de producción.
2. Detectar las demoras y pérdidas de tiempo en el proceso, mediante seguimientos al personal encargado de supervisar los sistemas mecánicos.
3. Formular un modelo para la supervisión del estatus de funcionamiento de los componentes del sistema mecánico.
4. Codificar en un programa informático el modelo de supervisión del sistema mecánico.

Justificación

Actualmente todas las empresas, están en una búsqueda constante de la excelencia mediante el mejoramiento continuo de sus equipos y procesos. Por esto resulta indispensable poseer un estricto control sobre los sistemas que participan e incurrir en el proceso productivo de cada organización. Es por ello que el diseño que se realizó, no solo busca sistematizar una operación, sino que permitió a la organización llevar un control y registro de los equipos y componentes que dan vida a los procesos que se llevan a cabo en el área.

La realización de este trabajo de investigación permitió no solo a la Superintendencia de Lado Rojo I, sino a la Gerencia de producción, conocer de manera veraz y en tiempo real, el estatus de funcionamiento de los equipos pertenecientes al área. Se pretende eliminar las demoras en la supervisión de equipos, generando ganancia de tiempo y energía, además de reducir el trabajo físico de los operadores y supervisores

Delimitación

El trabajo de investigación se llevó a cabo en CVG BAUXILUM-PLANTA, específicamente en la Superintendencia de Lado rojo I, Gerencia de producción, para diseñar un sistema de supervisión que permita conocer el estatus de los equipos del área. El proceso de diseño de la herramienta informática involucrará a todos los equipos y sistemas mecánicos pertenecientes a las once (11) áreas de Lado rojo I, y se realizará en un tiempo estimado de 16 semanas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan las generalidades de la empresa, descripción del área de pasantía, descripción del trabajo asignado, además de la descripción de proceso productivo.

Antecedentes de la investigación

En primer lugar se tiene que, en enero de 2008, fue presentado ante la CVGGOSH, Ciudad Guayana, una propuesta de un *Diseño de un sistema de supervisión centralizado para las plantas de tratamiento de agua de CVGGOSH. Ciudad Guayana* por los ingenieros Virginia Inserny, José Cañas, Amer Aboul y Ángel Custodio.

La investigación se desarrolló una propuesta para la automatización de la planta de tratamiento de agua potable de C.V.GGOSH Toro Muerto, que permita aumentar la eficiencia en la producción de la planta y así brindar un mejor y más óptimo servicio a la comunidad de Puerto Ordaz. En los resultados de la investigación se muestran la elección de equipos PLC para la realización del sistema de control, así como también el cable de fibra óptica conectado en una topología tipo estrella para la comunicación de los dispositivos. Se propone además un SCADA desarrollado en Delphi como primer paso de un sistema basado en Software Libre desarrollado por la UNEXPO. La investigación se realizó mediante un estudio de tipo documental y de campo,

al fundamentarse en la consulta de manuales, libros, documentos de Internet; y en la planta, teniendo que tomar medidas y muestras para conocer el funcionamiento de una planta de tratamiento de agua potable y poder compararla con el funcionamiento de una planta de tratamiento típica.

También se consultó el trabajo especial de grado que en abril de 2008 fue presentado ante la Universidad de Carabobo por Dany N. Carrero T. el trabajo de grado: *Diseño de un sistema de control supervisorio y adquisición de datos (scada) para el monitoreo remoto de los sistema de energía ininterrumpida (ups) perteneciente al sistema eléctrico de una refinera en el país*, para optar al título de Ingeniero Electricista.

El trabajo está enfocado al desarrollo de la capacidad inventiva en la solución de problemas que se puedan presentar en situaciones reales en la industria, aplicando los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de la carrera de Ingeniería, con un primordial enfoque al aprendizaje y desarrollo de nuevas tecnologías, como la incorporación de nuevos sistemas de control supervisorio y adquisición de datos (SCADA), utilizados actualmente en el parque industrial; de esta forma se logra mantener una constante tendencia tecnológica a lo reciente en los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería, en el área de Automatización Industrial y Control de Procesos, lo cual permitirá encontrar solución a diversas problemáticas planteadas en el campo de la electricidad, específicamente en el monitoreo y supervisión de los Sistemas de Energía Ininterrumpida (UPS) y el nivel de importancia que representan estos equipos para la continuidad del proceso productivo de la empresa en cuestión.

Bases teóricas

Diagramas

Los diagramas son representaciones gráficas de todas las actividades inherentes al proceso; estos proporcionan una mayor visión de la relación entre las operaciones, además permite obtener los detalles a través de la observación directa dependiendo del proceso en estudio. (Salazar, 2005, sf.)

Una herramienta de suma importancia para un ingeniero son los diagramas debido a que en la parte de diseño o mejora de un puesto de trabajo permite presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica los hechos relacionados con el proceso, dando lugar a un mejor trabajo en menor tiempo.

La forma utilizada para describir las actividades dentro de los diagramas, se basa en una serie de símbolos que indican por ejemplo: todas aquellas etapas por la que pasa el material, los pasos dados por el operario de una estación a otra así como también las distancia que recorre, las operaciones por maquinaria utilizada, entre otras; dependiendo del diagrama utilizado.

Actualmente los símbolos que más se usan a nivel empresarial son los siguientes:

Símbolo	Evento	Características
	Operación	Modificación intencional que se le hace a un objeto.
		

	Inspección	Verificación de calidad y/o cantidad.
	Transporte	Indica movimiento de los trabajadores, equipos o material de un lugar a otro.
	Demora	Ocurre cuando existen retrasos o pérdidas de tiempo (evitable o inevitable).
	Almacenaje	Tiene lugar cuando un objeto se mantiene o protege contra un traslado no autorizado, puede ser temporal o permanente.
	Combinado	Indica actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

Tabla 1. Simbología de los diagramas

Fuente: Autora

Diagrama de proceso

Este diagrama muestra las trayectorias de un producto o procedimiento, señalando todos los hechos mediante el símbolo correspondiente. Es más detallado y se emplea para representar lo que hace el operario que ejerce la labor, o cómo se manipula el material o el equipo. Es aplicable a un conjunto

de ensamblaje (componentes) para lograr una mayor economía en la fabricación o en los procedimientos. (Salazar, 2005, sf.)

Otro aspecto importante desde el punto de vista del analista se refiere a la detección a través de este diagrama de costos ocultos dentro del proceso en estudio como los retrasos, distancias recorridas y almacenamientos temporales.

Diagrama causa-efecto

El diagrama Causa-Efecto o Diagrama Ishikawa es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de la calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. Es decir, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales. (Salazar, 2005, sf.)

El Diagrama de Ishikawa (DI) es una gráfica en la cual, se anota el problema y se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus similitudes en ramas y subramas. Una clasificación típica de las causas potenciales de los problemas en manufactura son: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria medición y medio ambiente.

Este diagrama es utilizado cuando:

- ✓ Se requiere utilizar en forma gráfica y estructurada.
- ✓ Se necesite analizar una situación, condición o problema específico a fin de determinar las causas que lo originan.
- ✓ Se desea analizar el resultado de un proceso y las cosas que necesitamos para lograrlo (visualización positiva).

Metodología para el desarrollo de un Programa de computación

El desarrollo de un programa de computación está constituido básicamente en 5 etapas:

Definición de los requerimientos del usuario. El cliente intenta plantear un sistema que en muchas ocasiones es confuso para él, sin embargo, es necesario que describa los datos, que especifique las funciones y el comportamiento del sistema que desea.

Análisis de requerimientos. Es el conjunto de técnicas y procedimientos que nos permiten conocer los elementos necesarios para definir un proyecto de software. Es una tarea de ingeniería del software que permite especificar las características operacionales del software, indicar la interfaz del software con otros elementos del sistema y establecer las restricciones que debe cumplir el software.

Codificación de los requerimientos. El objetivo es que el desarrollador actúe como un negociador, un interrogador, un consultor, o sea, como persona que consulta y propone para resolver las necesidades del cliente. Consiste en la transformación de los requerimientos en formularios estándar.

Validación. Verificar que los requerimientos realmente definen el sistema que quiere el cliente.

Implementación. Es el proceso de llevar a cabo los requerimientos mediante el software o programa de computación.

Diagrama de dispersión

También llamado gráfico de dispersión, es un tipo de diagrama donde se utilizan las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. (Cisneros, 2000, p 89.)

Los datos se muestran como un conjunto de puntos, cada uno con el valor de una variable que determina la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable determinado por la posición en el eje vertical.

Algoritmo

Es un conjunto de instrucciones, reglas predefinidas ordenadas, finitas y sucesivas que permitirán realizar una actividad determinada, dada una entrada inicial y una salida que es representada por la solución del problema. (Cisneros, 2000, p 17.)

Codificación

Es un método sistemático que permite convertir un carácter de un lenguaje natural (alfabeto o silabario) en un símbolo de otro sistema de representación, como un número o una secuencia de pulsos eléctricos en un sistema electrónico, aplicando normas o reglas de codificación. (Cisneros, 2000, p 29.)

Diseñar

“El acto de diseñar como *prefiguración* es el proceso previo en la búsqueda de una solución o conjunto de las mismas.” (Joseph Edward Shigley, 1989, sf.)

Lenguaje de programación

Es un lenguaje diseñado para describir el conjunto de acciones consecutivas que un equipo debe ejecutar. Por lo tanto, un lenguaje de programación es un modo práctico para que los seres humanos puedan dar instrucciones a un equipo. (Joseph Edward Shigley, 1989, sf.)

Breve descripción de la empresa

C.V.G. Bauxilum es la empresa resultante entre la fusión de Bauxiven (1979) e Interálumina (1977). Bauxilum fue creada oficialmente en Marzo de 1994 y está conformada por la Mina de Bauxita y la planta de Alúmina.

La mina de Bauxita se encarga de la explotación del mineral en la zona de los Pijiguaos, del Municipio Cedeño, del Estado Bolívar, con una capacidad instalada de 6 millones de toneladas anuales. La operadora de Bauxita inició sus operaciones en el año 1983, enviando las primeras gabarras con mineral, a través del río Orinoco, desde el puerto el Jobal hasta el muelle de la operadora de Alúmina en Matanzas.

La operadora de Alúmina tiene una capacidad instalada de 2 millones de toneladas/año, y es la encargada de transformar la Bauxita en Alúmina de grado metalúrgico a través del proceso Bayer. Este mineral constituye la principal materia prima para la obtención del aluminio. Y su venta es destinada principalmente a satisfacer el mercado nacional, en especial a sus principales clientes; CVG Venalum y CVG Alcasa. Otro porcentaje de ella es destinado a las ventas internacionales.

Ubicación Geográfica

CVG Bauxilum-Planta está ubicada en la Avenida Fuerzas Armadas, zona industrial Matanzas. Puerto Ordaz, Estado Bolívar-Venezuela.



Figura 1. Ubicación geográfica de C.V.G. BAUXILUM, C.A

Fuente. Sistema de Documentos Internos

Estructura Organizativa Gerencial de C.V.G. BAUXILUM, C.A

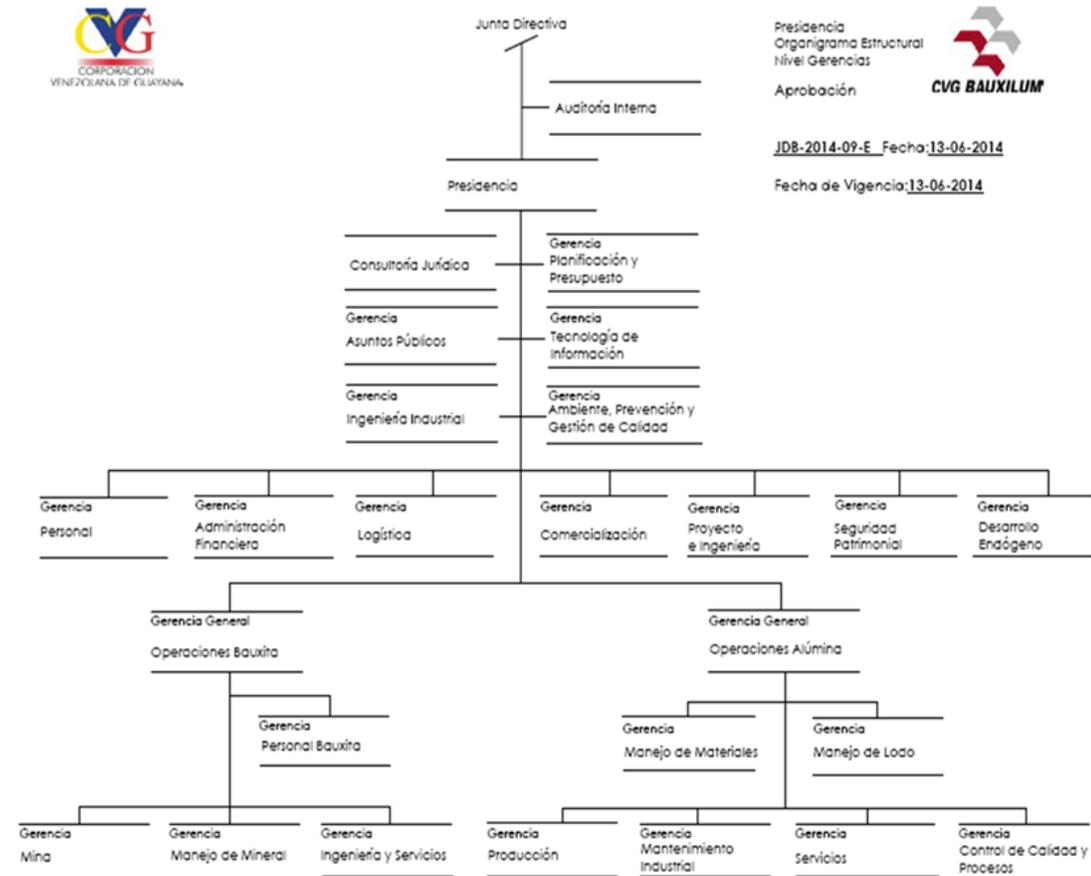


Figura 2. Estructura Organizativa Gerencial de C.V.G. BAUXILUM, C.A

Fuente. Sistema de Documentos Internos

Política de la Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad

Fomentar el desarrollo, la participación del Recurso Humano y el mejoramiento continuo, en los procesos de explotación de Bauxita y producción de Alúmina, cumpliendo con las normas de Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad laboral para satisfacer los requerimientos y expectativas de nuestros clientes, con altos niveles de rentabilidad, competitividad y responsabilidad social.

Valores

- Solidaridad
- Cooperación
- Compromiso
- Participación
- Reciprocidad
- Honestidad
- Excelencia.

Misión

Impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional, satisfaciendo la demanda de bauxita y alúmina en forma competitiva y rentable, promoviendo el desarrollo endógeno, como fuerza de transformación social y económica, fundamentada en el nuevo modelo de gestión de consejo de trabajadores.

Visión

Constituirnos en una empresa socialista, contribuyendo al desarrollo sustentable de la industria nacional del aluminio, a los fines de alcanzar la soberanía productiva, con un tejido industrial consolidado y desconcentrado,

con nuevas redes de asociación fundamentadas en la participación y la inclusión social, rumbo al socialismo del siglo XXI.

Identificación del Área donde se realizó el estudio

El área donde se realizó el estudio pertenece a la Gerencia de Producción, específicamente a la Superintendencia de Lado Rojo I. y ésta tiene como objetivo: “garantizar la continuidad de los procesos productivos de trituración y molienda, predecilicación y digestión, para la obtención de la solución acuosa de bauxita, de acuerdo al plan anual de producción, y los parámetros de Calidad, ambiente y seguridad establecidos.” (Bauxilum, sf.)

Y entre sus principales funciones se encuentran:

- Ejecutar el programa de producción de suspensión diluida, requeridas para las operaciones de Lado Rojo II.
- Ejecutar las operaciones para el suministro de suspensión acuosa de Bauxita predecilicada, digerida y enfriada al proceso de Lado Rojo II.
- Controlar el tiempo de residencia necesario para la suspensión de Bauxita, a fin de acelerar la precipitación de sílice en el proceso de predecilicación y alcanzar valores adecuados.
- Ejecutar las operaciones de almacenamiento y distribución de solución de soda cáustica fresca necesaria para el proceso productivo.
- Ejecutar las operaciones de almacenamiento, suministro y dosificación de cal viva para el proceso de trituración y molienda.
- Ejecutar la preparación y suministro de lechada de cal, para los procesos de filtración y cáustificación.
- Ejecutar las operaciones de almacenamiento y distribución de insumos requeridos para los procesos de evaporación y digestión.

