

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GERENCIAL, BASADO EN INDICADORES CLAVES DE GESTION EN LA
DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA FERTILIZANTES
COLOMBIANOS S.A.

YAMIR IVAN JIMENEZ RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2006

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GERENCIAL, BASADO EN INDICADORES CLAVES DE GESTION EN LA
DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA FERTILIZANTES
COLOMBIANOS S.A.

YAMIR IVAN JIMENEZ RODRIGUEZ

Proyecto de grado para optar al titulo de
Ingeniero Industrial

Director
EDGAR A VELASQUEZ VENEGAS
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2006

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido hacer de este sueño una realidad.

A mis padres Oscar y Colombia, por enseñarme que en la vida todo se puede si se tiene empeño y dedicación.

A mi hermano Yassir Fabián, a quien dedico este título por ser mi ejemplo durante mi carrera.

A Yuly, Jairo, Nubia quienes estuvieron conmigo apoyándome para salir adelante.

A familiares y amigos que de una u otra forma me brindaron la mano cuando lo necesite.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A Fertilizantes Colombianos S.A por prestar sus instalaciones para la buena ejecución del proyecto.

Al Gerente General de Ferticol S.A, Dr. Carmelo E. Reyes Herazo por brindarme la oportunidad de desarrollar dicho proyecto.

Al Director de Mantenimiento de Ferticol S.A, el Ingeniero Darío Thorrens Gómez por la asesoría prestada durante la ejecución del proyecto dando cumplimiento a los objetivos planteados en el mismo.

Al Director de Proyecto, el Ingeniero Edgar A. Velásquez Venegas por su atención prestada y colaboración en la búsqueda de información para la realización del proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	20
2. JUSTIFICACIÓN	22
3. OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	25
4.1 RESEÑA HISTÓRICA DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.	25
4.2 IDENTIFICACIÓN	27
4.2.1 Misión.	27
4.2.2 Visión.	27
4.2.3 Objetivos Institucionales	27
4.2.4 Valores Organizacionales	27
4.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	28
4.3.1 Organigrama.	28
4.3.2 Jornada Laboral.	27

4.4	DESCRIPCIÓN DE PROCESOS	28
4.4.1	Planta de Amoniaco (U40).	29
4.4.2	Planta de Ácido Nítrico (U200).	29
4.4.3	Planta de Urea (U301).	30
4.4.4	Planta de Nitrato de Amonio (U313).	30
4.4.5	Planta Nitrato de Calcio (NC).	31
4.4.6	Planta de Arcilla (U314).	31
4.4.7	Planta de Clarificación de Aguas (U101).	32
4.4.8	Planta Eléctrica (U121).	32
4.4.9	Planta de Suavización y Desmineralización (U103).	33
4.5	DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	33
4.5.1	Marco Teórico.	33
4.5.2	Objetivos	34
4.5.3	Organigrama.	34
4.5.4	Coordinación de Planeación.	34
4.5.5	Plan de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A	35
5.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	45
5.1	HISTORIA Y TENDENCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)	45

5.2	SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)	45
5.3	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	46
5.3.1	Sistemas de apoyo a las operaciones.	46
5.3.2	Sistemas de apoyo gerencial.	46
6.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL	51
6.1	EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL SIG	51
6.2	ACTIVIDADES BÁSICAS DEL SIG	53
6.3	TIPOS Y USOS DEL SIG	54
6.3.1	Sistemas Transaccionales.	54
6.3.2	Sistemas de Apoyo a las Decisiones.	54
6.3.3	Sistemas Estratégicos.	55
6.4	DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL	55
7.	INDICADORES	56
7.1	DEFINICIÓN	56
7.2	TIPOS DE INDICADORES	56
7.2.1	Indicadores Claves de Desempeño (Key Performance Indicators).	56
7.2.2	Indicadores de Desempeño (PI's).	57
7.3	CARACTERÍSTICAS	57

7.4	VENTAJAS	57
7.5	REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES	58
7.5.1	Sistema de Información.	58
7.5.2	Elementos para el cálculo de Indicadores.	59
7.5.3	Experiencia para evaluar los Indicadores.	59
7.5.4	Resultados y Gráficos.	59
8.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	60
8.1	SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL	61
8.1.1	Solicitud de Trabajo.	61
8.1.2	Orden de Trabajo.	62
8.1.3	Reporte de actividades para costos y hojas de vida.	63
8.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO DE MANTENIMIENTO SIM	64
8.2.1	Manual del Usuario.	65
8.2.2	Procedimiento.	65
9.	PLANEACIÓN ADMINISTRATIVA DE MANTENIMIENTO	67
9.1	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO	67
9.1.1	Presupuesto de Materiales.	67

9.1.2 Presupuesto de Personal.	75
9.1.3 Presupuesto de Contratos.	76
10. INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	78
10.1 MISIÓN DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.	78
10.2 VISIÓN DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.	78
10.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO PLANTEADOS PARA LA DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO	79
10.4 ÁRBOL DE INDICADORES	80
10.4.1 Relación Causa-Efecto.	81
10.4.2 Perspectivas de Desarrollo.	83
11. HOJA DE VIDA DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO PARA MANTENIMIENTO	85
12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL DE MANTENIMIENTO SIG	86
12.1 PROCEDIMIENTO	86
12.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SIG	87
12.2.1 Situación actual.	88
12.2.2 Resultados.	89
12.2.3 Análisis de los Resultados.	110
12.2.4 Cambio y Situación Futura.	114

12.3	RELACIÓN COSTO-BENEFICIO	115
12.3.1	Costos del SIG.	115
12.3.2	Beneficios del SIG	116
13.	PLAN DE CONTROL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	117
13.1	ELEMENTOS TÍPICOS	117
13.2	FLUJO TÍPICO DEL PLAN DE CONTROL DE GESTIÓN	118
13.2.1	Pronóstico	118
13.2.2	Planeación y Programación.	118
14.	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO	121
15.	CONCLUSIÓN	123
16.	RECOMENDACIONES	124
17.	ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS	125
	BIBLIOGRAFÍA	

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Organigrama FERTICOL S.A.	27
Figura 2. Diagrama general de producción	29
Figura 3. Diagrama de producción de amoniaco	29
Figura 4. Diagrama de producción de ácido nítrico	30
Figura 5. Diagrama de producción de urea	30
Figura 6. Diagrama de producción de nitrato de amonio	31
Figura 7. Diagrama de producción de nitrato de calcio	31
Figura 8. Diagrama de producción de arcilla	32
Figura 9. Diagrama de clarificación de aguas	32
Figura 10. Diagrama de producción de energía	33
Figura 11. Diagrama de producción de agua	33
Figura 12. Organigrama Dirección de Mantenimiento	34
Figura 13. Trinomio de desarrollo	36
Figura 14. Solicitud de trabajo	62
Figura 15. Orden de trabajo	63
Figura 16. Reporte de Actividades para Costos y Hojas de Vida	64
Figura 17. Procedimiento Sistema de Información de Mantenimiento SIM	66
Figura 18. Análisis Causa-Efecto para el indicador "Costos de Mantenimiento"	81
Figura 19. Análisis Causa-Efecto para el indicador "Disponibilidad de Planta"	82

Figura 20. Análisis Causa-Efecto para el indicador “Índice de Accidentalidad de Mantenimiento”	83
Figura 21. Procedimiento Sistema de Información gerencial SIG	87
Figura 22. Fases para el Diseño e Implementación del SIG	88
Figura 23. Costos de Mantenimiento mes de Octubre	90
Figura 24. Costos de Mano de Obra mes de Octubre	91
Figura 25. Costos de Materiales y Contratos mes de Octubre	91
Figura 26. Costos de Mantenimiento por Plantas mes de Octubre	92
Figura 27. Disponibilidad de Planta mes de Octubre	93
Figura 28. Cumplimiento de la Programación mes de Octubre	94
Figura 29. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Octubre	95
Figura 30. Relación de Preventivo/Correctivo mes de Octubre	95
Figura 31. Índice de Accidentalidad mes de Octubre	96
Figura 32. Costos de Mantenimiento mes de Noviembre	97
Figura 33. Costos de Mano de Obra mes de Noviembre	98
Figura 34. Costos de Materiales y Contratos mes de Noviembre	98
Figura 35. Costos de Mantenimiento por Plantas mes de Noviembre	99
Figura 36. Disponibilidad de Planta mes de Noviembre	100
Figura 37. Cumplimiento de la Programación de OTs mes de Noviembre	101
Figura 38. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Noviembre	102
Figura 39. Relación de Preventivo/Correctivo mes de Noviembre	102

Figura 40. Índice de Accidentalidad mes de Noviembre	103
Figura 41. Costos de Mantenimiento mes de Diciembre	104
Figura 42. Costos de Mano de Obra mes de Diciembre	105
Figura 43. Costos de Materiales y Contratos mes de Diciembre	105
Figura 44. Costos de Mantenimiento por Planta mes de Diciembre	106
Figura 45. Disponibilidad de Planta mes de Diciembre	107
Figura 46. Cumplimiento de la Programación de OTs mes de Diciembre	108
Figura 47. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Diciembre	109
Figura 48. Relación Preventivo Correctivo mes de Diciembre	109
Figura 49. Índice de Accidentalidad mes de Diciembre	110
Figura 50. Seguimiento de Costos de Mantenimiento por mes	111
Figura 51. Seguimiento de Disponibilidad de Planta por mes	111
Figura 52. Seguimiento del Índice de Accidentalidad por mes	112

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Requerimientos del departamento de Mecánica	68
Tabla 2. Requerimientos del departamento de Electroneumática	69
Tabla 3. Requerimientos del departamento de Metalistería	70
Tabla 4. Reposición de equipos por el departamento de Mecánica	73
Tabla 5. Reposición de equipos por el departamento de Electroneumática	73
Tabla 6. Reposición de equipos por el departamento de Metalistería	75
Tabla 7. Número de personas en los departamentos de mantenimiento	75
Tabla 8. Contratos de mantenimiento del departamento de Mecánica	76
Tabla 9. Contratos de mantenimiento del departamento de Electroneumática	76
Tabla 10. Contratos de mantenimiento del departamento de Metalistería	77
Tabla 11. Indicadores de desempeño	80
Tabla 12. Costos de Implementación SIG	116
Tabla 13. Programa de Capacitación	122

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Manual SIM

Anexo B. Presupuesto Anual de Materiales

Anexo C. Presupuesto Anual de Personal

Anexo D. Presupuesto de Contratos

Anexo E. Árbol de Indicadores

Anexo F. Hoja de Vida de Indicadores Claves de Desempeño

Anexo G. Plan de Control de Gestión de Mantenimiento

Anexo H. Capacitación

Anexo I. Manual del Sistema de Información Gerencial SIG

RESUMEN

TITULO DEL PROYECTO: Diseño e Implementación de un Sistema de Información Gerencial basado en Indicadores Claves de Gestión en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. *

AUTOR: Jiménez Rodríguez Yamir Iván. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006. **

PALABRAS CLAVES: Indicador, Medición.

DESCRIPCION:

Para toda empresa es un reto medir el rendimiento de las actividades que realiza, por esta razón los sistemas de indicadores han logrado gran reconocimiento por ser instrumentos útiles para la gestión estratégica de las organizaciones. El propósito del presente trabajo es comprobar la incidencia del uso y aplicación de un sistema de información gerencial basado en indicadores de desempeño, así como sus implicaciones para el control de la gestión administrativa dentro de un área de estudio.

Para demostrar lo anterior, se tomó como base experimental la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. quien se encuentra en la búsqueda de nuevas metodologías que contribuyan y garanticen el buen desempeño del proceso administrativo de mantenimiento.

El Sistema de Información Gerencial SIG, es la herramienta diseñada para soporte de medición dentro de la Dirección de Mantenimiento. El SIG traduce la misión y visión de la Empresa, en un conjunto de mediciones basado en indicadores de desempeño necesarios para el control de la gestión, permitiendo a la Empresa seguir la pista de los resultados financieros y no financieros, al mismo tiempo que observa los progresos en la formación de aptitudes y la adquisición de los bienes tangibles necesarios para su crecimiento futuro.

Los resultados de la investigación indican que la implementación del Sistema de Información Gerencial SIG dentro de la Dirección, facilita el proceso de toma de decisiones y permite contar con una gerencia basada en datos y hechos reales, además de permitir un control y monitoreo continuo del resultado de los indicadores durante los periodos de tiempo establecidos para el cálculo y las mejoras sustanciales que su uso representa dentro de la función mantenimiento.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Director: Ing. Edgar Velásquez Venegas.

SUMMARY

TITLE: Design and implementation of a Management Information System based on Key Performance Indicators in the Maintenance Direction of Colombian Fertilizers Co.

AUTHOR: Jiménez Rodríguez Yamir Iván. Bucaramanga: Industrial University of Santander, 2006.

KEY WORDS: Indicator, Measurement.

DESCRIPTION:

It is a challenge for all companies to measure the activities performance; therefore the indicators systems have obtained great recognition as useful instruments to the organizations strategic management. The intention of the present work is to prove the incidence of the use and application of a management information system based on performance indicators, as well as its implications for the control of the administrative management within a study area.

In order to demonstrate the preceding thing, the Maintenance Direction of Colombian Fertilizers Co. was taken as experimental base; this mentioned Direction is searching for new methodologies that contribute and guarantee the correct performance of the maintenance management process.

The Management Information System MIS is the tool design to support the measurement inside the Maintenance Direction. The MIS translates the company's mission and vision, into a set of measurements based on performance indicators, needed to control the performance; allowing the company to follow the financial and non-financial results, as it observes the progresses in aptitude training and the acquisition of the necessary tangible goods for its future growth.

The results of the investigation indicate that the implementation of the Management Information System MIS within the Direction facilitates to make decisions and permits to count on a management that is based on real facts and information, in addition to control and monitor continuously the results of the indicators during the periods of time established for calculating and the substantial improvements that its use represents within the maintenance function.

* Thesis Project

** Faculty of Physics and Mechanics Engineering, School of Industrial and Enterprising Studies, Director: Engineer Edgar Velásquez Venegas.

1. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la industria y los constantes cambios requeridos para lograr competitividad han generado un aumento en el volumen de información disponible que los directivos de las empresas deben manejar; a raíz de esto surgen preguntas como ¿ Toda la información sirve para la toma de decisiones?, ¿Existe una herramienta que permita simplificar la información para la toma de decisiones?, ¿ Que metodología se debe emplear para controlar las empresas?.

Pues bien, cada una de estas preguntas tiene su respuesta y en el desarrollo de este documento se pretende encontrarlas.

No toda la información disponible en las organizaciones es útil para la toma de decisiones. Es necesario que la información a emplear proporcione datos reales y acordes al entorno de la empresa, solo así se logrará un exitoso proceso de toma de decisiones y, así mismo, un correcto y adecuado control de la compañía.

También es una realidad la complejidad actual de los procesos y aquí es donde surge la necesidad de simplificar la información que mas adelante será utilizada para la toma de decisiones, con el fin de lograr un proceso ágil con medidas a tiempo y que beneficien la organización.

Fertilizantes Colombianos S.A. es una empresa dedicada a la producción, distribución y venta de productos petroquímicos, especialmente en el ramo de abonos. Actualmente, cuenta con un portafolio de productos como Nitrato de Amonio, Urea, Nitrato de Calcio, Nitrato de Amonio Liquido, Solución U.N.A, Acido Nítrico, los cuales son ofrecidos al mercado nacional.

En el desarrollo de esta práctica empresarial se diseñaron e implementaron herramientas de planeación y control con una plataforma informática. En la fase de capacitación se aplicaron técnicas de grupo para evaluar el avance de las actividades con la participación activa de los jefes de departamento, jefes de planta y los operarios en general.

En este documento se encuentran la descripción de los procesos productivos de Fertilizantes Colombianos S.A. y la estructura de la Dirección de Mantenimiento. También se presenta un diagnostico y análisis de la empresa con el objeto de determinar las variables para el diseño del Sistema de Información Gerencial (SIG).

La plataforma informática fue desarrollada en Microsoft Excel con macros en visual Basic que interactúan con una base de datos en Microsoft Access, para

realizar el calculo de los indicadores planteados desde tres perspectivas: Financiera, Operacional y Seguridad Industrial. Los indicadores generados ofrecen soluciones apropiadas y orientadas a las necesidades de la organización, brindando información vital para la compañía por medio de graficas que evidencien el desempeño real de la empresa. Estas graficas evolutivas visualizan así el comportamiento de una serie de periodos para tomar acciones correctivas cuando los procesos sufren desviaciones.

2. JUSTIFICACIÓN

Es frecuente encontrar que en muchas empresas, existen sistemas que han sido adecuados para el manejo de sus recursos, y que sirven de apoyo a las funciones gerenciales (Planeación, Organización, Dirección y Control), las cuales son indispensables para obtener un buen desempeño organizacional; aunque en ocasiones, estos sistemas no son suficientes para suministrar a los gerentes la información necesaria, debido a que no presentan de forma clara la situación general de la empresa. A raíz de esto, se hace necesario que las empresas se decidan por adoptar Sistemas de Información Gerencial, los cuales tienen como fin contribuir en la toma de decisiones, generando una visión concisa en cuanto a la solución factible de los problemas que se presenten.

Los Sistemas de Información Gerencial (SIG), son métodos que permite poner a disposición de los gerentes información confiable y oportuna necesaria para facilitar el proceso de toma de decisiones y permitir que las funciones de planeación y control de las operaciones se realicen eficazmente en la organización, a fin de lograr que el proceso de administración deje de ser información fragmentada y conjeturas inspiradas en la intuición.

Debido a lo expuesto anteriormente, surge la idea de diseñar un Sistema de Información Gerencial basado en Indicadores de Desempeño, aplicado en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. Este Sistema busca fundamentalmente complementar los indicadores financieros, para evaluar el desempeño de la Dirección, combinando indicadores financieros y no financieros, a fin de lograr un balance entre el desempeño de la organización día a día y la construcción de un futuro promisorio.