- Ejecutar las operaciones de almacenamiento y suministro de ácido sulfúrico, inherentes a su área de servicio.
- Controlar el aumento de la concentración de licor agotado, a través de la remoción de agua en los módulos de expansión, asignados al proceso de evaporación.
- Controlar la calidad y suministro de condensado, de los procesos de las áreas de expansión instantánea y evaporación para la producción de vapor vivo, lavado de hidrato, lavado de Lodo rojo, arena, hidrato y semilla.
- Verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento de los equipos, sistemas e instalaciones asignados al área, e informar sobre las desviaciones detectadas.
- Entregar oportunamente los equipos y sistemas para cumplir con el programa de mantenimiento preventivo establecido.
- Participar en la planificación del mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de Alúmina
- Garantizar el cumplimiento de los lineamientos, políticas, normas y procedimientos que se establezcan en la empresa, inherentes a su área de gestión.
- Garantizar la implantación y cumplimiento de las normas de gestión ISO-9001, ISO-14001, OHSAS 18001, y otras que adopte la empresa.

Estructura organizativa de la Superintendencia de Lado rojo I



Gerencia General
Operaciones Alúmina
Organigrama Estructural



Aprobación

JDB-2014-09-E Fecha:13-06-2014

Fecha de Vigencia:13-06-2014

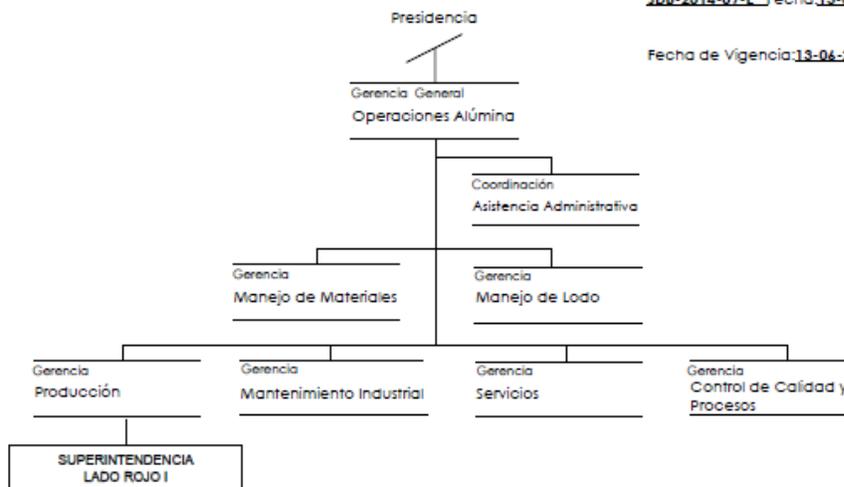


Figura 3. Estructura Organizativa de la Superintendencia de Lado Rojo I

Fuente. Sistema de Documentos internos

Descripción del trabajo asignado

El trabajo asignado en el área de Lado rojo I, consiste en la recolección de datos, información y TAG de identificación de cada uno de los equipos correspondientes a las once áreas que forman parte de la superintendencia, para lograr la creación de una herramienta informática mediante la sistematización, que permita la supervisión del estatus de estos equipos.

La obtención de los datos se hizo mediante técnicas de recolección de información, a través de entrevistas no estructuradas al personal, en las que se obtuvo información del método empleado por los trabajadores para realizar

la supervisión de los equipos. Otra técnica empleada fue la de seguimientos al personal, en la que se siguieron los pasos y tiempos empleados por los trabajadores al momento de realizar recorridos al área para llevar a cabo la actividad de supervisión.

La información correspondiente a los TAG de los equipos fue adquirida por parte del personal de Sala de Control Central (SCC). Y la vinculación de estos datos con el sistema de supervisión se hizo por medio de una herramienta de información interna de la empresa, llamada *PHD*.

Posteriormente, el trabajo estuvo enmarcado en la sistematización de la información, a través de la codificación de una herramienta informática, que permitió vincular dicha herramienta, con la información proveniente de Sala de Control Central. Esto con el objetivo de obtener como resultado, un sistema de supervisión que mida en los equipos su potencia, corriente, nivel o temperatura, y así establecer el estatus de funcionamiento de los mismos.

Descripción del Proceso Productivo

CVG Bauxilum- Planta es una empresa perteneciente al sector empresarial secundario, ya que su proceso productivo consiste en la transformación del mineral Bauxita en Alúmina de grado Metalúrgico a través del proceso Bayer.

El proceso productivo que se lleva a cabo en Lado Rojo I, inicia en el área de **Trituración y Molienda (Área 32)**. La función de esta área es reducir el mineral (Bauxita) desde el tamaño en que es recibido en la planta hasta un tamaño óptimo (no mayor de 700 micrones) que garantice la dilución total de la alúmina durante la digestión. La bauxita es transportada desde los patios de almacenamiento hasta las tolvas de bauxita y luego hacia las correas pesadoras que descargan el chuto de alimentación del triturador de placas, donde se mezcla internamente con cal. A la mezcla de cal y bauxita se agrega

licor fuerte (soda cáustica), con el fin de evitar taponamiento en el triturador cuando se maneja la bauxita húmeda pegajosa y excesiva generación de polvo cuando se maneja bauxita seca creándose una suspensión (pasta).

La suspensión de bauxita fluye a los molinos por gravedad. Antes de entrar al molino se le agrega más licor fuerte, para facilitar el proceso de molienda; ya que esta se realiza por vía húmeda. La molienda se realiza en los molinos de bolas, que reducen las partículas de bauxita a un tamaño aproximado de 80% menor a 300 micras.

Predecilicación (Área 31).

Tiene como propósito aportar el Tiempo de residencia necesaria para que se genere la cantidad suficiente de semilla en la suspensión de bauxita antes de la etapa de digestión, con el fin de que el proceso de precipitación de sílice en dicha etapa sea acelerado y los vapores de sílice disueltos en el licor sean adecuados. Esto facilita la eliminación de las impurezas en el lodo rojo para obtener un producto (Alúmina) dentro de las especificaciones antes de la etapa de digestión, y así promover el proceso de precipitación de sílice reactiva.

Digestión (Área 33).

El objeto de esta área es el de disolver con soda cáustica la mayor cantidad posible de la alúmina trihidratada ($Al_2O_3 + H_2O$) contenida en la bauxita. La digestión se lleva a cabo a una temperatura de 140 °C, produciéndose una solución acuosa de aluminato de sodio, la cual contiene ciertas impurezas tales como silicato, óxido férrico y titanio.

Preparación de Lechada de cal (Área 37)

El objetivo de ésta área es descargar y suministrar cal viva suministrada por cisternas, además de transportar reumáticamente cal viva al área de trituración y molienda (área 32).

La cal es enviada desde los silos almacenados a las tolvas de los apagadores y a la de los molinos, mediante un sistema de transporte, alimentado desde la sala de compresores.

Enfriamiento por Expansión Instantánea (Área 39).

El licor madre proveniente del área de la etapa de filtración de seguridad se enfría desde 100 °C hasta una temperatura prefijada dependiendo de las características de calidad deseada, esta puede variar entre 77 y 72 °C, este enfriamiento se efectúa por medio de cinco recipientes de expansión instantánea, para pasar a la etapa siguiente de precipitación.

Tanques de Licor (Área 43)

El patio de tanques de licor provee el licor cáustico necesario para el proceso de producción de alúmina.

Evaporación (Área 46)

El propósito de esta área es mantener el balance del ciclo de agua en la planta de alúmina, a través de la remoción de agua que entra al ciclo de licor, por medio de los lavadores del hidrato y lodo rojo, collarines y otras varias fuentes. El licor agotado proveniente de los espesadores terciarios en el área de clasificación de hidrato (área 42), se precalienta en los intercambiadores de calor en el área de enfriamiento por expansión instantánea (área 39), y se recibe en evaporación, parte del agua se evapora, y un licor más concentrado en alcalinidad (licor más fuerte), se descarga en digestión (área 33), después de habersele añadido la cantidad suficiente de soda; donde este licor fuerte se utiliza para disolver la alúmina contenida en el mineral de bauxita.

Condensado de Proceso (Área 47)

En ella se almacenan todos los flujos de agua caliente que se originan en la planta, de acuerdo al grado de contaminación en los tanques de

condensado de proceso y de desecho según sea el caso, adicionalmente se encarga de satisfacer las necesidades del proceso en lo concerniente al agua de lavado.

Tanques de ácido (Área 48)

El patio de tanques de ácido provee servicio para las 2 etapas de producción de alúmina, y tiene facilidades para el almacenaje, circulación y desecho de agua, y ácido diluido que se usa para el lavado químico periódico de los intercambiadores de calor instalados en las áreas de digestión, evaporación y enfriamiento por expansión instantánea.

Tanques de cáustica fresca (Área 73)

El patio de cáustica fresca provee de la solución a las 2 etapas de producción de alúmina.

Sistema de enfriamiento de agua (Área 84):

Los equipos que constituyen este sistema: son tres torres de enfriamiento, con una capacidad de 175 m³/hr, 4 bombas de agua de enfriamiento con una capacidad de 175m³.

El objetivo esta área es de abastecer con agua de enfriamiento a los siguientes equipos:

- Los compresores de aire
- Los enfriadores
- Secadores de aire
- Secadores de aire de instrumentación
- Los chiller del sistema de aire acondicionado
- Las bombas de alimentación de las calderas

- Los sistemas de enfriamiento de condensado.

CVGBAUXILUM (2004) *Procesos*. Puerto Ordaz. Recuperado de:
<http://www.bauxilum.com.ve/bauxilum/>

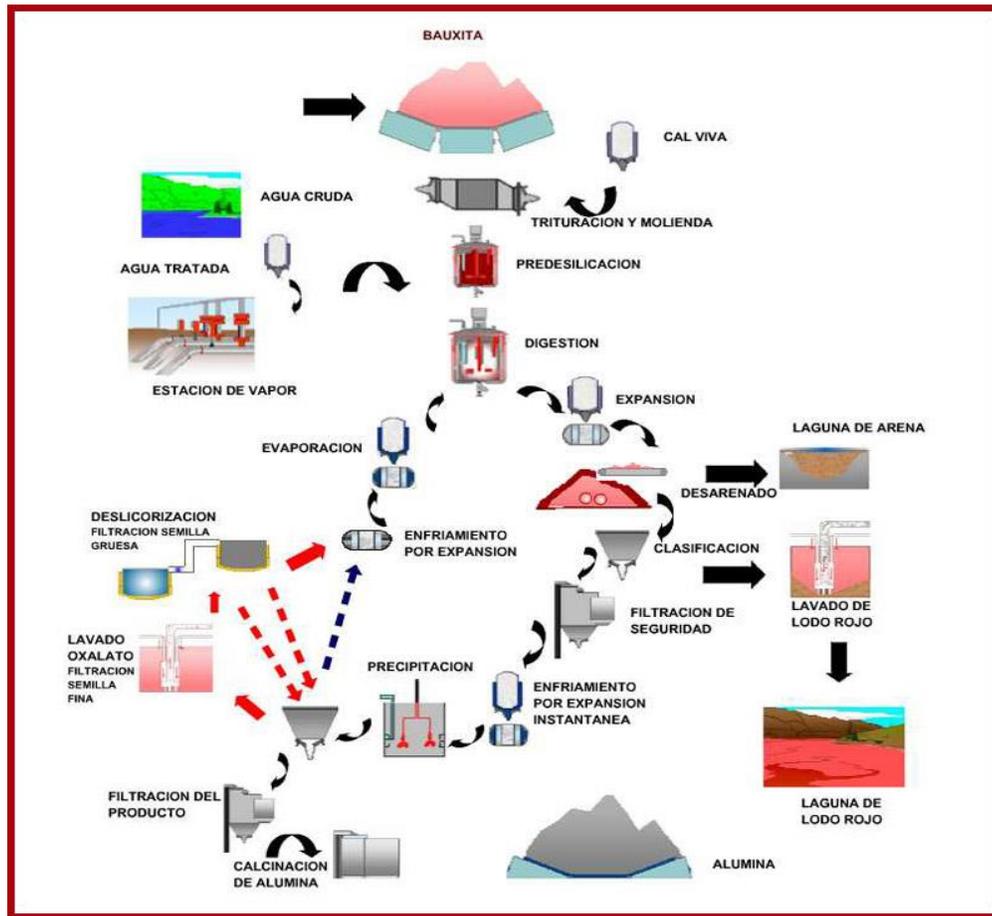


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso Bayer en CVG Bauxilum

Fuente: Sistema de documentos internos

Glosario de términos

Decantación: Se separa un sólido o líquido más denso de otro fluido (líquido o gas) menos denso y que por lo tanto ocupa la parte superior de la mezcla.

Digestión: Es una de las etapas del proceso Bayer, donde la soda cáustica disuelve los minerales de aluminio pero no los otros componentes de la bauxita, que permanecen sólidos.

Floculante: Un floculante es una sustancia química que aglutina sólidos en suspensión, provocando su precipitación

Sedimentación: Es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita.

Semillas: Son partículas de hidrato las cuales van a actuar como nucleadoras y fomentadores del crecimiento. Las semillas de hidrato de alúmina pasan por un proceso de lavado y filtrado antes de que sean retornadas a los precipitadores.

Vapor vivo: Se genera en la caldera, o en un generador de vapor por recuperación de calor.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente capítulo se describirá el tipo de estudio empleado, diseño de la investigación, además de la población y muestra.

Tipo de estudio

De conformidad con los parámetros que enmarcan el estudio, se puede precisar que cumple con las siguientes características. Se tiene que es un estudio aplicado, ya que, está orientado a resolver problemas que se presentan en la vida cotidiana y que se presentan durante el proceso

Según PICÓN y SAUD (1987) mencionan que:

“...Este tipo de investigación hace uso de los métodos del pasado, los conocimientos o teorías o de investigación básica para resolver un problema existente. Aplicada ofertas de investigación con problemas prácticos. La investigación básica no es problema orientado y es de conocimiento creciente de que pueden utilizarse en el futuro...”

Por otra parte, el tipo de estudio se enmarca en una investigación Descriptiva, debido a que se puede detallar con precisión la situación presentada, pues se trabaja sobre realidades de hechos y se caracteriza principalmente por presentar una interpretación precisa con relación a la necesidad de optimizar, perfeccionar, analizar, estudiar y registrar las diversas actividades administrativas del Área de Mantenimiento.

Según ARIAS (1999), la investigación descriptiva:

“...consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno con establecer su estructura o comportamiento”. (P.20).

El autor explica que los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, para llegar a conocer situaciones logrando así, aportar soluciones, mejoras, recomendaciones entre otros.

Diseño de la investigación

La investigación se enmarca en un diseño no experimental, debido a que las variables no se modifican, los fenómenos se observan en su estado natural, estudiándolos, describiéndolos, interpretándolos y analizándolos tal cual como presenta.

En tal sentido, HERNÁNDEZ y otros (1991), definen la investigación no experimental como:

“...Aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es la investigación en donde no se modifican intencionalmente la (s) variable (s) independiente (s)”. (P.23).

Es no experimental pues sólo se observó el fenómeno en estudio, sin modificar ningún factor que afecte las actividades o tareas del área de lado rojo I. También es una investigación de campo, de acuerdo a la estrategia de recolección de datos, debido a que la información estuvo cimentada en actividades que permitieron recabar la misma desde el propio lugar de trabajo.

Al respecto, FEDUPEL (2006) indica que:

“...Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios” (P. 18).

En otras palabras, el investigador efectúa una medición de los datos, con esto, se puede decir que en el tipo de investigación de campo, los datos necesarios para la realización del trabajo fueron obtenidos visitando el lugar de trabajo.

Población y muestra

Según LEVIN&RUBIN (1996)

"...Una población es un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones".

La población está relacionada al objeto de la investigación y es de allí donde se extrae la información necesaria para el estudio respectivo, es todo el conjunto de objetos, materiales, individuos, etc.; que siendo sometidos al estudio, poseen características comunes para proporcionar los datos.

La población estaría enmarcada por la totalidad de los sistemas mecánicos de la empresa: Lado Blanco y Lado Rojo.

Por su parte, SABINO (2002) señala que:

"...Una muestra es una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarse" (p.83).

La muestra corresponde al subconjunto de casos o individuos de una población, donde se infieren las propiedades de la totalidad de dicha población y que son representativas de la misma.

En este caso, la muestra involucra la totalidad de los sistemas mecánicos de Lado rojo I.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS PROCEDIMENTALES

A continuación se presentará una descripción las actividades ejecutadas para este estudio, el procesamiento de la información, las técnicas e instrumentos de recolección de información, así mismo se detallaran como se procesó la información para la realización de la investigación.

Actividades ejecutadas

Los pasos que se siguieron para la ejecución de la investigación fueron los siguientes:

1. Durante la primera semana se recibieron charlas de inducción en la empresa e información de las políticas de gestión y seguridad.

2. Posteriormente se remitió el personal a cada área, donde se recibieron las orientaciones del trabajo a realizar, se conoció el personal responsable y operario de las mismas, y se determinó el alcance de la investigación.

3. Luego se procedió a la recolección de datos mediante entrevistas al personal y observación directa de las actividades implícitas en el proceso, esto para conocer en detalle la problemática existente, y determinar los posibles factores que estuviesen generando las demoras en el proceso.

4. Se realizaron seguimientos a los operarios encargados de supervisar el estatus de los equipos de las diferentes áreas. Para ello, se procedió a realizar un muestreo de tiempos, en el que se tomaron 10 muestras

por cada tipo de equipo perteneciente a las diferentes áreas. La totalidad de dichos equipos está distribuida en 8 tipos (bombas, tanques, molinos, bombas sumideros, rascadores, tolvas, apagadores de cal, y silos de cal viva). Esta actividad se realizó con la finalidad de determinar el tiempo promedio empleado por los operadores al realizar el chequeo del estatus de los equipos, para posteriormente comparar y visualizar el ahorro de tiempo, haciendo uso del sistema de supervisión.

5. Por último, el trabajo estuvo orientado al procesamiento de la información mediante la aplicación de un modelado matemático que permitiría la elaboración del diseño del sistema de supervisión. Se hizo uso de la herramienta de Macros y Visual Basic de Microsoft Excel, en el que fueron plasmados los datos y la información recolectada.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Observación Directa: Casal (2006) establece que: “La Observación permite captar la realidad sin distorsionar información, pues lleva a establecer la verdadera realidad del fenómeno”. Es por esto que es utilizada en este tema. Con la ayuda de esta técnica de recolección se tendrá una mejor percepción de cómo se está desarrollando el proceso. Es importante recalcar que la observación directa fue de tipo participativa, ya que se realizó un muestreo de tiempos para conocer el promedio del tiempo empleado para realizar la supervisión del estatus de los equipos.

Entrevistas: Narváez (1997) “las entrevistas buscan opiniones por medio de una guía de preguntas, previamente elaboradas, para aclarar un determinado tema o asunto” Se realizaron entrevistas al personal que está involucrado de forma directa en la problemática existente. Las entrevistas se efectuaron en base a la necesidad de información para la elaboración del diagnóstico.

Revisión documental: Mediante este instrumento se obtiene información acerca de la investigación, para apoyar, sustentar, y complementar la investigación con información extraída o proveniente de libros, tesis previas, publicaciones de Internet y registros de la empresa. (Nancy Navea 2014)

Recursos

Recurso Humano

- Personal de las distintas áreas de la empresa.
- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.

Materiales

- Computadora e impresora
- Libreta de apuntes, lápices y bolígrafo
- Cámara fotográfica.

Equipos de protección personal

Los equipos de protección personal comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones. A continuación se mencionan los distintos equipos de protección personal usados para la realización de este trabajo.

- Camisa marrón.
- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad, monolentes, mascarilla.

Procesamiento de la información

Una vez recolectados los datos, éstos serán tabulados con la ayuda de Microsoft office Excel, específicamente con las herramientas de Macros Y Visual Basic.

Aplicando el modelo para el desarrollo de un software o programa de computación, se tiene:

1. *Definición de los requerimientos del usuario.*

Ésta etapa consistió básicamente en determinar cuáles eran las necesidades del área en cuestión. Mediante las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados y explicados anteriormente, se pudo conocer que el área de Lado rojo I no contaba con un sistema de supervisión de estatus de los equipos, y debido a esto, se generaban demoras y pérdidas de tiempo al tener que, los operadores y/o supervisores, trasladarse a las diferentes áreas y realizar la supervisión personalmente.

2. *Análisis de los requerimientos.*

A través de dicha etapa, se permitió especificar las características operacionales del software, así como determinar cuáles serían las restricciones y alcances del mismo. Es una etapa básicamente de refinamiento de detalles del software o programa de computación, cuyo objetivo principal es llevar a cabo las actividades necesarias para cumplir con lo descrito en la sección anterior. Mediante la obtención de los datos e información de los equipos de Lado rojo I, se puntualizaron las siguientes restricciones y alcances:

- a) Los equipos tomados en cuenta para la inclusión de los mismos en el sistema de supervisión, comprenden la totalidad de los equipos de las 11 áreas de lado rojo I.

- b) El sistema de supervisión va a estar restringido a conocer solo la disponibilidad los equipos y sus elementos. Es decir, cuales están disponibles, en mantenimiento o fuera de servicio. No se podrá determinar ni conocer ningún otro parámetro de producción o mantenimiento.

3. *Validación de los requerimientos.*

Es un proceso de comprobación, en el que se verifica que los requisitos fueron especificados de acuerdo a las necesidades iniciales, además de evitar una mala implementación en el futuro. En ésta etapa se seleccionaron ciertos factores que permitieron llevar a cabo la validación de los requerimientos:

- a) Validez: Se realizó una especie de encuesta en el que participaron todos los posibles usuarios potenciales.
- b) Consistencia: Se determinó mediante la encuesta y la verificación la inexistencia de contradicciones entre los requisitos.
- c) Completitud: Se verificó la presencia y disponibilidad de todos los requisitos de la iteración en curso.
- d) Realismo: El sistema de supervisión puede implementarse con la tecnología existente en la empresa.
- e) Verificabilidad: Existe la manera de comprobar que los requisitos se cumplen. Esto puede llevarse a cabo mediante un período de prueba, en el que se puede constatar la información, trasladándose al área y verificando que la información obtenida por la supervisión del estatus de los equipos realizada personalmente, coincide con la suministrada por el sistema de supervisión.

4. *Implementación.*

En esta fase es donde se implementa el Sistema Informático y se integra con los sistemas de información de la empresa. La implementación del requerimiento debe poder ser resuelta en alguno de estos cuatro métodos: inspección, análisis, demostración o prueba. Para ello, hay que realizar una breve inducción en la empresa que ayude a los posibles futuros usuarios a interpretar la implantación del sistema de supervisión.

Una vez implantado el sistema, se convierte en un mecanismo de retroalimentación que mantiene la atención en el cumplimiento de los objetivos planificados y permite monitorizar los resultados reales que se van obteniendo, facilitando la toma de decisiones. Posteriormente se puede establecer una etapa de prueba en el que se monitoree a través de un período de tiempo el comportamiento y verificabilidad de la información.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

A continuación se presentará la situación actual y objetivos alcanzados con la elaboración de esta investigación.

Análisis de los resultados

Descripción del método de trabajo actual

Al iniciar la jornada laboral diaria, el supervisor de turno recibe las instrucciones escritas por parte del supervisor del turno anterior, en las que están contempladas todas las actividades e intervenciones de mantenimiento realizadas durante la jornada de trabajo. Muchas de estas intervenciones implican cambios de piezas, aplicación de mantenimiento preventivo o correctivo, limpieza de áreas, corrección de fugas, entre otras. El cambio o sustitución de piezas de los equipos, es una actividad muy común en el área. Sin embargo, conocer el momento en que alguno de ellos necesite intervención, es una actividad que implica tiempo, debido a que, los supervisores, operadores o personal del área, deben realizar recorridos al área para constatar la disponibilidad de los mismos. Es importante señalar que los equipos más costosos y los que ejercen mayor incidencia sobre el proceso, son monitoreados desde sala de control y cuando alguno de ellos presenta alguna falla, que implique detener la producción en áreas determinadas, en seguida es notificado al módulo, para que ésta sea solventada.

La denominación de cada equipo del área de Lado Rojo I es conformada por 3 elementos. El primero es un carácter, que representa el tipo de equipo al que hace mención. El segundo es un elemento numérico que hace referencia al área al que el equipo pertenece. Y el último elemento, numérico o alfanumérico, es empleado para identificar o llevar un orden secuencial de los equipos. A continuación, en las tablas 2 y 3 se presentan los tipos de equipos y sus siglas o iniciales (por sus significados en inglés), y los equipos pertenecientes a las áreas de producción de Lado Rojo I:

Equipo	Representación
Bomba	P
Bomba sumidero	SP
Tanque	T
Silo para cal viva	SO
Apagador de Cal	SK
Tolva de Cal	BN
Rascador	RS
Molino	MB

Tabla 2. Leyenda de equipos LRI

Fuente: Autora

Ejemplo:

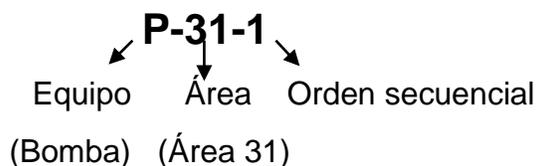


Figura 5. Denominación de Equipos

Fuente: Elaboración propia

Equipos pertenecientes a las áreas de Lado Rojo I

ÁREA	EQUIPOS	TOTAL DE EQUIPOS
31	P-31-1, P-31-2, P-31-3, P-31-4, P-31-11, P-31-5A, P-31-5B, P-31-105, P-31-6A, P-31-6B, P-31-106, SP-31-7, SP-31-8, T-31-1, T-31-2, T-31-3, T-31-4, T-31-11	18
32	P-32-1, P-32-2, P-32-3, P-32-101, P-32-102, P-32-1A, P-32-2A, P-32-3A, P-32-101A, P-32-102A, P-32-5A, P-32-5B, P-32-105, P-32-8A, P-32-8B, P-32-8C, P-32-9A, P-32-9B, P-32-9C, P-32-10A, P-32-10B, P-32-10C, P-32-128A, P-32-128B, P-32-129A, P-32-129B, SP-32-11, SP-32-12, SP-32-13, MB-32-1, MB-32-2, MB-32-3, MB-32-101, MB-32-102, RS-32-1, RS-32-2, RS-32-3, RS-32-101, RS-102, BN-32-4, BN-32-5, BN-32-6, BN-32-102.	43
33	P-33-1A, P-33-1B, P-33-4A, P-33-4B, P-33-3A, P-33-3B, P-33-101A, P-33-101B, P-33-104A, P-33-104B, P-33-103A, P-33-103B, SP-33-11, SP-33-12, SP-33-13, SP-33-111, SP-33-112, SP-33-113, P-33-7A, P-33-7B, P-33-7C	21
37	P-37-2A, P-37-2B, P-37-101, SP-37-3, SK-37-1, SK-37-101, T-37-1, T-37-101, SO-37-1, SO-37-101, BN-37-1, BN-37-101	12

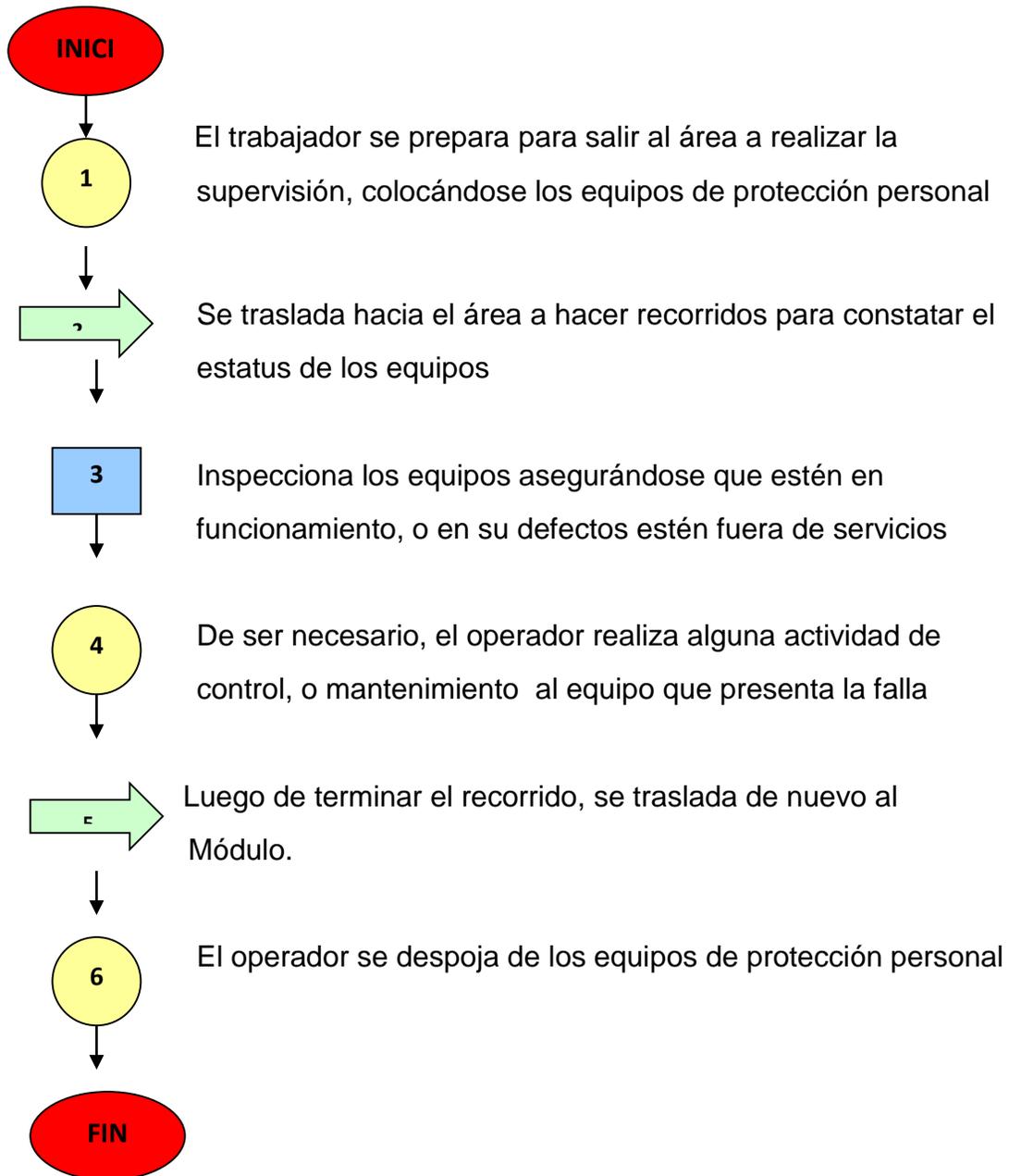
39	P-39-1A, P-39-1B, P-39-101A, P-39-101B, P-39-3A, P-39-3B, P-39-103, SP-39-2	8
43	P-43-1A, P-43-1B, P-43-101, P-43-103, P-43-3A, P-43-3B, SP-43-5, T-43-1, T-43-2, T-43-3, T-43-4	11
46	P-46-1A, P-46-1B, P-46-2A, P-46-2B, P-46-3A, P-46-3B, P-46-4A, P-46-4B, SP-46-5, P-46-6, P-46-101A, P-46-101B, P-46-102A, P-46-102B, P-46-103A, P-46-103B, P-46-104A, P-46-104B, SP-46-105, P-46-106	20
47	P-47-1A, P-47-1B, P-47-2A, P-47-2B, P-47-4A, P-47-4B, T-47-1, T-47-2	8
48	P-48-1, P-48-2, P-48-3 P-48-4, P-48-5, P-48-6A, P-48-6B, SP-48-10, T-48-1, T-48-2, T-48-3, T-48-4, T-48-5, T-48-6, T-48-7, T-48-10	16
73	P-73-1A, P-73-1B, P-73-2A, P-73-2B, P-73-4A, P-73-4B, P-73-6, SP-73-3, SP-73-7	9
84	P-84-2E, P-84-2D, P-84-1D, P-84-101, P-84-1C, P-84-1A, P-84-1B, P-84-102, P-84-2C, P-84-2B, P-84-2A, P-84-3A, P-84-3B, P-84-3C, P-84-103, SP-84-7	16
TOTAL		182

Tabla 3. Equipos de Lado rojo I

Fuente: Autora

Diagrama de Proceso

Se realiza el siguiente seguimiento al personal del área donde se evidencia la secuencia de actividades. (Ver Figura 6).