El Sistema permitirá ofrecerle a Fertilizantes Colombianos S.A., una herramienta integrada capaz de proporcionar una visión coherente y fehaciente de las actividades en la Dirección, fomentar una adecuada reflexión estratégica, identificar y mejorar los procesos claves para la buena marcha de la Empresa y sintetizar la información de gestión basándose en criterios de relevancia sin poner en apuros las operaciones normales de la empresa, buscando complementar lo construido en la organización mediante el enlace de los indicadores planteados en diferentes perspectivas organizacionales.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un Sistema de Información Gerencial que contenga Indicadores de desempeño, permitiendo analizar la gestión realizada en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. y que a su vez, sirva como herramienta en la toma de decisiones.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar las fuentes de información necesarias para el diseño del Sistema de Información Gerencial en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.
- Diseñar una base de datos en Microsoft Access que sirva como herramienta para la recolección de información.
- Elaborar el plan anual administrativo de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.
- Establecer los indicadores necesarios dentro de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.
- Elaborar el manual de operación para el manejo del Sistema de Información Gerencial.
- Capacitar al personal de mantenimiento sobre el compromiso y gestión de los Indicadores.
- Implementar el Sistema de Información Gerencial en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.
- Diseñar e implementar un Plan de Gestión de Mejoramiento en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1 RESEÑA HISTÓRICA DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

Con el objetivo de elaborar y distribuir productos petroquímicos, específicamente abonos químicos para el agro Colombiano, de buena calidad y a precios razonables y de permitir el ahorro de Divisas, el INSTITUTO DE FOMENTO INDUSTRIAL, IFI y la CAJA DE CREDITO AGRARIO; implementaron un proyecto conjunto con el fin de montar una factoría de este ramo en Colombia. Fue así como en el año 1.952 se escogió a BARRANCABERMEJA como centro motor de este proyecto debido a su ubicación estratégica y como zona productora de gas Metano, materia prima básica para la producción de abonos químicos. El 23 de Diciembre de 1.952, según escritura 2548, se constituye la INDUSTRIA COLOMBIANA DE FERTILIZANTES, para cumplir dicho objetivo. Igualmente se contactó a la Empresa de nacionalidad Italiana MONTECATINI para la realización del montaje.

En agosto de 1.955 se da inicio a la construcción de obras para la realización del proyecto, el cual encontró muchos tropiezos de tipo operacional y financiero. Fue así como en el año 1.959 se suspenden las obras debido a graves problemas económicos.

A principios de la década de los sesenta, el proyecto prácticamente se consideró muerto, pero en el año 1.965 interviene en el programa de actividades la empresa PETROQUÍMICA DEL ATLANTICO, quien refortalece el proyecto logrando la intervención asesora de la GIRDLER CORPORATION, quien plantea y ejecuta modificaciones sustanciales a los procesos operativos instalados por MONTECATINI. En este año desaparece la INDUSTRIA COLOMBIANA DE FERTILIZANTES la cual había sido constituida por acciones de la CAJA AGRARIA y el IFI.

A fines del año 1.965 CAJA AGRARIA y PETROQUIMICA DEL ATLANTICO interesadas en el resurgimiento de esta industria tan importante para la vida misma del sector Agropecuario Colombiano, presentan el proyecto ante la Junta Directiva de la EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS con el ánimo de interesar a ECOPETROL para su ejecución. Es así como el 3 de marzo de 1.966 se constituye bajo la escritura N° 530 la Empresa FERTILIZANTES

COLOMBIANOS S.A. FERTICOL S.A., la cual inició labores de inmediato, naciendo como una industria pujante en su campo.

A partir de este momento y hasta nuestros días FERTICOL S.A., ha atravesado por muchas etapas dentro de las que se destacan:

- 1.974 Liberación del precio del gas, durante la Presidencia del Dr. ALFONSO LOPEZ MICHELSEN.
- 1.975 Presentación, estudio y aprobación por parte del COMPES del proyecto del montaje de un complejo Amoníaco-Urea, el cual fue posteriormente desaprobado y rechazado por el CONGRESO DE LA REPUBLICA, durante la presidencia del De. JULIO CESAR TURBAY AYALA.
- 1.972-1.988 Implementación del Plan Maestro para FERTICOL S.A., el cual permitía la venta de energía eléctrica generada por FERTICOL a ECOPETROL, a manera de subsidio del gas natural.
- 1.992 Año de la primera reestructuración de la empresa, en la cual se van de la factoría por pensión y por un arreglo económico cerca del 50% de los trabajadores activos.
- Agosto de 1.999 hasta enero de 2.001, Se realizó reubicación del gasoducto por el Corredor de Seguridad obedeciendo al Plan de Ordenamiento Territorial de Barrancabermeja, POT; situación esta que condujo a FERTICOL a un endeudamiento y salir de sus activos más importantes como lo fue el Barrio Yariguies.
- 2.001 FERTICOL S A reinicia labores de productividad.
- En diciembre del año 2.002 la Superintendencia de Sociedades acogió a la Empresa bajo la ley 550 buscando una viabilidad financiera para el fortalecimiento de la compañía.
- El 1º de agosto de 2.003 se firmó el “Acuerdo de Reestructuración” con el cual se consolida la viabilidad de FERTICOL SA, la empresa cambia su razón social a FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. EN REESTRUCTURACION.
- En octubre de 2.004 ECOPETROL S.A. cede sus acciones, de FERTICOL S A, al INSTITUTO UNIVERSITARIO DE LA PAZ UNIPAZ, quedando esta institución con el 98% de las acciones.

A través de estos 39 años de labores la Empresa ha cumplido, sigue cumpliendo y seguirá fortaleciendo la Agroindustria de la región y de una u otra forma ayudando a afianzar los sectores comercial e industrial de la región del Magdalena Medio.¹

¹ SUÁREZ RUIZ, Miguel Antonio. Ingeniero Químico, UIS. Director de Ingeniería FERTICOL S.A.

4.2 IDENTIFICACIÓN

- Nombre
FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
- NIT 860.014.760-0
- Oficina Principal Barrancabermeja, barrio Las Granjas
- Teléfono 6 216517 – Fax: 6 216515
- Actividad Económica Producción de Abonos Nitrogenados
- Productos Principales Abonos Nitrogenados
- Año de Iniciación 3 de Marzo de 1966
- Representante Legal Dr. Carmelo Reyes Herazo

4.2.1 Misión. Liderar la Industria Agroquímica Latinoamericana en beneficio del desarrollo sostenible del Sector Agrícola.

4.2.2 Visión. Producir y comercializar nutrientes para abonar el campo.

4.2.3 Objetivos Institucionales

- Gestionar Recursos Financieros que Fortalezcan la Competitividad Empresarial
- Desarrollar la Estructura Tecnológica del Proceso Productivo
- Desarrollar la Investigación y Producción de Nuevos Productos
- Fortalecer y dinamizar la capacidad exportadora de la Empresa
- Posicionamiento de la Imagen Institucional
- Fortalecimiento de la Capacidad Institucional
- Producción y Operación Sostenibles

4.2.4 Valores Organizacionales

Principios Éticos:

- Responsabilidad
- Honestidad
- Justicia
- Cooperación
- Compromiso
- Competencia Profesional

Valores:

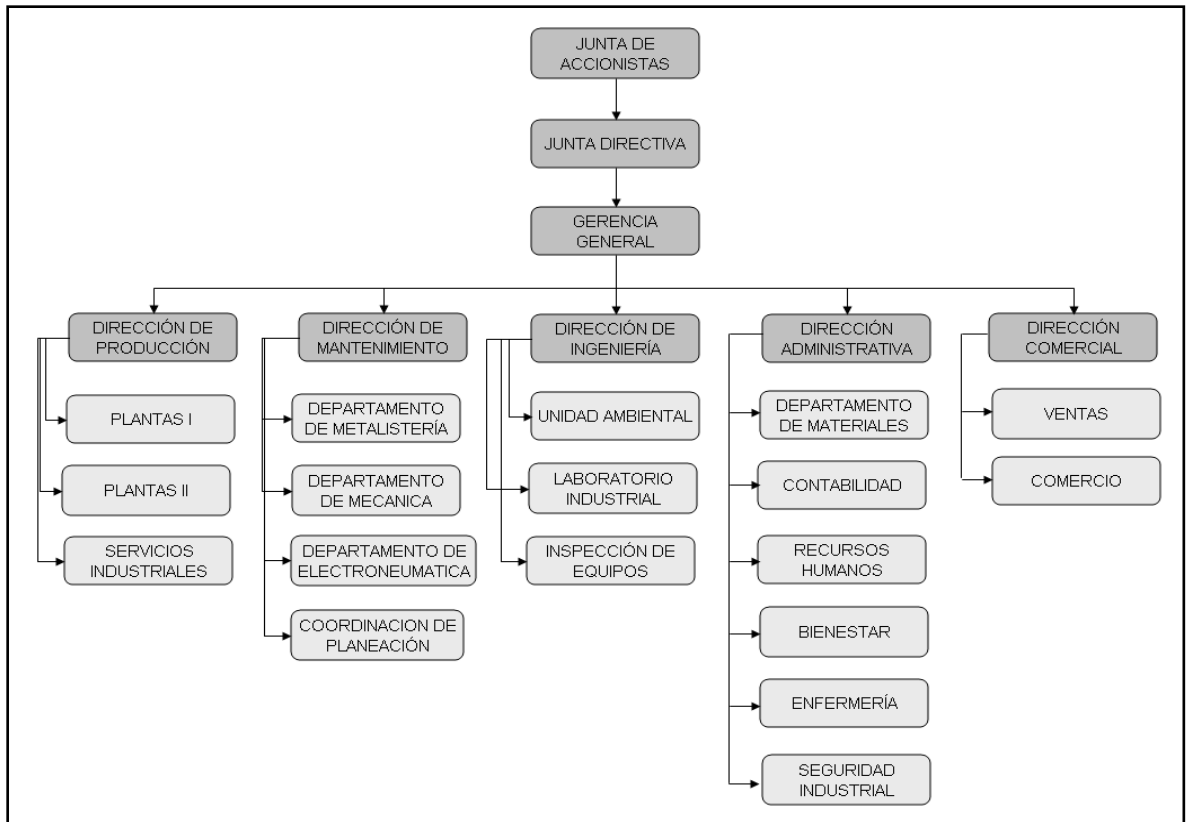
- Eficiencia
- Eficacia

- Calidad del Servicio
- Comunicación
- Trabajo en Equipo
- Competitividad

4.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

4.3.1 Organigrama. En la figura 1 se presenta la estructura organizacional de Fertilizantes Colombianos S.A.

Figura 1. Organigrama FERTICOL S.A.