Leyenda:

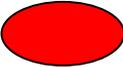
Operación	Cantidad	Nombre
	2	Inicio-fin
	3	Operación
	2	Traslado
	1	Inspección

Figura 6. Diagrama de Proceso

Fuente: Autora

Análisis Causa-Efecto

Las empresas, diariamente buscan automatizar o sistematizar sus procesos, de manera que las actividades puedan ejecutarse en menor tiempo posible, disminuyendo al mínimo la intervención del capital humano. La implementación de tecnologías implica estudios de factibilidad, pero a pesar de ser de gran utilidad para la empresa, no siempre arrojan resultados positivos. Sin embargo, en muchos otros casos no es necesario contar con capital de inversión, pues dependiendo de lo que se quiera obtener, se pueden hacer uso de los recursos con los que se cuenta. Tal es el caso, del área de Lado rojo I. Como ya se ha planteado anteriormente, no existe un sistema de supervisión de equipos que permita al personal del área determinar el estatus de dichos equipos sin tener que dirigirse al área.

El problema básicamente es generado por el método de supervisión empleado, que genera consecuencias como la exposición a riesgos en el área, demora y pérdida de tiempo que pudiese emplearse en otras actividades, además de atender con menos prontitud las fallas generadas.

Detección de las demoras y pérdidas de tiempo en el proceso

Muestreo de tiempos

Se realizaron seguimientos al personal encargado de supervisar los sistemas mecánicos para determinar las demoras y pérdidas de tiempo en el proceso, mediante actividades que se basaron en la realización de muestreos de tiempos. Para ello se tomaron en cuenta los 8 grupos de equipos existentes en el área, seleccionando un equipo por grupo, y tomando como criterio de selección el equipo que se encuentre más alejado del módulo, de donde parte el personal hacia las áreas para realizar la supervisión.

Se tomaron 10 muestras de tiempo por equipo. (Ver Tabla 4)

Área	Equipo	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Prom.
32	MB-32-102	20.35	18.15	18.52	19.20	21.30	20.45	16.03	18.52	20.01	15.35	18,785
32	SC-32-102	15.58	16.03	14.52	16.25	13.32	16.42	16.03	13.52	14.39	14.02	15,008
37	BN-37-101	20.56	18.36	19.59	17.02	18.58	20.01	20.33	19.32	16.52	18.13	18,842
37	SO-37-101	19.10	17.6	20.50	18.26	15.16	20.15	17.16	16.13	17.52	20.01	18,159
37	SK-37-101	20.56	17.17	18.32	20.13	19.32	18.56	20.10	18.14	16.01	19.26	18,757
73	T-73-4	30.32	28.21	28.06	32.15	30.33	29.41	27.46	30.52	31.32	29.58	29,726
73	SP-73-3	32.01	30.19	28.11	29.38	27.55	30.48	31.13	30.33	32.49	29.12	29,896
73	P-73-4B	31.32	29.21	29.06	31.15	31.33	30.41	28.46	31.52	32.32	30.58	30,536
Promedio Total (min.)												22.46

Tabla 4. Muestreo de tiempos

Fuente: Autora

Se estudió el tiempo que tarda el proceso completo para la supervisión del estatus de los equipos. Por lo tanto se toman como valores iniciales de los cálculos, los tiempos promedios por área.

Para una muestra de $n = 10$ el nivel de confianza es $NC = 95\%$

Cálculo de la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{4324.56 - \frac{(179.709)^2}{10}}{9}} = 11.03$$

Cálculo del intervalo de confianza

$$I = \bar{x} \pm \frac{T_c \cdot S}{\sqrt{n}}$$

T_c es proporcionado por Tabla T Student (Ver apéndice 1)

$T_c t(n-1; \alpha)$

Donde:

$$\alpha = 1 - NC = 1 - 0,95 = 0,05$$

$$T_c t(9; 0,05) = 1,833$$

Por lo tanto:

$$I = 22.46 \pm \frac{1.833 \cdot 11.03}{\sqrt{10}}$$

$$I = 25,671 \pm 6.39$$

$$I = 28.85$$

$$I = 16.07$$

Cálculo del intervalo de la muestra (Im)

$$I_m = \frac{2 \times T_{cx} \times S}{\sqrt{n}} = \frac{2(1.833)(11.03)}{\sqrt{10}} = 12.78$$

Criterios de decisión:

Si $I_m \leq I$ se acepta el tamaño de la muestra

Si $I_m > I$ se rechaza el tamaño de la muestra

Por lo tanto $12.78 \leq 28.85$

Como $I_m \leq i$ se acepta el tamaño de la muestra, es decir, no hay que agregar más mediciones.

Cálculo de la Media (Promedio):

$(18.785+15.008+18.842+18.159+18.757+29.726+29.896+30.536)/10=22.46$ min.

En este punto ya se conoce el tiempo promedio del proceso, es decir se tiene un estimado de cuánto dura exactamente. Lo que es importante, pues conociendo este valor se pudo determinar el ritmo de trabajo de los operadores, además del tiempo de supervisión empleado antes de hacer uso del sistema.

En el siguiente diagrama de dispersión se evidencia la relación que existe entre cada una de las once áreas, y el tiempo empleado para la supervisión de los equipos en cada una de ellas. Pudiendo concluir que, mientras más lejana se encuentre el área, más tiempo emplearán los operadores en realizar las labores de supervisión del estatus de los equipos.

Diagrama de dispersión

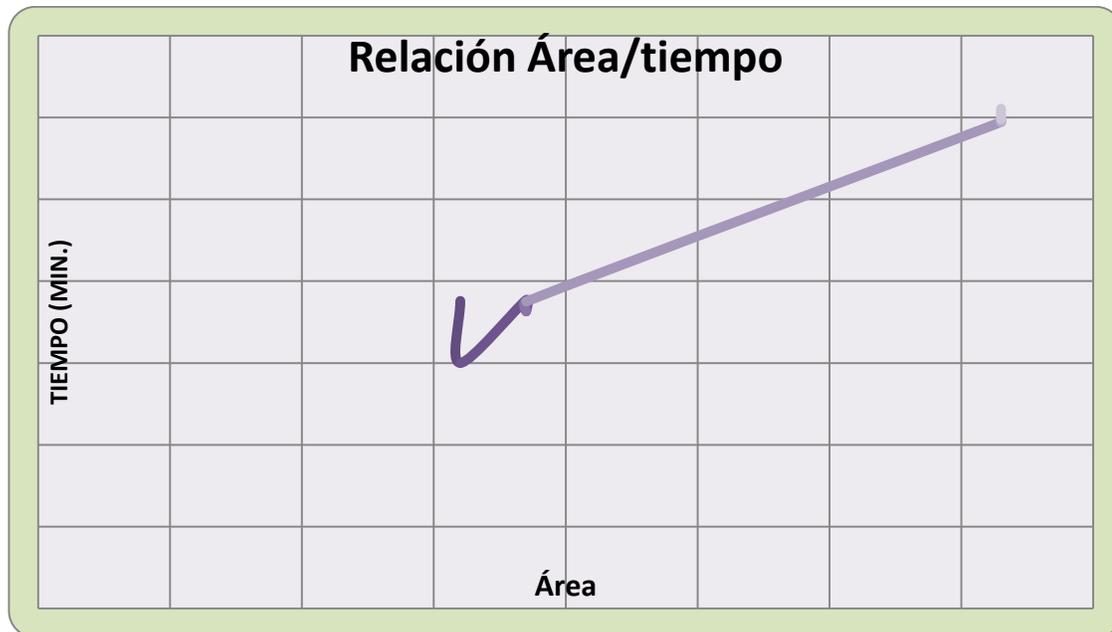


Tabla 5: Relación Área/tiempo

Fuente: Autora

Formulación de un modelo para la supervisión del estatus de funcionamiento de los componentes del sistema mecánico

Relación cliente-servidor

La relación cliente-servidor consiste básicamente en un cliente que realiza peticiones a otro programa que le da respuesta. Aunque esta idea se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras. (Iván Crespo, 2011, p.74).

Para ejecutar el proceso de construcción del diseño, a través del sistema de supervisión, es necesaria la entrada de variables, que a través de

su sistematización y procesamiento de la información, emite como salida el sistema de supervisión.

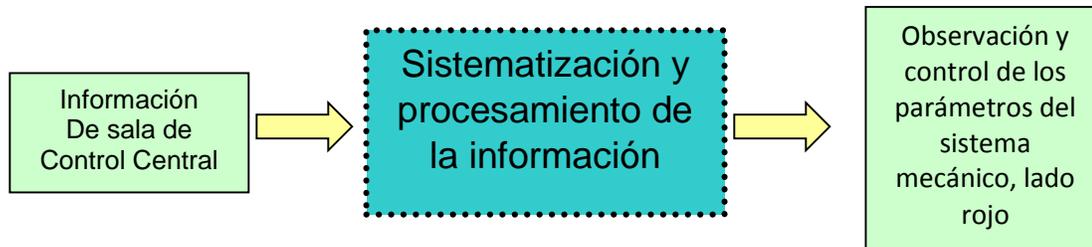


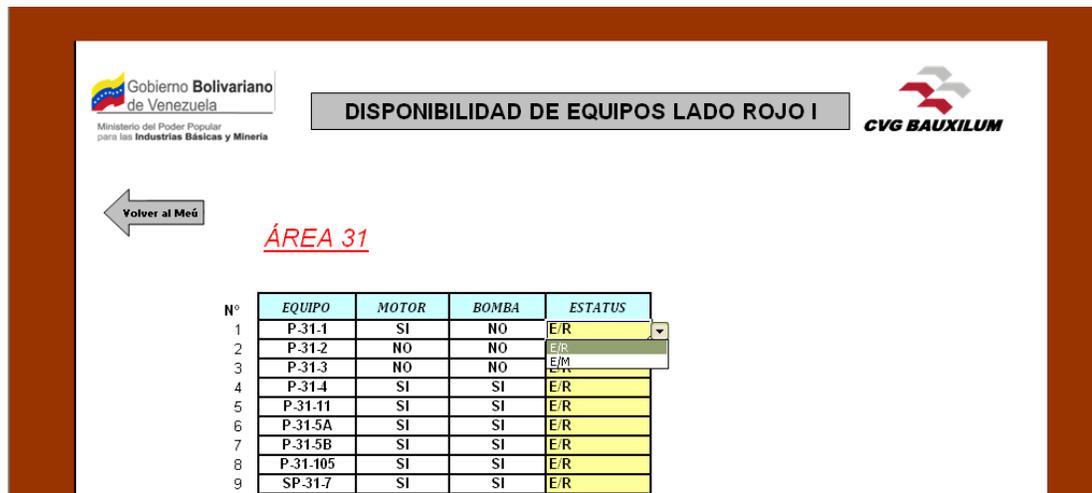
Figura 7. Diagrama de entradas y salidas

Fuente: Autora

El sistema de supervisión permite a través de los TAG de cada equipo, obtener la información suministrada por sala de control. Además, aplicar una serie de condiciones, que sistematizadas permitirían determinar el estatus del equipo.

Se definieron tres estatus: *En Servicio* cuando el valor de la variable de operación que se esté midiendo se encuentra dentro de los rangos de operación establecidos. *En Reserva* cuando están disponibles todos los elementos que conforman el equipo, pero el valor que se esté recibiendo de la variable en medición sea nulo o esté por debajo de los parámetros de operación. Y *En mantenimiento* cuando falta alguno de los elementos del equipo. La disponibilidad de los elementos de cada equipo podrá ser indicada por el usuario en una hoja de cálculo.

Sin embargo, existen casos en el que un equipo tiene disponibles todos sus elementos pero se encuentra en mantenimiento. Por ello, el sistema permite al usuario, la opción de indicar este estado, en la misma hoja de cálculo donde se visualizan los elementos disponibles. (Ver Figura 8).



DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS LADO ROJO I

ÁREA 31

Nº	EQUIPO	MOTOR	BOMBA	ESTATUS
1	P-31-1	SI	NO	E/R
2	P-31-2	NO	NO	E/R
3	P-31-3	NO	NO	E/M
4	P-31-4	SI	SI	E/R
5	P-31-11	SI	SI	E/R
6	P-31-5A	SI	SI	E/R
7	P-31-5B	SI	SI	E/R
8	P-31-105	SI	SI	E/R
9	SP-31-7	SI	SI	E/R

Figura 8. Disponibilidad de equipos

Fuente: Autora

Codificación en un programa informático el modelo de supervisión del sistema mecánico

A continuación, se presenta el algoritmo empleado para vincular la información proveniente de Sala de Control Central con el programa de supervisión.



TAG EQUIPOS LADO ROJO I

EQUIPO	TAG			ESTATUS
P-31-1				
P-31-2				
P-31-3				
P-31-4				

Figura 9. TAG de equipos

Fuente: Autora

Se dispone de una hoja de cálculo (oculta) en el que están tabulados la totalidad de los equipos del área. Se selecciona la celda que contendrá la información del TAG y se ejecutan los siguientes pasos:

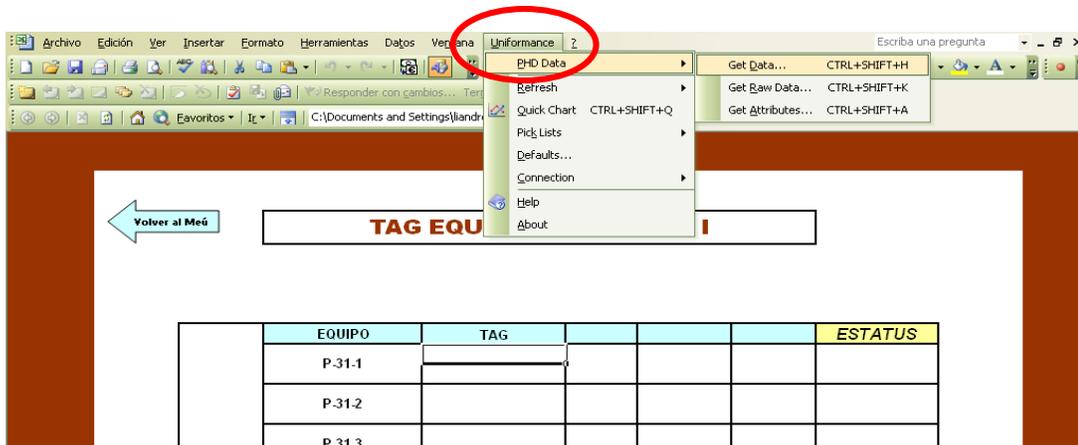


Figura 10. Herramienta Uniformalance

Fuente: Autora

Haciendo uso de la herramienta de información UNIFORMANCE, se selecciona en la parte superior: Uniformalance->PHD Data->Get Data... (Ver Figura 11)

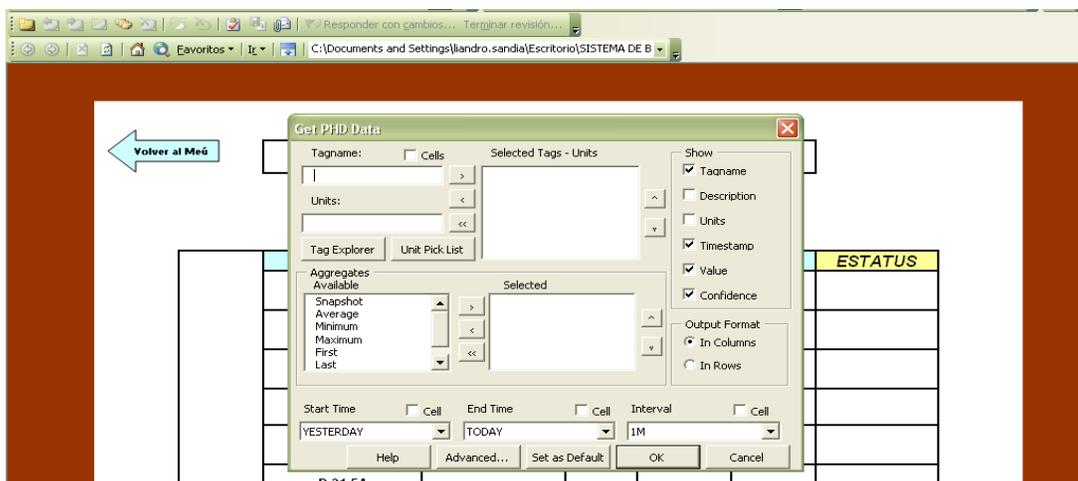


Figura 11. Menú PHD Data

Fuente: Autora

En el campo *Tagname* se introduce el TAG del equipo, y se condicionan las siguientes variables: (Ver Figura 12)

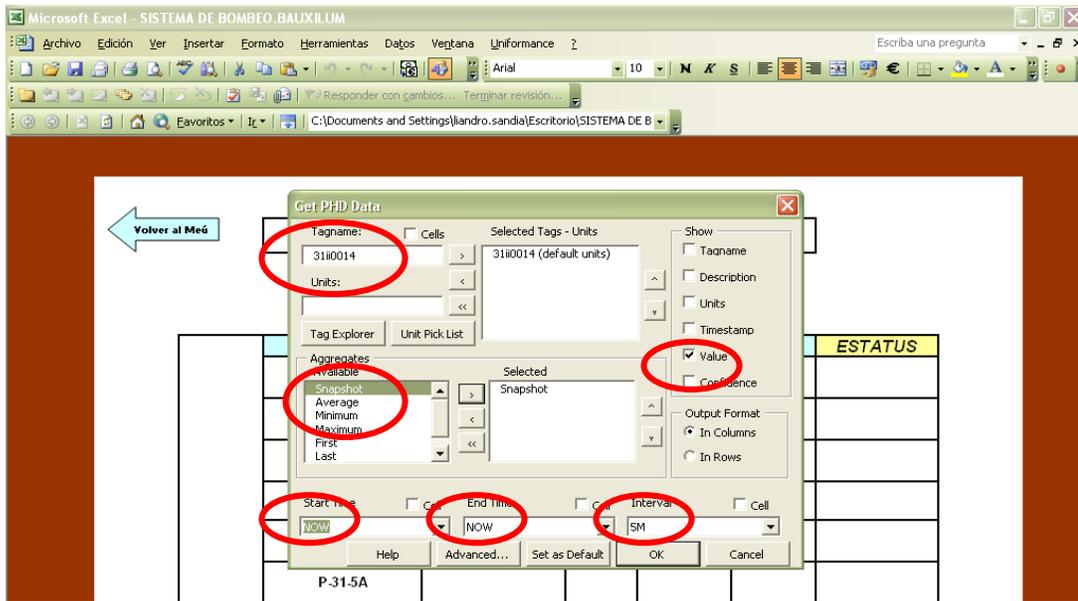


Figura 12. Menú <<variables>>

Fuente: Autora

Luego de hacer click **OK**, El valor de la variable de operación que se esté midiendo, se mostrará en la celda seleccionada previamente. (Ver Figura 13)

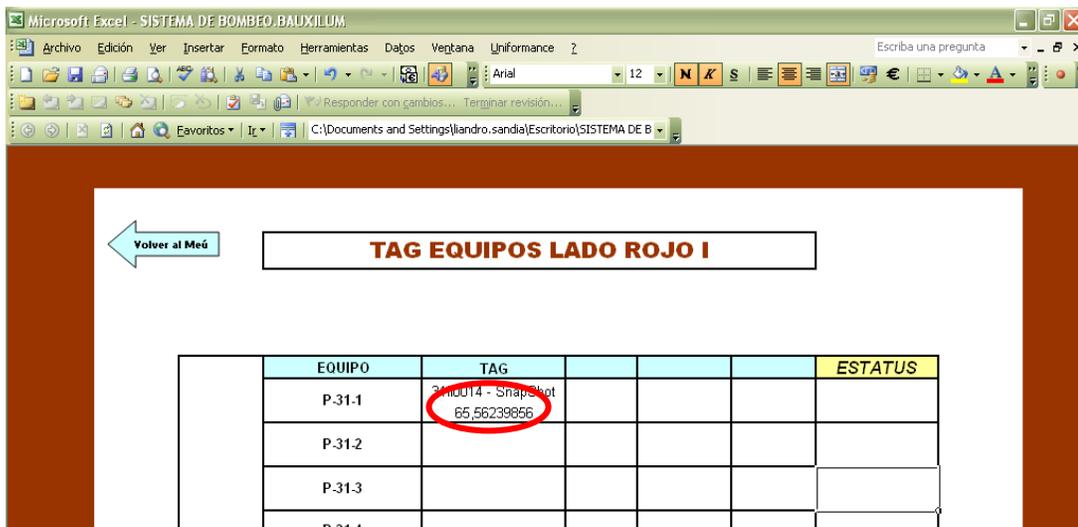
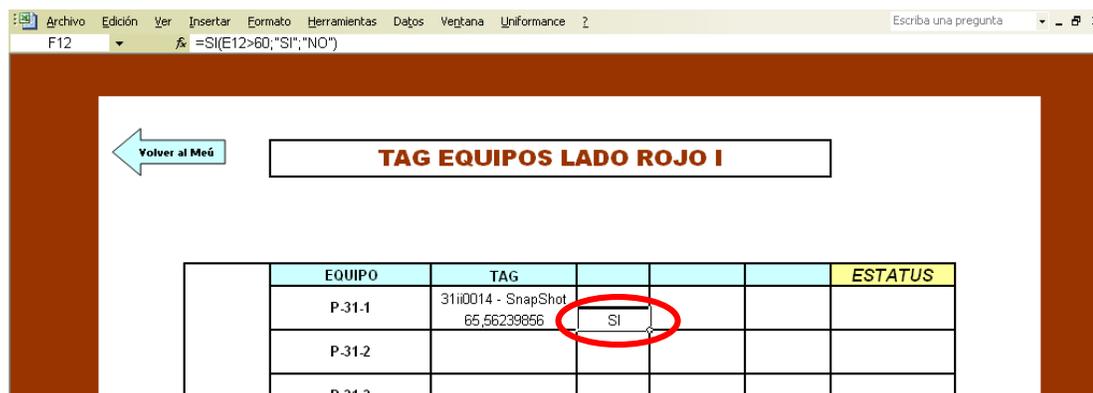


Figura 13. TAG de equipo.

Fuente: Autora

En la figura 13 se puede observar el valor del TAG del equipo P-31-1, en este caso, el parámetro de operación es la corriente. Es decir, el amperaje de la bomba P-31-1- es de 65,562398.

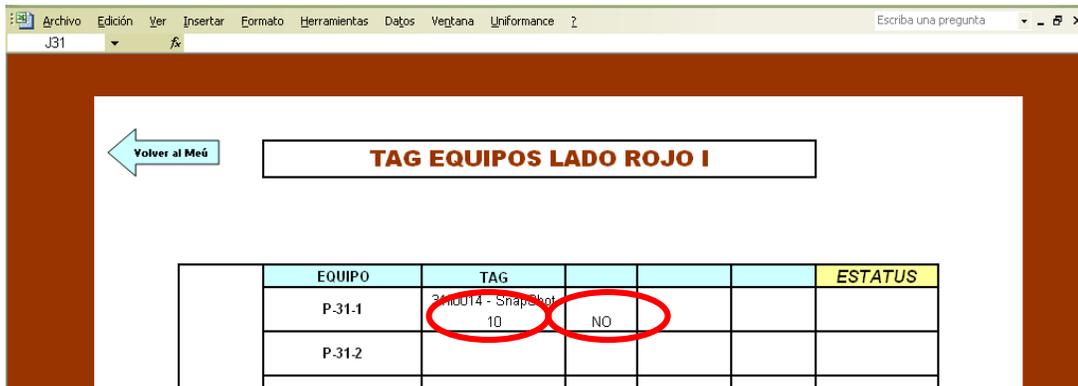
En los siguientes espacios se establecieron condiciones que permitirían emitir el estatus del equipo. En el primer recuadro a la derecha del TAG (Ver Figura 14), se estableció la siguiente condición: *Si el valor del Tag > 60; "SI"; sino "NO"*. Es decir, en condiciones normales de operación, la bomba P-31-1 trabaja con un amperaje promedio de 60-90 amperios. En consecuencia, la condición será positiva siempre que el equipo opere dentro del rango establecido. En caso contrario, si el valor del Tag es cero o se encuentra por debajo del rango establecido, la condición sería negativa. (Ver Figura 15)



EQUIPO	TAG	ESTATUS
P-31.1	3110014 - SnapShot 65,56239856	SI
P-31.2		
P-31.3		

Figura 14. Condición "SI"

Fuente: Autora

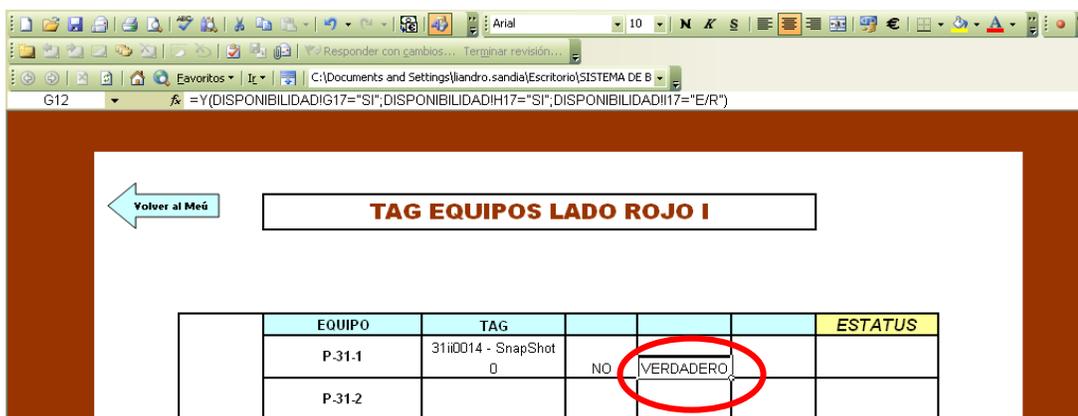


EQUIPO	TAG			ESTATUS
P-31-1	31i0014 - Snapshot 10		NO	
P-31-2				

Figura 15. Condición “No”

Fuente: Autora

En el siguiente recuadro se verificará la disponibilidad de los elementos del equipo. Es decir, en la hoja disponibilidad se comprueba que todos los elementos del equipo estén disponibles, y que además éste se encuentre en condición de reserva. Para ello, se utilizó la siguiente condición “Y”: (*Elemento1=SI; Elemento2=SI; ElementoN=SI; CondiciónReserva=SI*). Si las condiciones se cumplen, el estado sería Verdadero, en caso que alguno de los elementos no cumpla con las referencias establecidas su condición cambiará a Negativo.(Ver Figura 16).

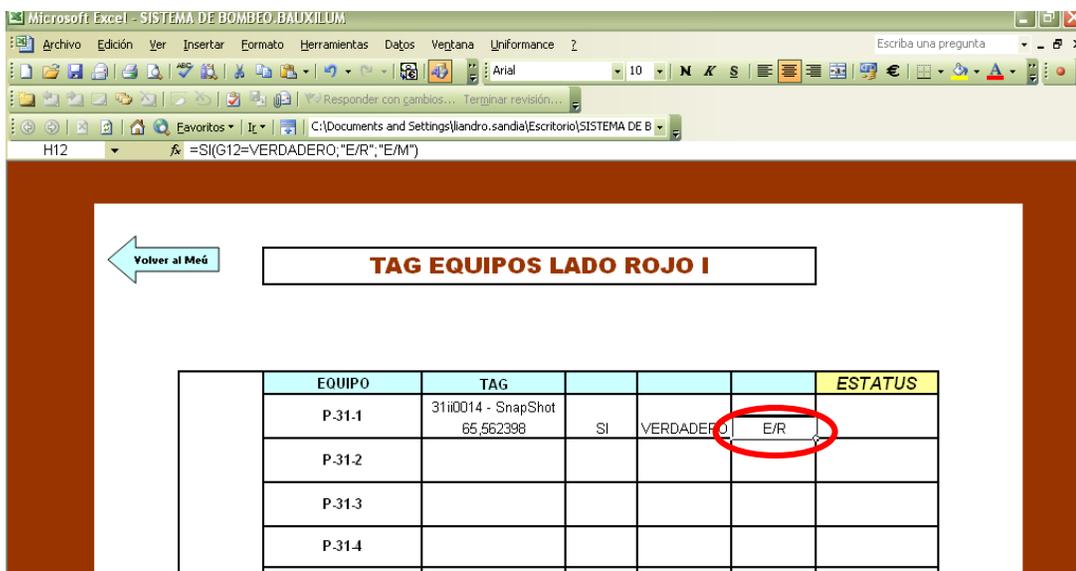


EQUIPO	TAG			ESTATUS
P-31-1	31i0014 - Snapshot 0	NO	VERDADERO	
P-31-2				

Figura 16. Condición “Y”

Fuente: Autora

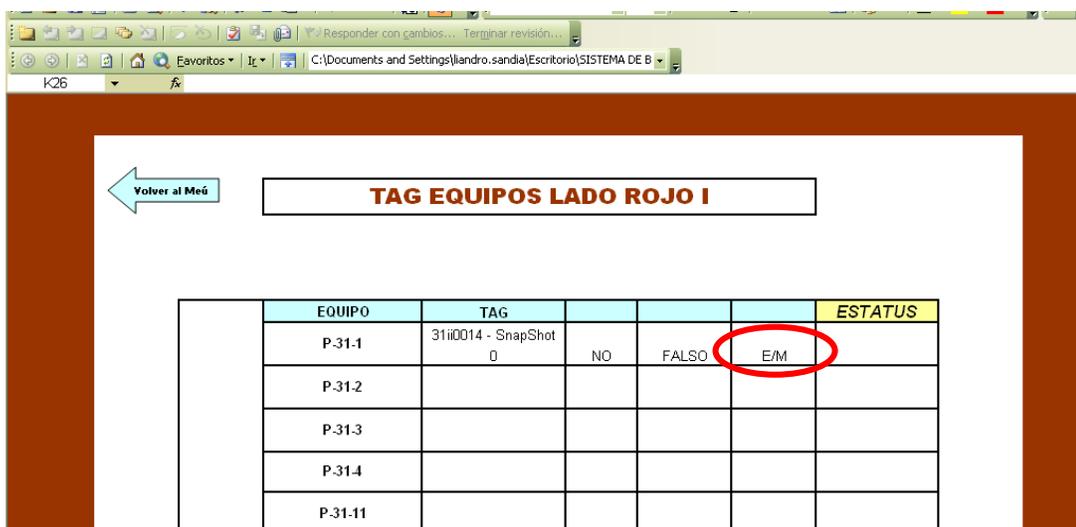
El siguiente campo verifica que la condición anterior sea: Verdadero. En este sentido el estado será: “En Reserva” (E/R). En caso contrario, (Cuando falte alguno de los elementos del equipo) el estado será: “En Mantenimiento” (E/M). Para ello se utiliza una condición “SI”; *SI(Condición Anterior=VERDADERO;"E/R";"E/M")*. (Ver Figuras 17 y 18).



EQUIPO	TAG			ESTATUS
P-31-1	31ii0014 - SnapShot 65,562398	SI	VERDADERO	E/R
P-31-2				
P-31-3				
P-31-4				

Figura 17. Condición “E/R”

Fuente: Autora



EQUIPO	TAG			ESTATUS
P-31-1	31ii0014 - SnapShot 0	NO	FALSO	E/M
P-31-2				
P-31-3				
P-31-4				
P-31-11				

Figura 18. Condición “E/M”

Fuente: Autora

Por último, para emitir el estatus del equipo se tiene la siguiente condición: Si el valor del TAG se encuentra dentro de los rangos de operación definidos quiere decir que el equipo está operando y su estatus será: “En Servicio”. En caso contrario su estado dependerá de la condición anterior: En reserva si el equipo cuenta con todos sus elementos disponibles. En mantenimiento si falta alguno de los elementos. Los colores de las celdas hacen referencia al estatus mediante la herramienta de formato condicional. (Ver Figuras 19, 20 y 21).