Fuente: Autor del Proyecto.

4.3.2 Jornada Laboral. En Fertilizantes Colombianos se labora en los siguientes turnos:

- Turno A: De 6:00a.m a 2:00p.m

- Turno B: De 2:00p.m a 10:00p.m
- Turno C: De 10:00p.m a 6:00a.m
- Pito: De 6:00a.m a 11:00a.m y 12:30p.m a 4:30p.m

4.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

La empresa Fertilizantes Colombianos S.A. tiene por objeto la producción, distribución y venta de productos Petroquímicos, especialmente en el ramo de abonos. Actualmente, cuenta con el siguiente portafolio de productos:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| • Nitrate de Amonio | Grado 46-0-0 |
| • Urea | Grado 26-0-0 |
| • Nitrate de Calcio Líquido | Grado 15.5 -0 -0-31.0 CaO p/v |
| • Nitrate de Amonio Líquido | Grado 29-0-0 p/v |
| • Solución de U.N.A | Grado 42-0-0 p/v |
| • Acido Nítrico 55% | |

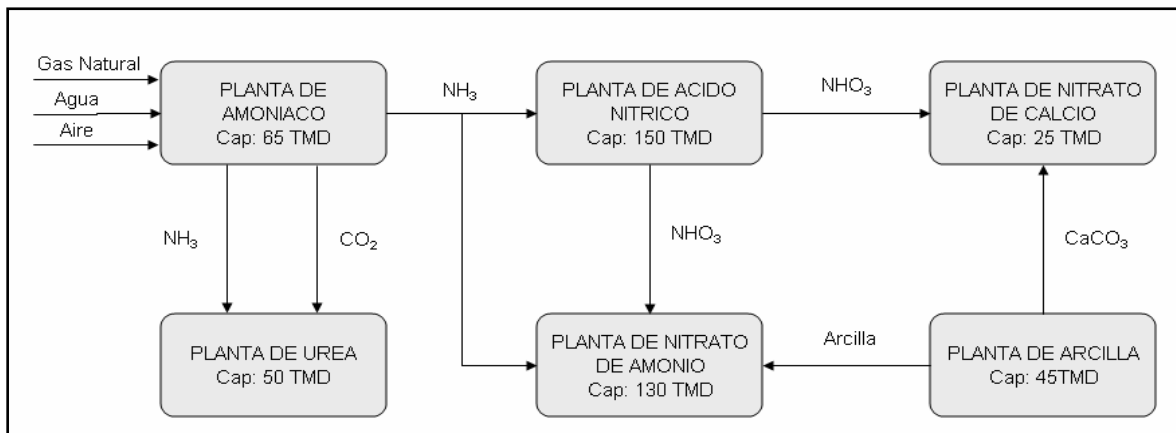
Para el desarrollo de esta actividad posee cinco unidades productivas, estas son:

- U-40 Planta de Amoniaco
- U-200 Planta de Acido Nítrico
- U-301 Planta de Urea
- U-313 Planta de Nitrate de Amonio
- N.C Planta Nitrate de Calcio
- U-314 Planta de Arcilla

Fertilizantes Colombianos S.A. tiene la siguiente infraestructura de servicios industriales:

- | | |
|---------|--|
| • U-101 | Planta de Clarificación y Potencialización de Agua |
| • U-103 | Planta De Suavización y Desmineralización de Agua |
| • U-121 | Planta de Energía Eléctrica |

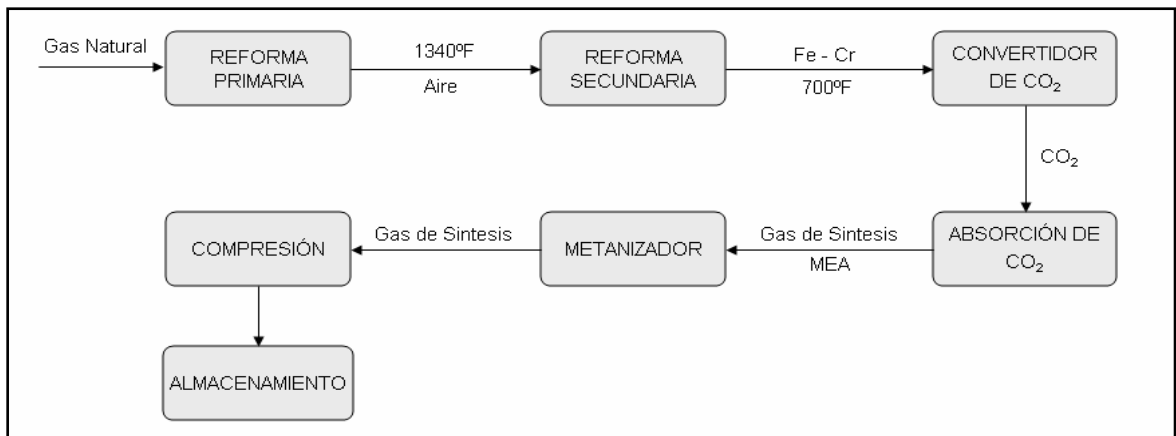
Figura 2. Diagrama general de producción



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.1 Planta de Amoniaco (U40). La planta de Amoniaco fue diseñada con el fin de producir 65 toneladas métricas/día de amoniaco anhidro, usando como materia prima gas natural. (Ver figura 3)

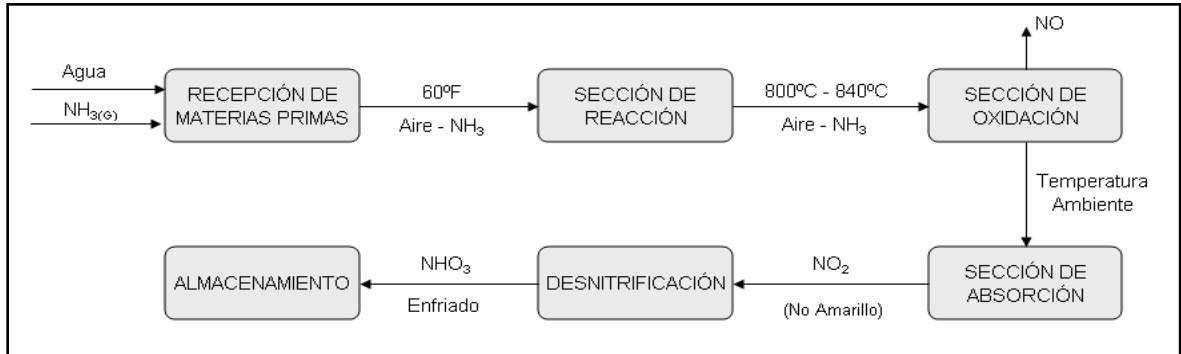
Figura 3. Diagrama de producción de amoniaco



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.2 Planta de Ácido Nítrico (U200). La planta de Ácido Nítrico fue diseñada para producir 150 TMD de ácido al 55% p/p con una presión de operación de $2,5 \text{ Kg/cm}^2$ usando como materias primas amoniaco gaseoso, aire y agua desmineralizada. (Ver figura 4)

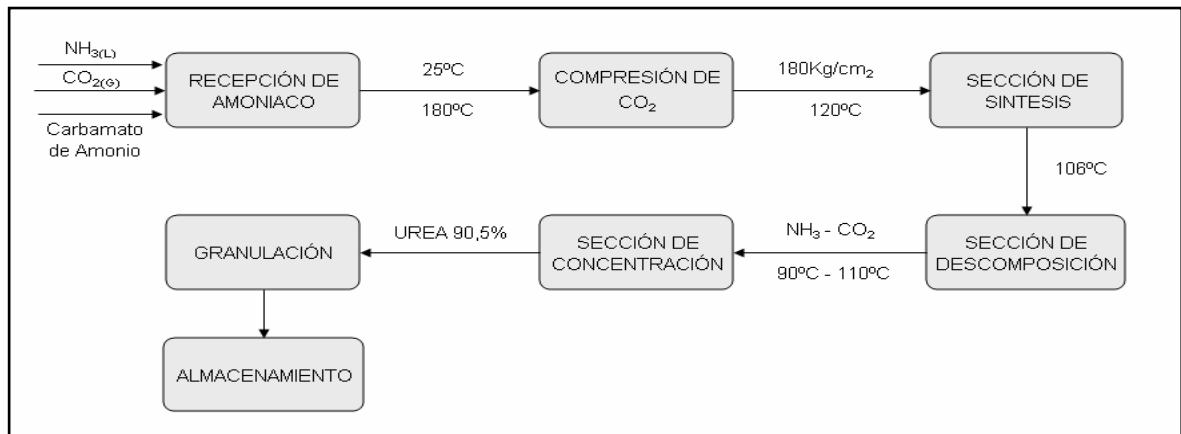
Figura 4. Diagrama de producción de ácido nítrico