EQUIPO	TAG				ESTATUS
P-31-1	31i0014 - SnapShot 65,562398	SI	VERDADERO	E/R	E/S
P-31-2					

Figura 19. Estatus “En Servicio”

Fuente: Autora



EQUIPO	TAG				ESTATUS
P-31-1	31i0014 - SnapShot 0	NO	VERDADERO	E/R	E/R
P-31-2					
P-31-3					

Figura 20. Estatus “En Reserva”

Fuente: Autora



Microsoft Excel - SISTEMA DE BOMBEO.BAUXILUM

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Uniformance 2

l11 =SI(F12="SI","E/S",H12)

Volver al Menú

TAG EQUIPOS LADO ROJO I

EQUIPO	TAG				ESTATUS
P-31-1	31ii0014 - SnapShot 0	NO	FALSO	E/M	E/M
P-31-2					
P-31-3					
P-31-4					
P-31-11					
P-31-5A					
P-31-5B					

Figura 21. Estatus “En Mantenimiento”

Fuente: Autora

Esta operación es repetida con cada uno de los equipos de las once áreas de LRI, y las celdas que arrojan el estatus de los equipos son vinculadas respectivamente con las celdas que hacen referencia a los equipos que se muestran en el menú de cada área.

Estructura del sistema de Supervisión de los equipos mecánicos de LRI

Menú Principal: Permite el acceso a la información, donde el usuario sólo debe hacer click sobre el área que desea consultar (Ver Figura 22).



Figura 22. Menú Principal

Fuente: Autora

Básicamente todas las áreas tienen el mismo sistema, entre las cuales solo varían la cantidad y tipo de equipos que pertenecen a cada una de ellas. Suponiendo que se desea consultar el estatus de los equipos del área 31 (Ver Figura 8), se hace click en el recuadro que lleva su nombre.

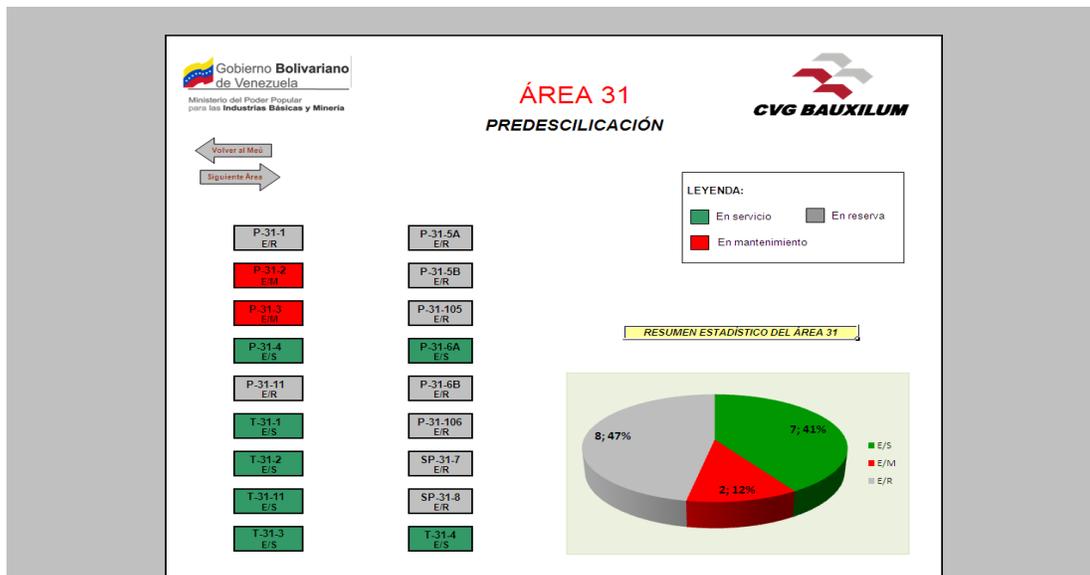


Figura 23. Menú Área 31

Fuente: Autora

El menú del Área 31, o cualquier otra área seleccionada, consta de un mapa estratégico operacional y un resumen estadístico.

El mapa estratégico está constituido por los equipos que integran el área en cuestión, debajo de la denominación de cada equipo está el estatus del mismo, representado por un color que lo identifica. Tal como lo muestra la leyenda, el color verde indica que el equipo está en servicio (*E/S*), el color rojo representa al equipo que está en mantenimiento (*E/M*) y el gris al que está en reserva (*E/R*). La disponibilidad del equipo en el menú principal va a depender de que todos sus elementos estén disponibles y a su vez, que la información que se esté recibiendo de Sala de Control Central referente a la variable que se esté midiendo esté dentro de los parámetros de operación establecidos previamente. Se puede dar el caso que todos los elementos del equipo estén disponibles, sin embargo el valor que se esté recibiendo sobre la variable que se está midiendo no se encuentre dentro de los parámetros de operación o sea nulo, en este caso el estatus del equipo mostrará: *En Reserva*. En el momento en el que alguno de los elementos no esté disponible, el estatus del equipo mostrará: *En Mantenimiento*.

Mediante un diagrama circular, se muestra el resumen estadístico del Área el cual representa la disponibilidad de los equipos. En el mismo, se puede apreciar la cantidad de equipos que están en servicio, mantenimiento y reserva, además del porcentaje que estos estatus representan ante la totalidad de los equipos de dicha área. Dependiendo de las preferencias o necesidades del usuario, se tienen disponibles las opciones de visualizar la siguiente área o regresar al menú principal.

Si el usuario desea obtener información más detallada de algún equipo en específico, hace click sobre el nombre de éste. (Ver Figura 24).

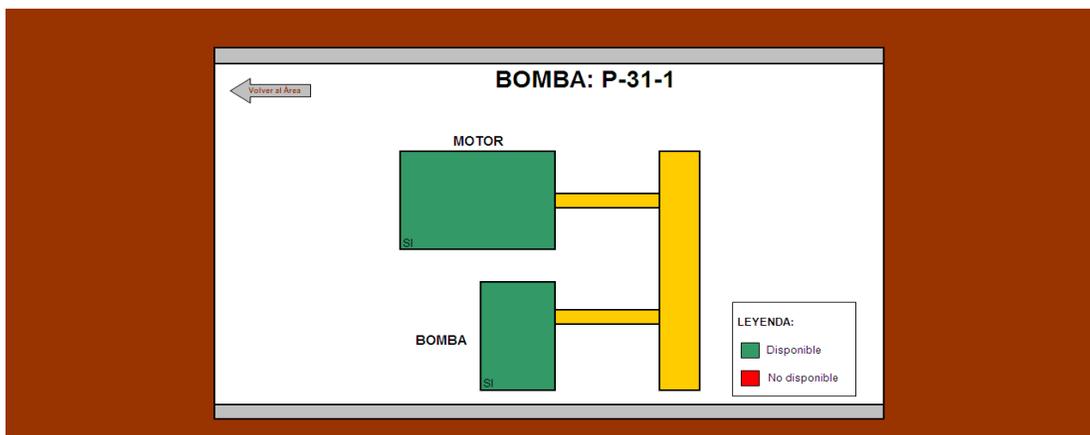


Figura 24. Bomba disponible P-31-1

Fuente: Autora

Se muestra el diagrama del equipo seleccionado, en el que se pueden evidenciar los elementos que lo conforman. En este caso, el equipo P-31-1 está integrado por 2 elementos: Motor y bomba, donde ambos están de color verde, es decir, se encuentran disponibles. En caso contrario, cuando algún equipo no cuenta con alguno de los elementos, este será representado por el color rojo. (Ver Figura 25).

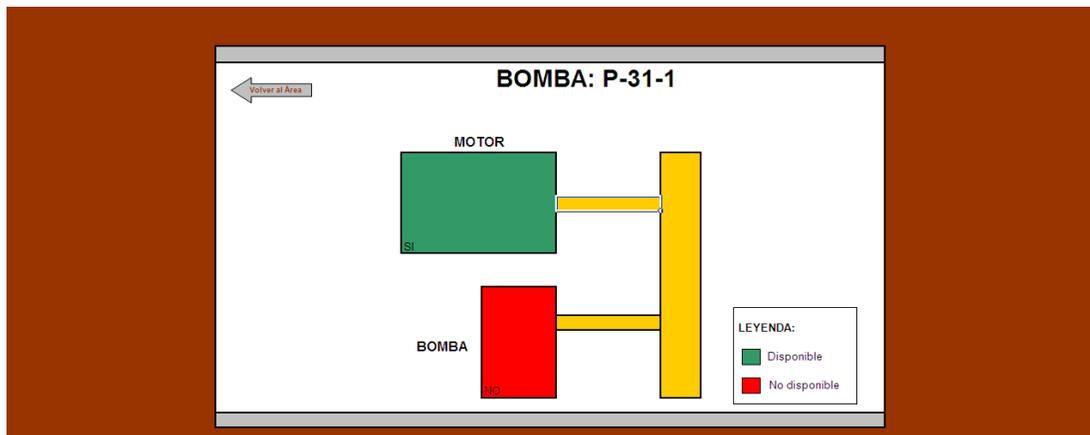


Figura 25. Bomba en mantenimiento P-31-1

Fuente: Autora

Posteriormente, dependiendo de las preferencias del usuario, se puede pasar a la siguiente área (Ver Figura 26), regresar al menú principal, o consultar el estatus detallado de cualquier otro equipo haciendo uso de la opción *Volver al área*. (Ver Apéndice 2 para visualizar los diagramas de los tipos de equipos del área)

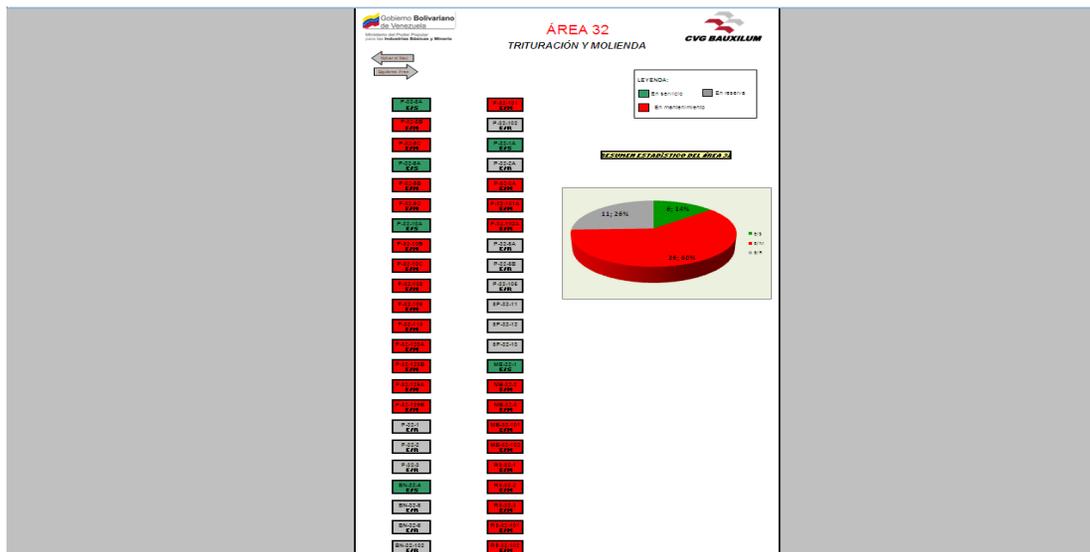


Figura 26. Menú Área 32

Fuente: Autora

La figura 26 muestra el menú del área 32, en la cual se pueden visualizar los 46 equipos que la integran, además de un resumen estadístico en el que se evidencia gráficamente la disponibilidad de quipos.

A continuación se presentan las vistas secuenciales de las áreas que integran el sistema:

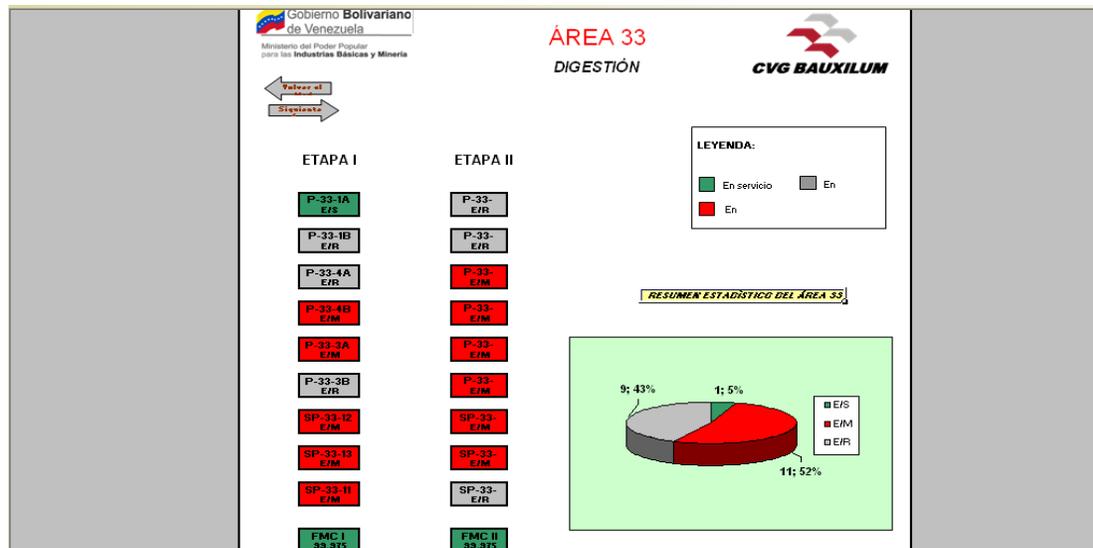


Figura 27. Menú Área 33

Fuente: Autora

El área 33 cuenta con dos etapas de producción, y cada una es conformada por un conjunto de equipos, los cuales pueden ser visualizados a través del menú de dicha área. Cada etapa es conformada por nueve equipos. Además de esto, el área cuenta con tres equipos que son comunes a ambas etapas. (Ver Figura 27)

El área 37 cuenta con diez equipos, de los cuales tres son bombas, 1 bomba sumidero, dos tanques, dos silos para cal viva y dos apagadores de cal. (Ver Figura 28)

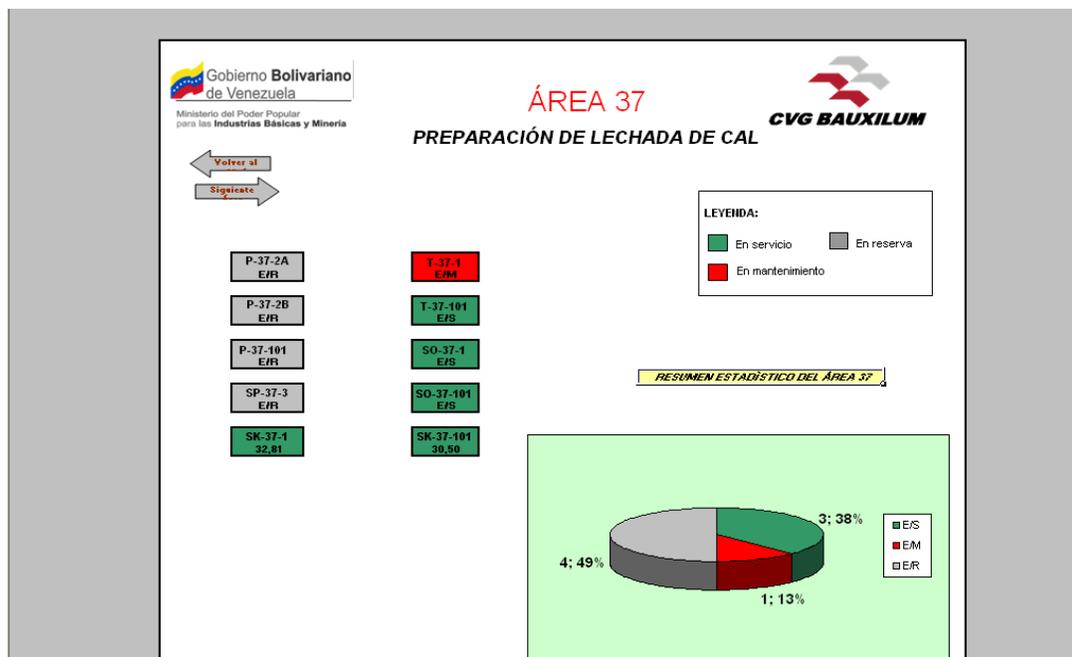


Figura 28. Menú Área 37

Fuente: Autora

El área 39 consta de ocho equipos, de los cuales siete son bombas y uno es bomba sumidero. Además de esto, en el menú de cada área se pueden visualizar, a través de un diagrama, la disponibilidad de dichos equipos. (Ver Figura 29).

El área 43 está conformada por once equipos: 6 bombas, cuatro tanques y una bomba sumidero. (Ver Figura 30).

El área 46 consta de veinte equipos distribuidos en dos etapas. Dieciocho bombas y dos bombas sumideros. (Ver Figura 31).

El área 47 está conformada por ocho equipos, siendo seis bombas y dos tanques. (Ver Figura 32).

El área 48 consta de dieciséis equipos. Siete bombas, una bomba sumidero y ocho tanques. (Ver Figura 33).

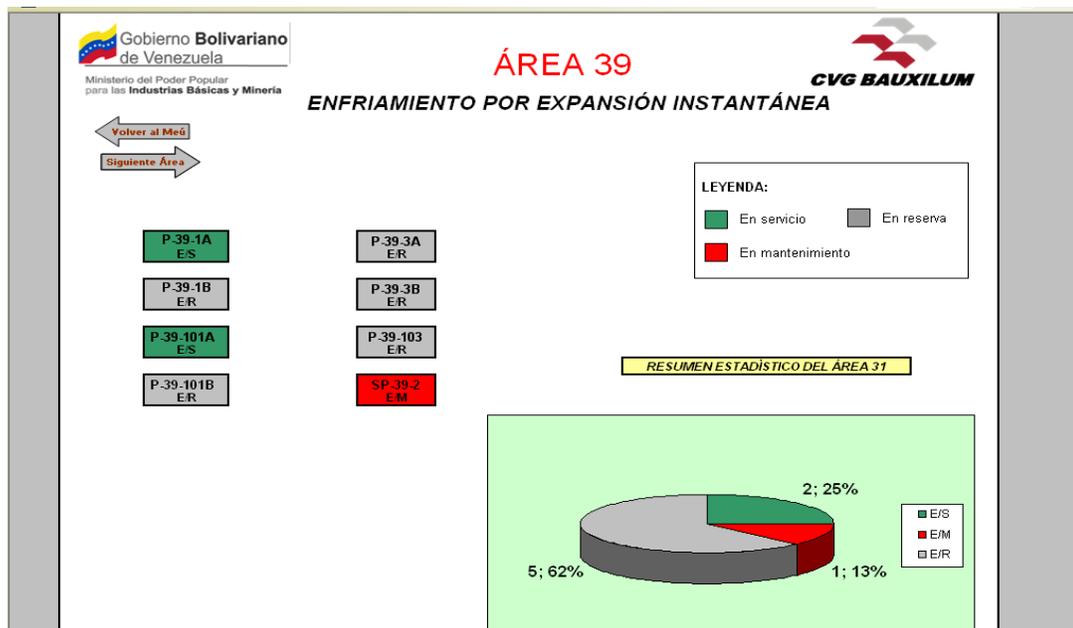


Figura 29. Menú Área 39

Fuente: Autora

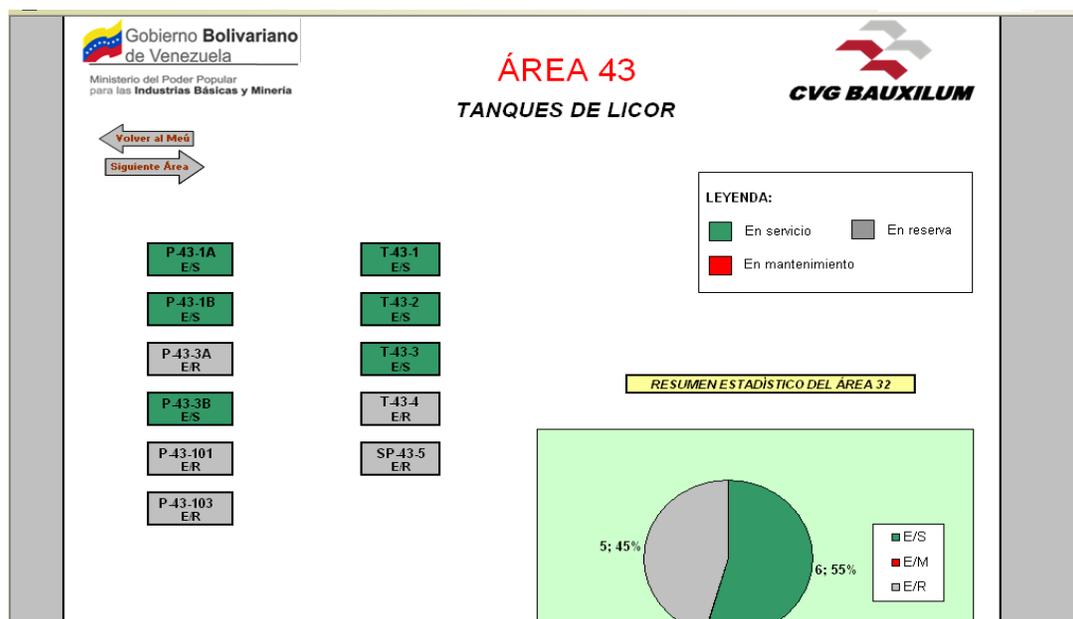


Figura 30. Menú Área 43

Fuente: Autora

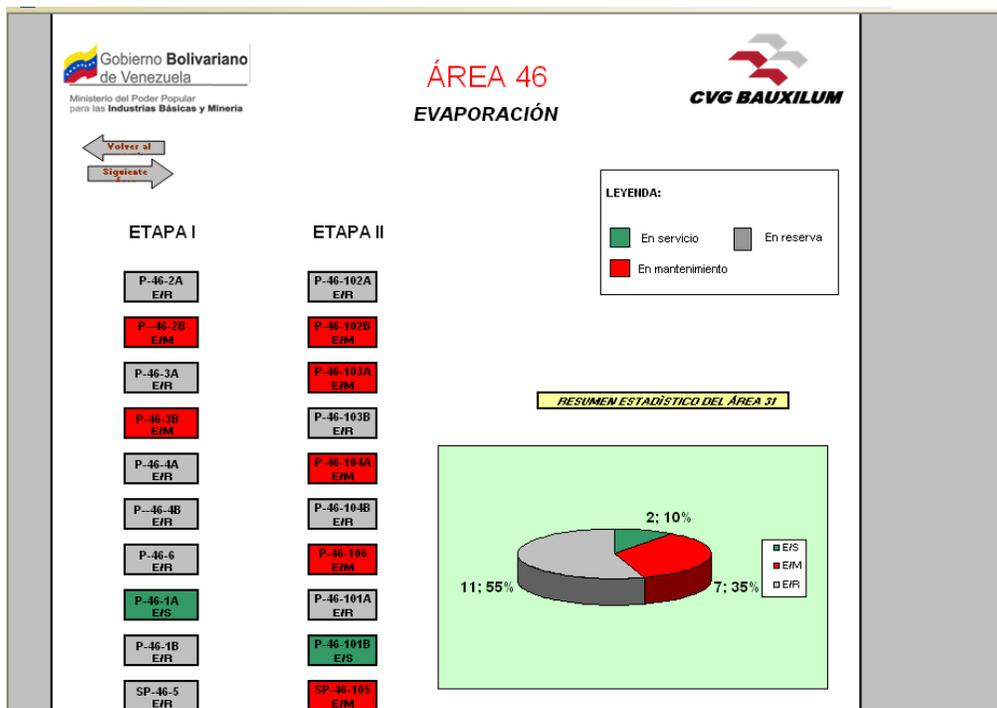


Figura 31. Menú Área 46

Fuente: Autora

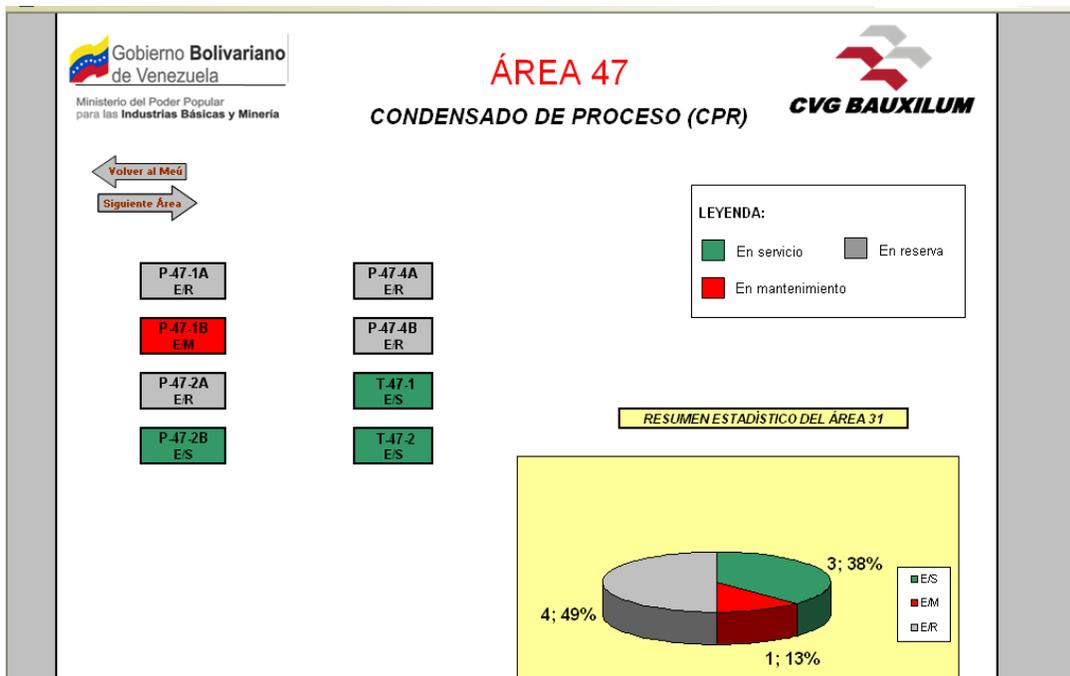


Figura 32. Menú Área 47

Fuente: Autora

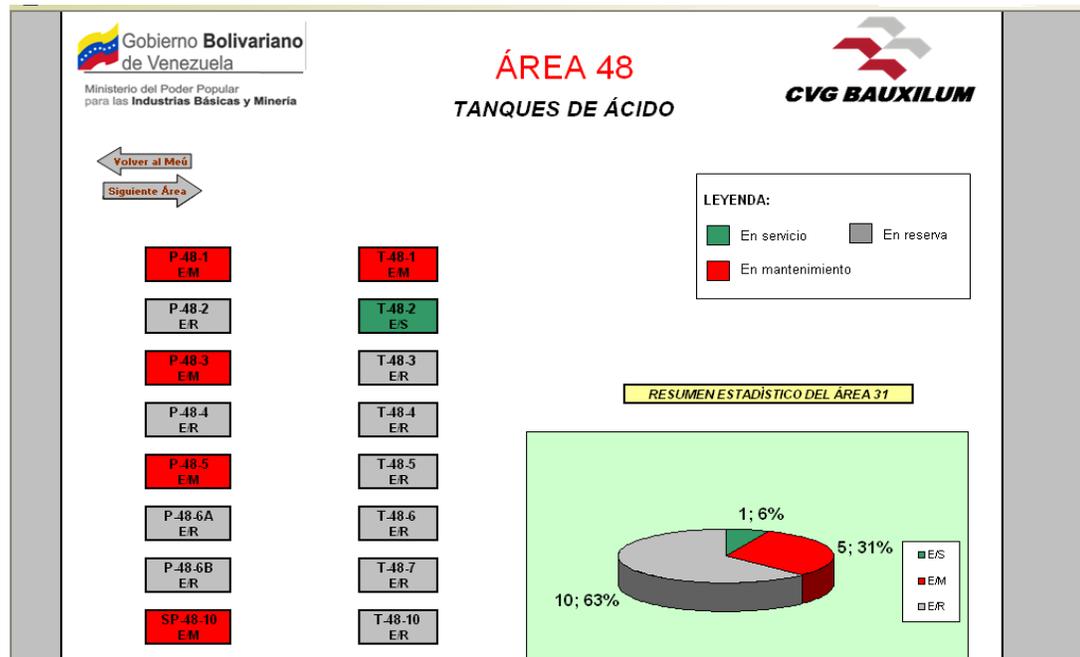


Figura 33. Menú Área 48

Fuente: Autora

Nueve equipos conforman el área 73, de los cuales siete son bombas y dos son bombas sumideros. (Ver Figura 34). Por su parte, el área 84 consta de dieciséis equipos: quince bombas y una bomba sumidero. (Ver Figura 35)

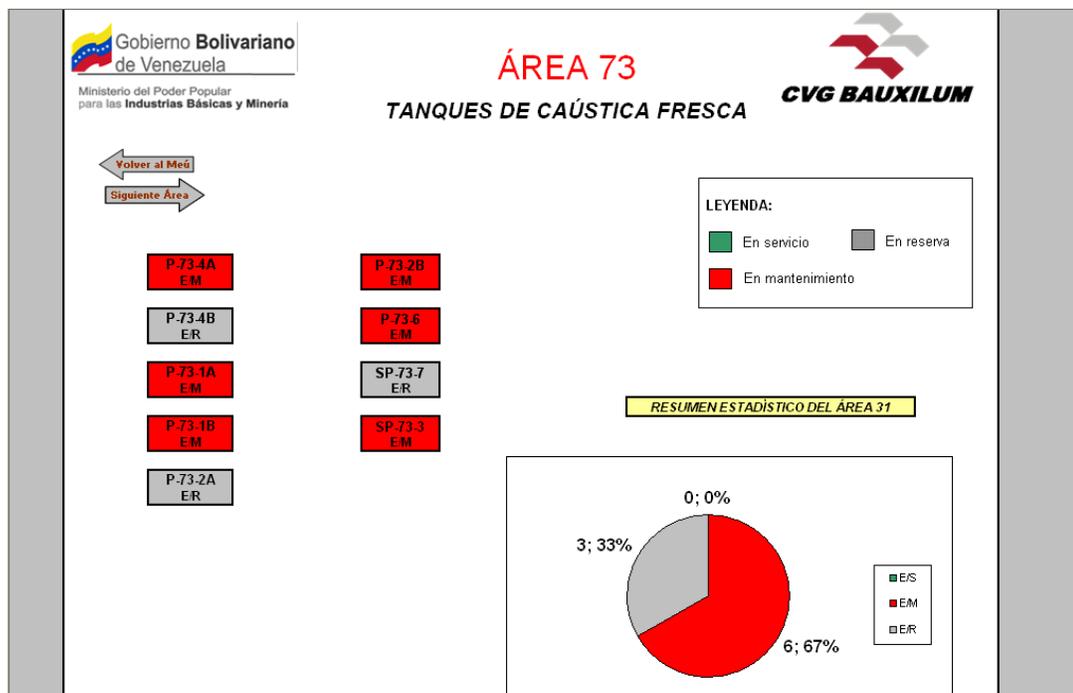


Figura 34. Menú Área 73

Fuente: Autora

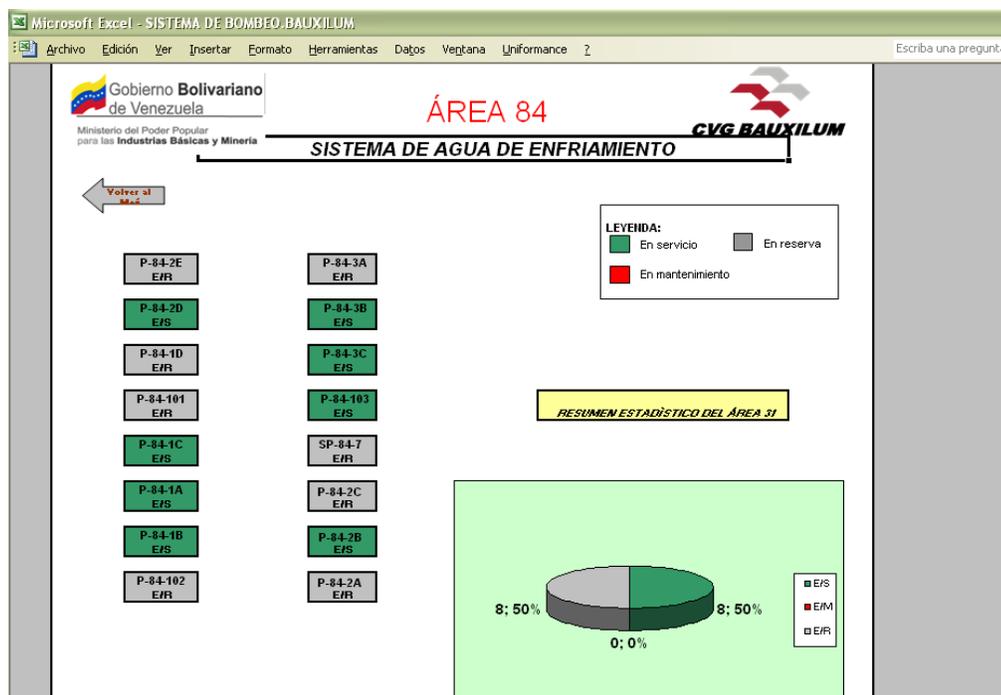


Figura 35. Menú Área 84

Fuente: Autora

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la investigación realizada en la superintendencia de Lado Rojo I de CVG Bauxilum C.A., se derivan las siguientes conclusiones:

1. Se diagnosticó la situación actual mediante un análisis Causa – Efecto, donde se logró evidenciar los diversos aspectos que afectan los procesos de supervisión y control de los equipos que conforman las once áreas de Lado Rojo I.
2. Se determinó que el tiempo promedio empleado por los operadores en llevar a cabo el sistema de supervisión es de 22.46 min. Este es el tiempo que tarda el operador desde que sale del módulo a hacer el recorrido por área. Para ello se elaboró un muestreo de tiempos, tomando como referencia un equipo por cada tipo, y seleccionando el más alejado geográficamente del módulo.
3. Se evidenció que la unidad no cuenta con un sistema de información automatizado que permita a las diversas instancias gerenciales disponer de la información referente a la situación de los equipos que integran el área, sin necesidad de desplazarse hasta ella. Para ello se desarrolló un sistema automatizado que permita su control y supervisión desde cualquier área administrativa de la empresa, contribuyendo así a disponer de información oportuna para la toma de decisiones, lo cual redundará en la optimización de las operaciones de la planta. Con el uso de la herramienta informática los tiempos de supervisión serán mínimos respecto al método de trabajo que se viene empleando. El

usuario deberá abrir el sistema y haciendo uso del menú principal solo será necesario seleccionar el área a consultar para consultar la disponibilidad de equipos.