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.3 Planta de Urea (U301). La planta de Urea fue diseñada para producir 50 TMD de urea en forma de perlas, usando como materia prima Amoniacó líquido y Dióxido de Carbono gaseoso y solución de Carbamato de Amonio como reciclo. (Ver figura 5)

Figura 5. Diagrama de producción de urea

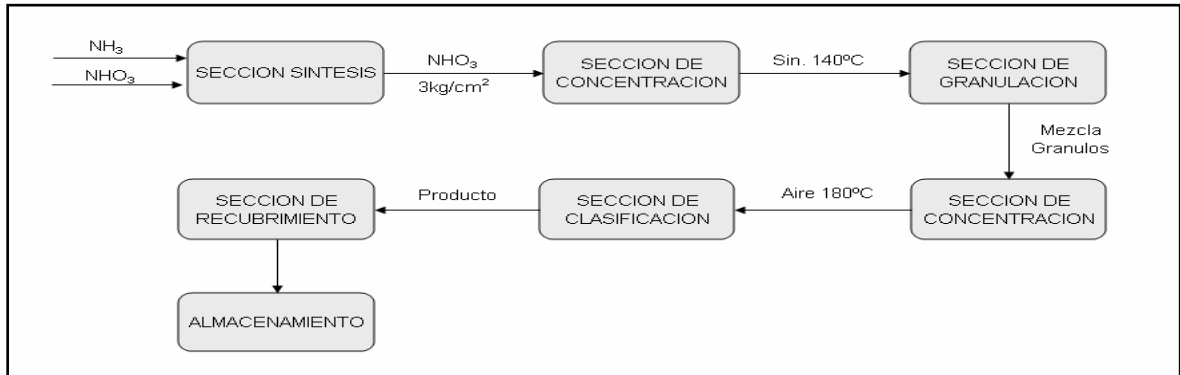


Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.4 Planta de Nitrato de Amonio (U313). La planta de Nitrato de Amonio fue diseñada para producir 130 TMD de Nitrógeno 26%. Utilizando como materia prima

Ácido Nítrico al 55% p/p y Amoniaco gaseoso al 99,95%. (Ver figura 6).

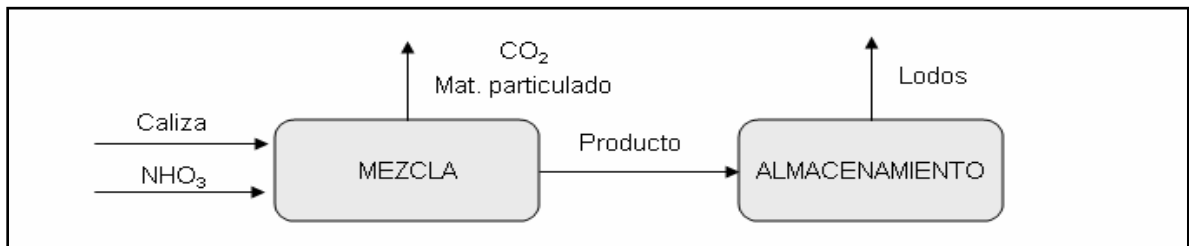
Figura 6. Diagrama de producción de nitrato de amonio



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.5 Planta Nitrato de Calcio (NC). El Nitrato de Calcio se produce a partir de la reacción del Acido Nítrico con Caliza de 200 Mesh y un contenido del 95% de pureza de Carbonato de Calcio. (Ver figura 7)

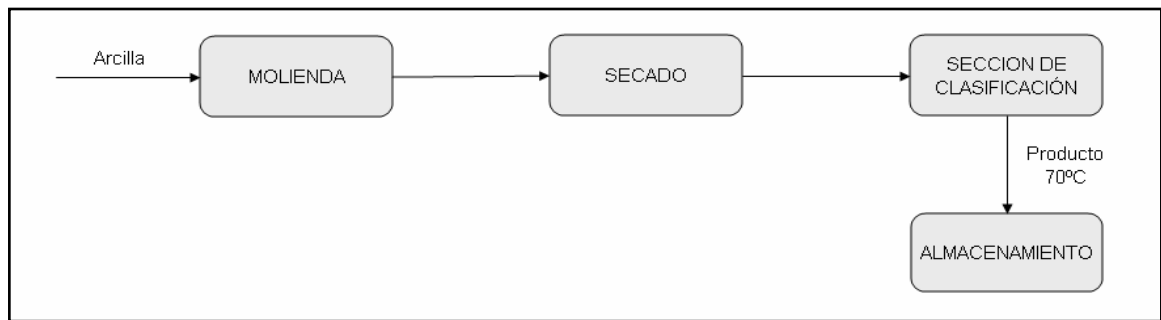
Figura 7. Diagrama de producción de nitrato de calcio



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.6 Planta de Arcilla (U314). Si la producción es enviada por una línea de conducción hacia la planta de Nitrato de Amonio. (Ver figura 8).

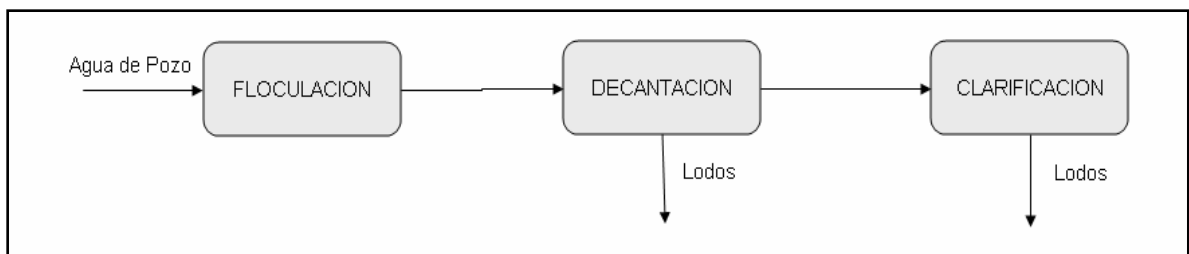
Figura 8. Diagrama de producción de arcilla



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.7 Planta de Clarificación de Aguas (U101). La unidad de tratamiento esta conformada por un modelo con capacidad a tratamiento de 55.55 L/s. El agua cruda proveniente de ciénaga, llega por una tubería de 8 pulgadas. (Ver figura 9)

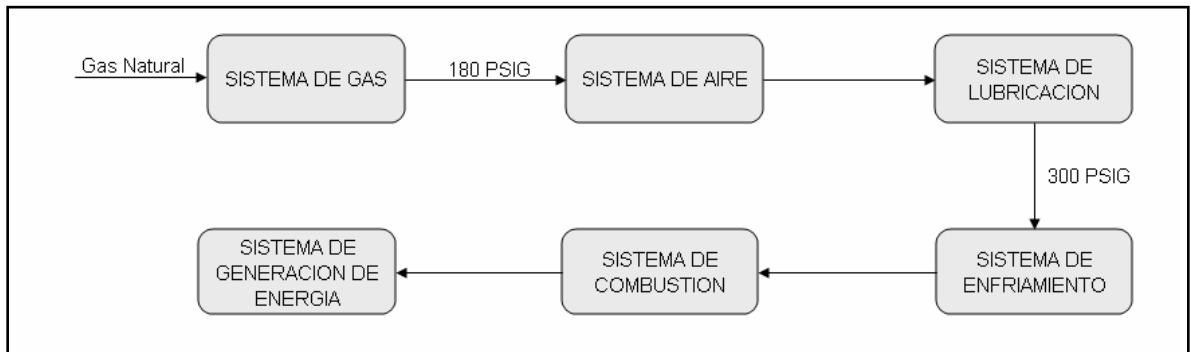
Figura 9. Diagrama de clarificación de aguas



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.8 Planta Eléctrica (U121). Esta planta es empleada para suplir las necesidades operacionales de la Empresa. (Ver figura 10)

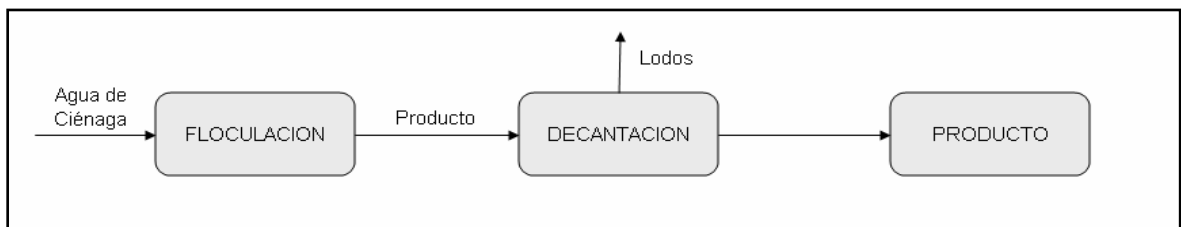
Figura 10. Diagrama de producción de energía



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.4.9 Planta de Suavización y Desmineralización (U103). Utilizada para suplir las necesidades operacionales de la empresa². (Ver figura 11)

Figura 11. Diagrama de producción de agua



Fuente: Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A.