4. Se diseñó el sistema de supervisión del estatus de los equipos, sistematizando la información mediante aplicaciones de macros, análisis estadísticos y condicionales de Microsoft Excel.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones antes mencionadas, se recomienda lo siguiente:

1. Implantar el Sistema de Supervisión de estatus de los equipos de Lado Rojo I, para llevar a cabo un control y seguimiento de la disponibilidad de equipos en el área.
2. Capacitar al personal de la unidad de Lado Rojo I que tendrá acceso al Sistema.
3. Mantener la base de datos actualizada, en este caso, será el responsable de cargar todos los nuevos equipos al sistema.
4. Investigar acerca de nuevas tendencias tecnológicas que puedan incorporarse al sistema, para hacerlo más atractivo y beneficioso, y así mejorar sus capacidades.

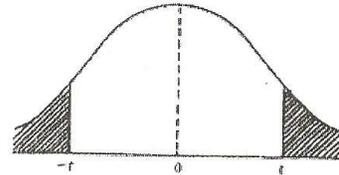
APÉNDICES

(Ver adjuntos)

Apéndice 1

Tabla T STUDENT

TABLA IV
Valores porcentuales de la distribución t



v	Q = .4	.25	.1	.05	.025	.01	.005	.0025	.001	.0005	1 COLA	2 COLAS
	2Q = .8	.5	.2	.1	.05	.02	.01	.005	.002	.001		
1	.325	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31	636.62		
2	.289	.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.598		
3	.277	.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214	12.924		
4	.271	.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610		
5	.267	.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869		
6	.265	.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959		
7	.263	.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408		
8	.262	.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.504	5.041		
9	.261	.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781		
10	.260	.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587		
11	.260	.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437		
12	.259	.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318		
13	.259	.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221		
14	.258	.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140		
15	.258	.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073		
16	.258	.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015		
17	.257	.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965		
18	.257	.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922		
19	.257	.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883		
20	.257	.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850		
21	.257	.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819		
22	.256	.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792		
23	.256	.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767		
24	.256	.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.743		
25	.256	.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725		
26	.256	.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707		
27	.256	.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690		
28	.256	.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674		
29	.256	.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659		
30	.256	.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646		
40	.255	.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551		
60	.254	.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460		
120	.254	.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373		
∞	.253	.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291		

$Q = 1 - P(t|v)$ es el área de la cola superior de la distribución con v grados de libertad, adecuada para empleo contrastes de una cola. Para contrastes de dos colas debe utilizarse $2Q$.

Apéndice 2

Diagramas de los distintos equipos del área

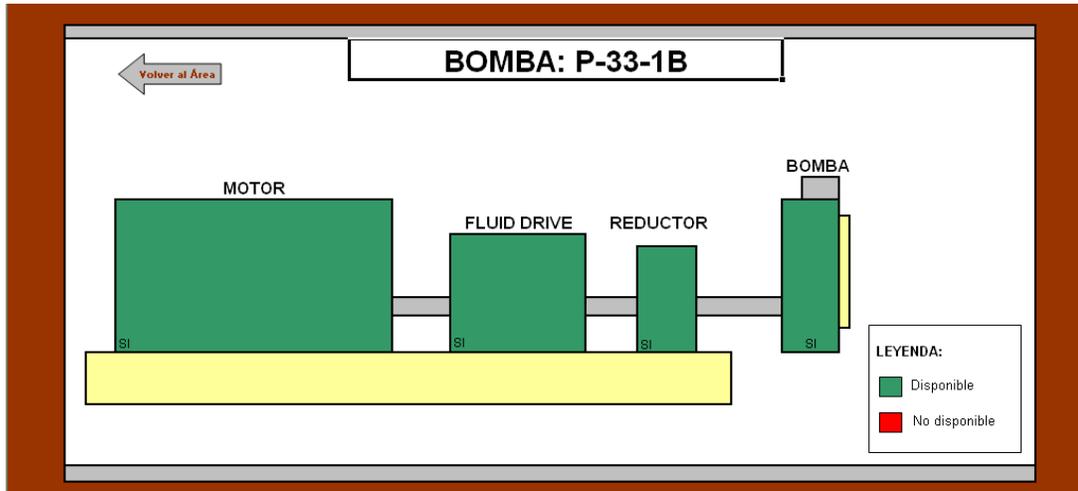


Figura 36. Diagrama Bomba

Fuente: Autora

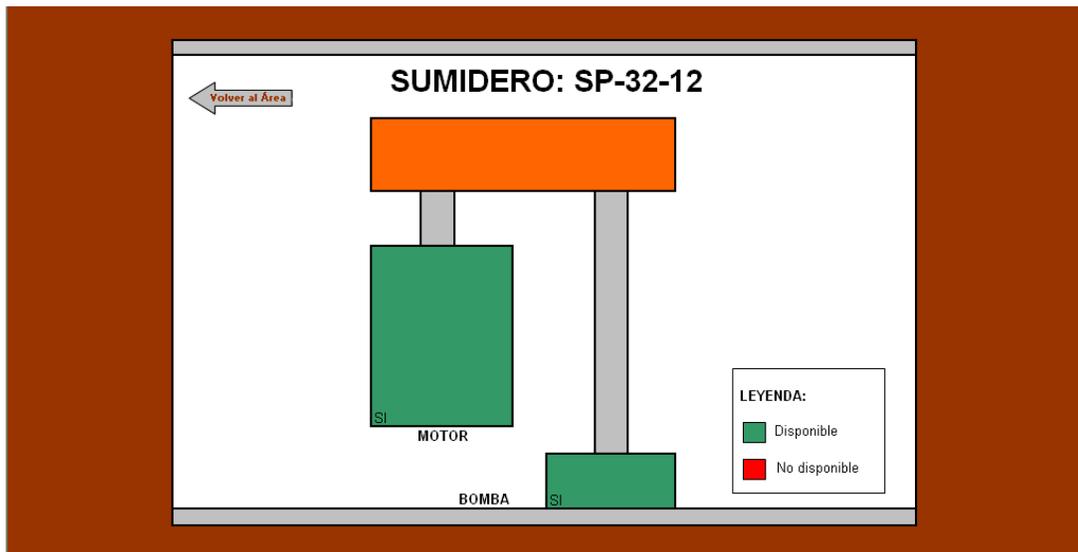


Figura 37. Diagrama Bomba sumidero

Fuente: Autora

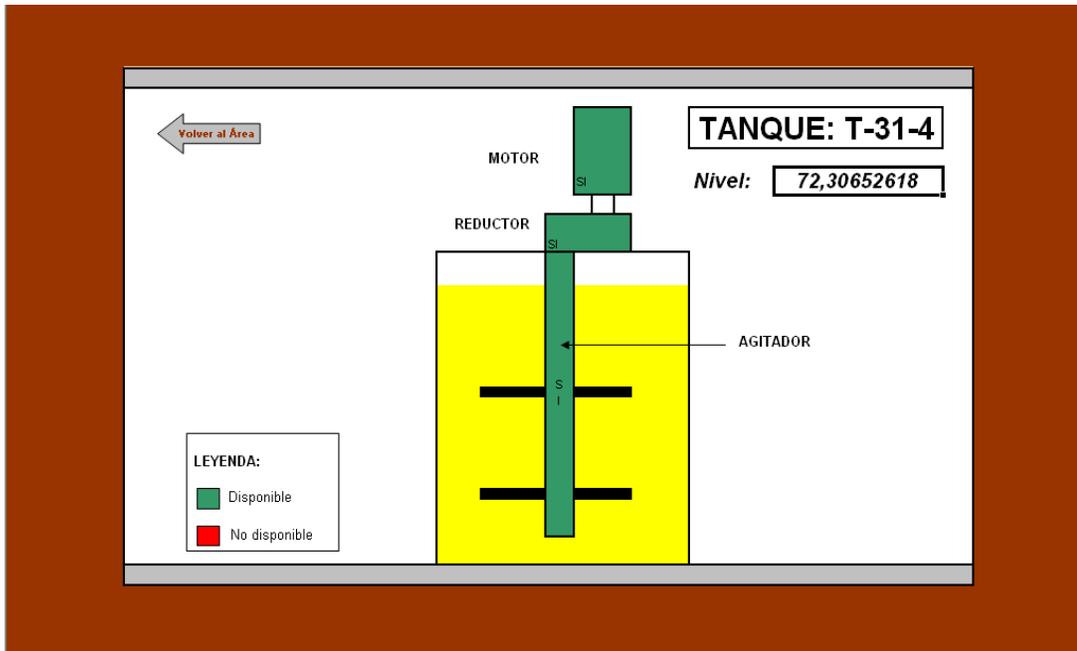


Figura 38. Diagrama Tanque

Fuente: Autora

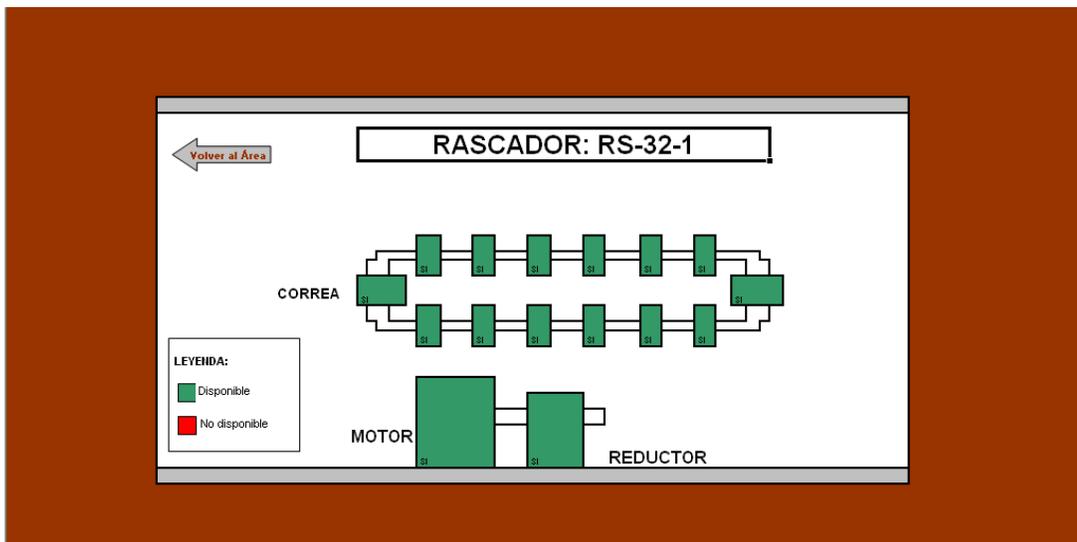


Figura 39. Diagrama Rascador

Fuente: Autora

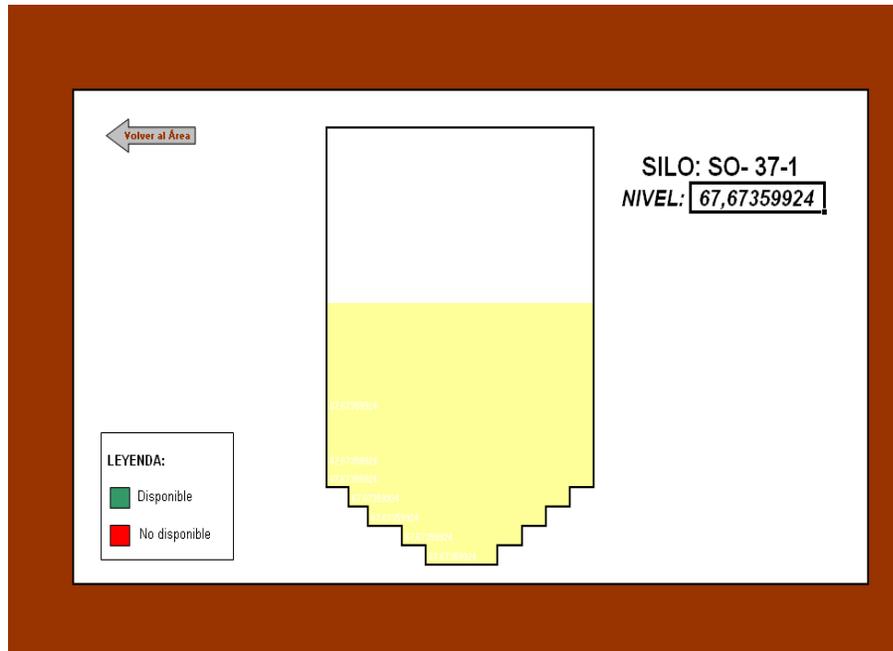


Figura 40. Diagrama Silo

Fuente: Autora

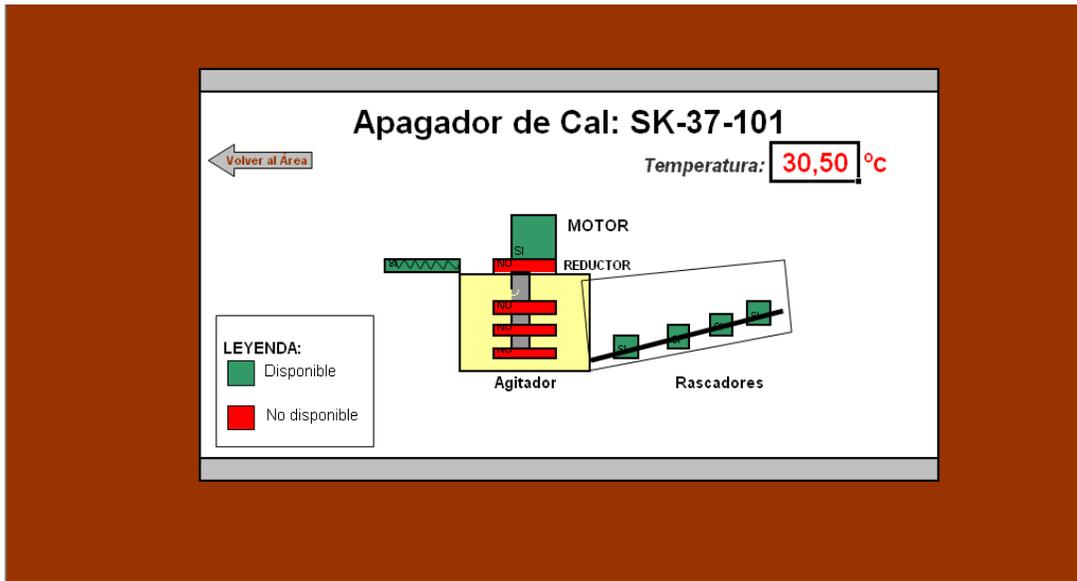


Figura 41. Diagrama Apagador de Cal

Fuente: Autora