4.5 DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO

4.5.1 Marco Teórico. La Dirección de Mantenimiento dentro de su estructura organizacional está conformada por tres (3) departamentos, los cuales son: Mecánica, Metalistería y Electroneumática; además, tiene vinculada la Coordinación de Planeación, que sirve como área de soporte y tiene por objetivo "Planear, organizar, dirigir, controlar y coordinar los procedimientos necesarios, para la toma de decisiones de la Dirección".

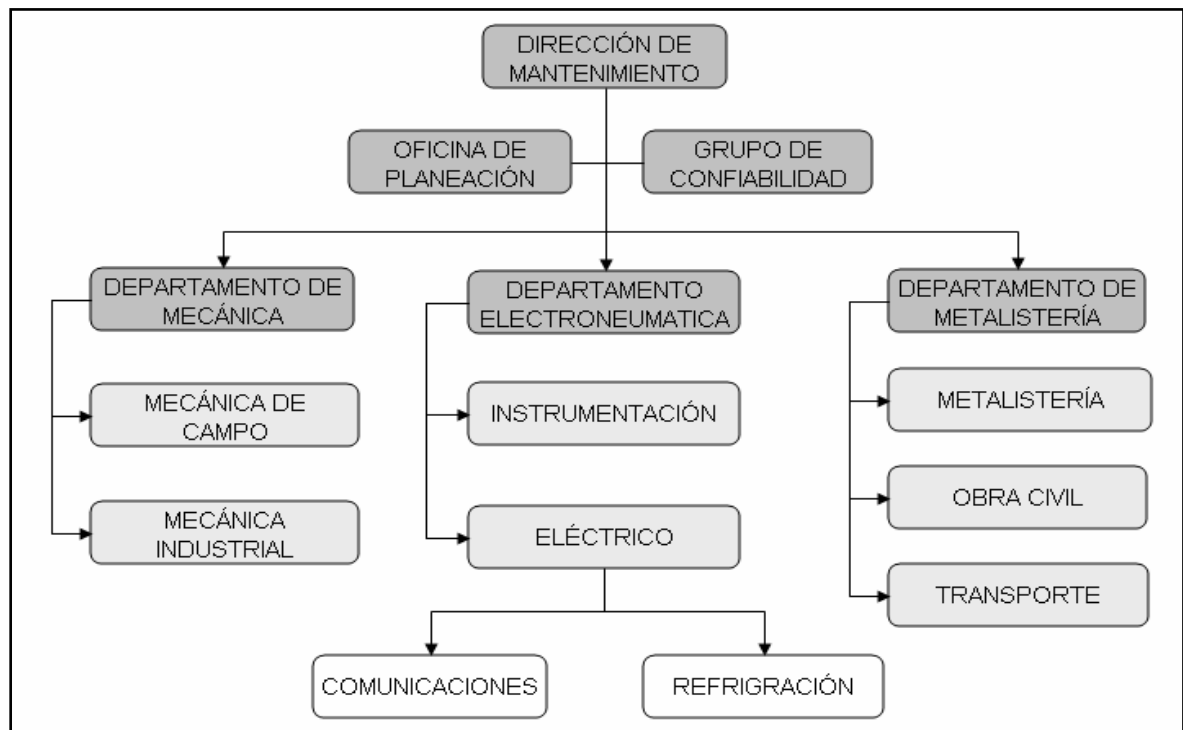
² Antecedentes y aspectos legales. Plan de manejo Ambiental de Fertilizantes Colombianos S.A. en Reestructuración. 2003. Pág. 32-38

4.5.2 Objetivos

- Preservar, mantener y administrar todos los activos físicos con el fin de conseguir la reducción de sus costos y la optimización de sus utilidades.
- Prevenir o disminuir el riesgo de fallas: bajar la frecuencia de falla y/o disminuir sus consecuencias.
- Recuperar los índices de desempeño de cada uno de los equipos.
- Aumentar la vida útil / diferir inversiones.

4.5.3 Organigrama. A continuación se presenta la estructura organizacional propuesta para la Dirección de Mantenimiento.

Figura 12. Organigrama Dirección de Mantenimiento



Fuente: Autor del Proyecto

4.5.4 Coordinación de Planeación. La Coordinación de Planeación de Mantenimiento, es un área soporte, encargada de observar y medir los resultados del pasado para mejorar el trabajo futuro. Sus programas contribuyen al fortalecimiento y cumplimiento de los objetivos de la Dirección y la Empresa.

- Objetivos:
 - Mejorar la realización del mantenimiento.
 - Ayudar a la organización a ser dinámica y flexible.
 - Estimular la interacción positiva entre producción y mantenimiento.
 - Suministrar información para predecir requerimientos y medir el funcionamiento de Mantenimiento.
 - Ayudar a la Gerencia a alcanzar sus metas.

- Función: Planear y programar los trabajos de mantenimiento, optimizando y garantizando la disponibilidad de los recursos requeridos para las áreas en Fertilizantes Colombianos S.A., de acuerdo con las estrategias de mantenimiento y las prioridades del negocio, a fin de asegurar el cumplimiento de la programación de producción.

- Actividades: Para el óptimo funcionamiento y el control de las actividades de Mantenimiento, la Coordinación requiere que alguien realice las siguientes actividades:
 - Realizar las Órdenes de Trabajo.
 - Aprobar las actividades de trabajo.
 - Planear las actividades de trabajo.
 - Programar los recursos disponibles.
 - Efectuar seguimiento a los trabajos de mantenimiento.
 - Documentar las Hojas de Vida de los Equipos.

4.5.5. Plan de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A

Tipos de Mantenimiento:

Los tipos de mantenimiento por el tipo de acción que se utilizan, se describen a continuación:

Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento reactivo", tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema, el fallo es avisado por el personal de producción. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores, la corrección del problema puede ser de *urgencia* para no demorar el tiempo de paro o *curativo* que sería un arreglo definitivo de profundidad. El mantenimiento reactivo es el más fácil de implementar pero trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Permite que falle un componente de la máquina que pueda causar daño a otros, presentándose costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible, ya que el personal y los repuestos necesarios para su reparación pueden no estar disponibles.

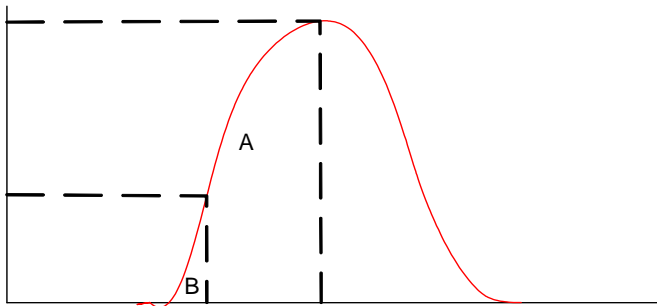
Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento también es denominado "mantenimiento planificado", tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".

- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Esta destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Este método debe ser manejado con cuidado ya que las fallas no se producen en un intervalo regular de tiempo, sino en intervalos como los que se muestran en la siguiente figura:



De aquí que el intervalo de tiempo entre detenciones se elija como un valor de compromiso entre un intervalo corto (sobre mantenimiento) que resulta seguro, pero muy caro, y un intervalo largo (submantenimiento) que es barato, pero hay riesgo de que ocurran fallos durante dicho intervalo. En tal caso las desventajas que se presentan con este tipo de mantenimiento son las siguientes:

- Algunos fallos se presentarán entre los intervalos de reparación y esto puede ser inesperado e inconveniente.
- Durante la detención muchos componentes en buenas condiciones se desmontarán, se inspeccionarán o se cambiarán innecesariamente, y si se comete algún error en el reensamble, la condición final con que queda la máquina puede ser peor que antes de realizar la intervención.
- Como en una reparación general se requiere examinar gran número de elementos, ello puede tomar un tiempo considerable y puede resultar en una gran pérdida de producción.

Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos) .
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

Planeación del Mantenimiento

Tiene por objeto conocer el estado actual y así poder programar el mantenimiento correctivo, además de cambiar, variar o modificar las características propias del equipo, para realizar un mejor mantenimiento, incrementar la producción, o cualquier tipo de mejora que aumente la calidad del equipo. Teniendo en cuenta esto se hace una clasificación del mantenimiento por niveles:

Nivel 1:

Aquellos rutinarios que garantizan la operación permanente y previenen daños al poderse detener el equipo inmediatamente se detectan las fallas. Prácticamente pueden diagnosticarse mediante la observación directa del operador.

- Limpieza
- Inspección diaria
- Revisión de aceite y líquidos consumibles
- Engrases rutinarios
- Detección de ruidos anormales

Personal a utilizar: Operador, Técnico nivel Aprendiz.

Nivel 2:

Aquellos que además requieren de operaciones sencillas de mantenimiento por parte de un técnico entrenado en el equipo. No exigen paradas prolongadas y su finalidad es garantizar la operación confiable.

- Revisiones especializadas sencillas
- Chequeo tensión de correas
- Relleno de líquidos
- Limpieza filtros de aire
- Arreglos y cambios de elementos desgastados (se detectan en sesiones rutinarias y sensores).

Personal a utilizar: Operador experimentado, Técnico intermedio con curso básico del equipo.

Nivel 3:

Son trabajos especializados en sitio y son de carácter básicamente rutinario.

- Cambios de aceite y filtros
- Calibraciones rutinarias
- Verificación de parámetros de servicio
- Cambio de partes

Personal a utilizar: Técnico de alto nivel en la empresa con varios años de experiencia y cursos avanzados sobre el equipo.

Nivel 4:

Nivel de taller especializado, son trabajos que requieren de un grupo de técnicos para su labor. Consumen bastante tiempo y requieren de herramienta especializada para su ejecución.

- Despiece parcial para mantenimiento
- Calibraciones especializadas
- Revisión de tolerancias
- Ajustes detallados
- Soldadura y su revisión

Personal a utilizar: Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado en la mayoría de casos por técnicos en varias disciplinas, bajo la dirección directa de un ingeniero de campo.

Las labores de planeación corresponden a otro nivel dentro de la misma organización

Nivel 5:

Son trabajos del más alto nivel. Requieren de personal altamente capacitado y en ocasiones de apoyo del fabricante. Contempla los llamados mantenimientos completos o grandes mantenimientos, donde la planeación y la programación juegan un papel importante. Se requiere de talleres y herramientas de apoyo especializados.

- Despiece total
- Pruebas destructivas y no destructivas
- Calibraciones con instrumentos especiales

Personal a utilizar: Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado en la mayoría de casos por técnicos en varias disciplinas, bajo la dirección directa de un ingeniero de campo. Las labores de planeación corresponden a otro nivel dentro de la misma organización. Apoyo permanente de talleres especializados.

Nivel 6:

Se incorporan elementos de nueva tecnología en los equipos, mejoras de estructura para aumentar la producción.

Personal a utilizar: Grupo de trabajo con experiencia previa, conformado en la mayoría de casos por técnicos en varias disciplinas, bajo la dirección directa de un ingeniero de campo. Personal especializado de parte del fabricante de la tecnología a implementar.

Para la primera parte del mantenimiento que es de tipo preventivo se realizan acciones periódicamente con el fin de evitar fallos en los elementos (fallos mayores).

a) Mantenimiento de uso

Es el mantenimiento de primer nivel y lo hace el propio usuario, por lo que siempre se hace a tiempo. No es necesario llamar a nadie ni interfiere en la producción. Requiere formación y delimitación de las funciones del usuario.

b) Hard time

Se trata de hacer revisiones a intervalos programados. Esta revisión consiste en poner la máquina a 0 horas, como si fuese nueva. Lo que se revisa son los elementos de fiabilidad baja y mantenibilidad alta.

c) De ronda

Son revisiones periódicas programadas, programando el entrenamiento.

d) Sistemático

Es un plan de mantenimiento según carga de trabajo; horas, piezas mecanizadas, etc.

e) Predictivo

Conocimiento del estado operativo del equipo que depende de determinadas variables. Se recibe constante información mediante sensores; temperatura, vibraciones, análisis de aceite, presión, pérdidas de carga, consumo energético, caudales ruidos, etc.

La principal ventaja frente al preventivo es que recibimos información instantánea y podemos también actuar en el momento.

El inconveniente es un alto costo, tanto de los materiales como la implantación, ya que hay que monitorizar y establecer márgenes entre otros.

f) Marginal

Es simplemente una introducción de mejoras para aumentar la fiabilidad y mantenibilidad.

Para la segunda parte que es de tipo modificativo se realiza el mantenimiento de la siguiente forma, refiriéndonos a la figura 1:

a) De proyecto

Corresponde a la 1ª etapa de vida del equipo y se reforman características de la máquina para facilitar el mantenimiento o modificar la producción.

b) Prevención del mantenimiento

Se realiza en la 2ª etapa de la vida de la máquina. Aquí se comprueba que se producen unos fallos repetidamente y entonces tomamos medidas para que no se vuelvan a repetir (siempre ocurre por la misma causa y actuamos sobre ella para que no se vuelva a producir).

c) De reacondicionamiento

Se realiza en la 3ª etapa de la máquina (vejez), cuando las averías aumentan repetitivamente y entonces la arreglamos a fondo. La otra alternativa es modificarla para que realice otra función diferente a la que hacía.

Pasos a seguir para el Mantenimiento

Se enumeran los pasos para comenzar la planeación del mantenimiento, algunos de los ítems pueden ser implantados simultáneamente en todos los equipos, pero algunos requieren de tiempo y de datos históricos por lo que se implementarán en equipos o plantas críticas.

- Hacer la recopilación para un sistema de información que nos proporcione datos técnicos e históricos de los equipos.
- Antes se debe determinar que tipo de mantenimiento se va a utilizar para cada equipo, si será predictivo, preventivo, correctivo.
- Programar el mantenimiento mediante la generación de OT según el tipo de mantenimiento por acción que se realice, al igual que diligenciar el formato de solicitud de servicios por parte de procesos para la realización de trabajos de mantenimiento correctivo.
- Llevar índices de mantenibilidad, disponibilidad, eficacia, costos de mantenimiento, confiabilidad, gestión de repuestos. A medida que se avance en la implementación del mantenimiento se podrán calcular más índices.
- Revisar y si es necesario corregir piezas, repuestos o materiales que puedan producir paros permanentes en la maquinaria o equipos, o en su defecto, que puedan atentar contra la seguridad o la vida de los trabajadores.
- Revisar y si es necesario corregir piezas, repuestos o materiales que puedan producir artículos defectuosos.
- Revisar y si es necesario corregir piezas, repuestos o materiales que puedan producir desperdicios de materiales, energía u otros.
- Revisar y si es necesario corregir todos los aspectos que sean requeridos para preservar, mantener o aumentar el funcionamiento de la maquinaria y equipo.

División del Mantenimiento a realizar por Áreas

Área mecánica	Instalación de maquinaria Mantenimiento general de la maquinaria Localización de fallas Reparación de la maquinaria Compresores Plomería Lubricación Soldadura, etc.
----------------------	---

Área eléctrica	Localización de fallas Revisión y reparación de Motores eléctricos Iluminación Líneas eléctricas Intercomunicación Cajas de conexión Interruptores Cajas de corte y fusibles, etc.
Área mantenimiento general (Edificios)	Revisión y reparación de techos Revisión y reparación de paredes Carpintería Albañilería Pintura Ventilación Puertas y ventanas Limpieza Jardinería, etc.

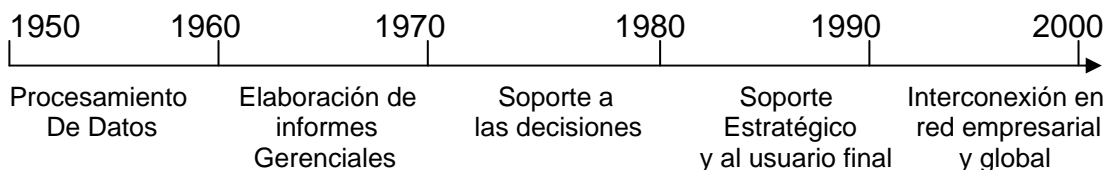
5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

5.1 HISTORIA Y TENDENCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)

Anteriormente, el hombre se veía obligado a recurrir a diversas a diversas fuentes de información, que en ocasiones eran poco fiables. Procesaban la información en forma personal, mediante la elaboración de documentos que procesan gran cantidad de información, de modo que cada cual se basaba en una idea especial a cerca de su ambiente.

El sistema de contabilidad histórica marcó el inicio de un sistema tendiente a proporcionar a la gerencia información para planear y controlar toda la compañía. Dicho sistema nació con el concepto de la contabilidad de partida doble, publicado en 1494 por Lucas Pacioli. Tres hilos del acaecer histórico se han combinado para dar origen al moderno sistema de información gerencial, a saber: el advenimiento de la teoría contable, el desarrollo de la teoría de la administración y la introducción de la computadora electrónica. El desarrollo de los sistemas de información, fue extremadamente lento antes del siglo XX, pero con el nacimiento de las computadoras de gran velocidad y capacidad de almacenamiento cobraron gran auge.

Los sistemas de información a través del tiempo, han ido evolucionando, con el fin de apoyar la toma de decisiones, el control, análisis y visión de la empresa. A continuación, se presenta una línea cronológica en la cual se identifica el proceso evolutivo que ha presentado este sistema en los últimos años.



5.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)

Un sistema de información es un conjunto de elementos o componentes que interactúan entre sí, capturan, almacenan, procesan y distribuyen la información

con el fin de apoyar la toma de decisiones, el control, el análisis y la visión de una empresa. Este sistema está compuesto por:

- Recursos del Software: Programas, procedimientos y aplicaciones.
- Recursos del Hardware: Máquinas y medios.
- Recursos Humanos: Usuarios finales y especialistas en SI.
- Datos e información: Base de datos.
- Recursos de redes: Medios de comunicación y soporte de redes.

5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

5.3.1 Sistemas de apoyo a las operaciones. Sirve como respaldo a las operaciones empresariales. Estos a su vez comprenden:

- Sistemas de procesamiento de transacciones.
- Sistemas de control de procesos.
- Sistemas de colaboración empresarial.

5.3.2 Sistemas de apoyo gerencial. Los sistemas de apoyo gerencial sirven como respaldo en el proceso de toma de decisiones gerenciales, y puede resumirse a través de diferentes pasos o etapas, los cuales se presentan en forma similar en la mayoría de los casos. A continuación se explican dos (2) modelos conocidos en el proceso de toma de decisiones:

Modelo de Simon, consta de cuatro (4) fases: inteligencia, diseño, selección e implantación. En la fase de inteligencia se reconoce que existe un problema para el cual debe tomarse una decisión. En la fase de diseño se generan las alternativas de solución para el problema. En la tercera fase, selección, se evalúa cada una de las alternativas que se generaron en la fase de diseño y se selecciona la mejor. La última fase, implantación, consiste en poner en marcha y dar seguimiento a la alternativa seleccionada.

Modelo Slade, por su parte comienza con la identificación del problema para el cual es necesario tomar una decisión; después, se procede a identificar las alternativas de solución (se hace la distensión mencionando los problemas viejos). Los problemas nuevos pasan al siguiente punto que consiste en la evaluación de las alternativas de solución y luego se selecciona la mejor satisfaga los requerimientos de la empresa. Cuando se encuentra la alternativa adecuada se

procede a implantarla y si no se encuentra la alternativa apropiada se generan nuevas alternativas, si no existe ninguna se abandona el problema.

Por otro lado, las decisiones cuyos procesos requieren apoyo de la información pueden clasificarse en dos tipos:

Decisiones repetitivas. Son tomadas en niveles organizacionales intermedios y se caracterizan por ser, en cierta medida, predecibles, de tal suerte que pueden desarrollarse de antemano algunos programas, con el fin de preparar el momento de la toma de decisiones. Además su efecto radica en las operaciones cotidianas de la empresa.

Decisiones no repetitivas. Estas decisiones suelen emplearse en los niveles más altos de la organización y se caracterizan por tener un grado alto de incertidumbre.

En este tipo de decisiones el ejecutivo debe contar con las herramientas necesarias para construir sus modelos en forma ágil, por lo que es muy frecuente utilizar microcomputadores.

Por otro lado, las decisiones repetitivas y no repetitivas pueden ser clasificadas de acuerdo con el número de participantes durante el proceso en:

Decisiones independientes, son tomadas en forma aislada por una persona.

Decisiones secuenciales, sólo se toman en grupo, ya que son producto de la interacción y negociación entre varias personas.

Entre los tipos de sistema de apoyo a la gerencia en el proceso de toma de decisiones se identifican los siguientes subsistemas:

- Sistema de Información Gerencial (SIG).

Por definición se entiende como Sistema de Información Gerencia (SIG), al método de poner a disposición de los gerentes la información confiable y oportuna que se necesita para facilitar el proceso de toma de decisiones y permitir que las

funciones de planeación, control y operaciones se realicen eficazmente en la organización, a fin de lograr que el proceso de administración deje de ser información fragmentada, conjeturas inspiradas en la intuición y solución de problemas desde el punto de vista sistemático.

- Sistema de apoyo a las decisiones (DSS).

Es un conjunto de programas y herramientas que permiten obtener de manera oportuna la información que se requiere durante el proceso de la toma de decisiones que se desarrolla en un ambiente de incertidumbre. A lo anterior se agrega que, en la mayoría de los casos, lo que constituye el detonante de una decisión es el tiempo límite o máximo en que se debe tomar. Esto que implica necesariamente que el verdadero objetivo de un sistema de apoyo a las decisiones es proporcionar la mayor cantidad de información relevante en el menor tiempo posible, con el fin de decidir lo más adecuado.

Existen varias características que deben estar presentes en un sistema para poder considerarlo un DSS. A continuación se explica brevemente algunas de estas características:

- Interactividad: Sistema computacional que puede interactuar en forma amigable y con respuestas a tiempo real con el encargado de tomar decisiones.
- Tipo de decisiones: Apoya el proceso de la toma de decisiones estructurada y no estructurada.
- Frecuencia de uso: Tiene una utilización frecuente por parte de la administración media y alta para el desempeño de su función.
- Variedad de usuarios: Puede ser empelado por usuarios de diferentes áreas funcionales (ventas, producción, administración, finanzas y recursos humanos).
- Flexibilidad: Permite acoplarse a una variedad determinada de estilos administrativos.
- Desarrollo: Permite que el usuario desarrolle de manera directa modelos de decisión sin la participación operativa de profesionales en informática.
- Interacción ambiental: Permite interactuar con información externa como parte de los modelos de decisión.
- Comunicación interorganizacional: Facilita la comunicación de información relevante de los niveles altos a los niveles operativos y viceversa, a través de gráficas.
- Acceso a base de datos: Tiene capacidad de acceder información de las bases de datos corporativas.
- Simplicidad: Simple y fácil de aprender y utilizar por el usuarios final.

Los diferentes módulos funcionales que integran un DSS son construidos con la ayuda de herramientas, que en términos generales se clasifican en herramientas de hardware y software. Las primeras están constituidas por todos aquellos elementos del hardware, incluyendo microcomputadoras, monitores de alta resolución, impresoras, etc.

Los modelos de decisión son los mecanismos que tiene el tomador de decisiones para encontrar la solución a un problema dado. Un modelo permite hacer una predicción del resultado de un problema basado en ciertos datos de entrada. Normalmente, un modelo está basado en investigación matemática en la experiencia de las personas.

Las herramientas del software son aquellas que permiten al usuario generar sus propias aplicaciones, manipular su información particular y en general, interactuar con el DSS. Estas herramientas son las siguientes:

- Modelos.
 - Manejo y administración de datos.
 - Desarrollo de aplicaciones.
 - Interfaces gráficas, reportes y consultas.
 - Base de datos corporativa.
 - Base de datos locales y archivos propietarios.
 - Base de datos públicas y en Internet.
-
- Sistema de información ejecutiva (EIS).

Dirigidos para apoyar la toma de decisiones de los altos ejecutivos, empleando información relevante y recursos visuales de fácil interpretación, con el fin de mantenerlos informados. Las principales características de los EIS son:

- Diseñados para cubrir las necesidades específicas de la alta administración de la empresa.
- Extraen, filtran, comprimen y dan seguimiento a información crítica del negocio.
- Implica que los ejecutivos pueden interactuar en forma directa con el sistema sin el apoyo o auxilio de intermediarios.
- Es un sistema desarrollado con altos estándares en sus interfaces hombre/máquina.
- Pueden acceder a información que se encuentra en línea, extrayéndola en forma directa de la base de datos de la empresa.

- Este sistema se soporta en elementos especializados de hardware.
- Sistemas para la toma de decisiones de grupo (GDSS).

Un GDSS, es un sistema interactivo basado en computadora, facilitando la solución de problemas no estructurados por un conjunto de tomadores de decisiones que trabajan juntos como un grupo. Este sistema esta compuesto por un software, hardware, recursos humanos y procedimientos, los cuales permiten el cumplimiento del objetivo del sistema, basado en el logro la participación de un grupo de personas durante la toma de decisiones en ambiente de anonimato y consenso.

Los sistemas de soporte a la toma de decisiones de grupo deben reunir un conjunto de características para considerar, tales como:

- Son sistemas diseñados para apoyar las decisiones en grupo, lo que implica que no están formados por elementos de sistemas ya existentes.
 - Su meta es apoyar el trabajo de los tomadores de decisiones, por lo que el uso de este sistema mejora el proceso de la toma de decisiones y las decisiones resultantes.
 - Es fácil de aprender y de usar. Debe ser accesible para usuarios con diferentes niveles de conocimiento computacional y de soporte a la decisión. Generalmente los usuarios son administradores de cualquier área funcional de la empresa (ventas, producción, recursos humanos, administración y finanzas).
 - Puede ser específico (diseñado para un tipo o clase específica de problema) o general (diseñado para tomar diversas decisiones organizacionales)
 - Contiene mecanismos para evitar el desarrollo de conductas negativas en el grupo (problemas de comunicación).
 - Motiva a los miembros del grupo a participar de manera activa. Es importante cuidar el anonimato de la participación.
- Sistemas expertos para la toma de decisiones (EDSS).

Los sistemas expertos para la toma de decisiones, permiten cargar bases de conocimientos integrados por una serie de reglas de sentido común para que diferentes usuarios la consulten, y apoyen la toma de decisiones.

6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL

6.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL SIG

Los SIG han evolucionado en paralelo con las distintas plataformas de sistemas que se han presentado en el tiempo. El destino de los SIG casi siempre siguió el de la plataforma en que fue desarrollado o transferido. Actualmente hay básicamente dos ambientes de trabajo, UNIX y Windows, y la gran mayoría de los paquetes modernos corren en uno de estas dos plataformas. La única excepción se da con los SIG militares que todavía se mantienen en una especie de mundo aparte.

Un SIG está formado por tres componentes:

- Interfase
- Procesos
- Datos

El SIG ha funcionado de acuerdo a la plataforma o sistema en que fue desarrollado y usado. En este sentido se ha mantenido en paralelo con el desarrollo de los sistemas de cómputo. En los años sesenta corría en máquinas grandes, procesos tipo "Batch" e interfaces de tarjetas o impresos.

En los siguientes veinte años se empiezan a usar dos tipos de procesos uno para almacenar y procesar datos y otro para consultarlos y procesarlos. Se empiezan a usar interfaces más amigables hacia el usuario. Este sistema es conocido como de dos niveles y se empieza a ver una separación entre la consulta y el almacenamiento de datos.

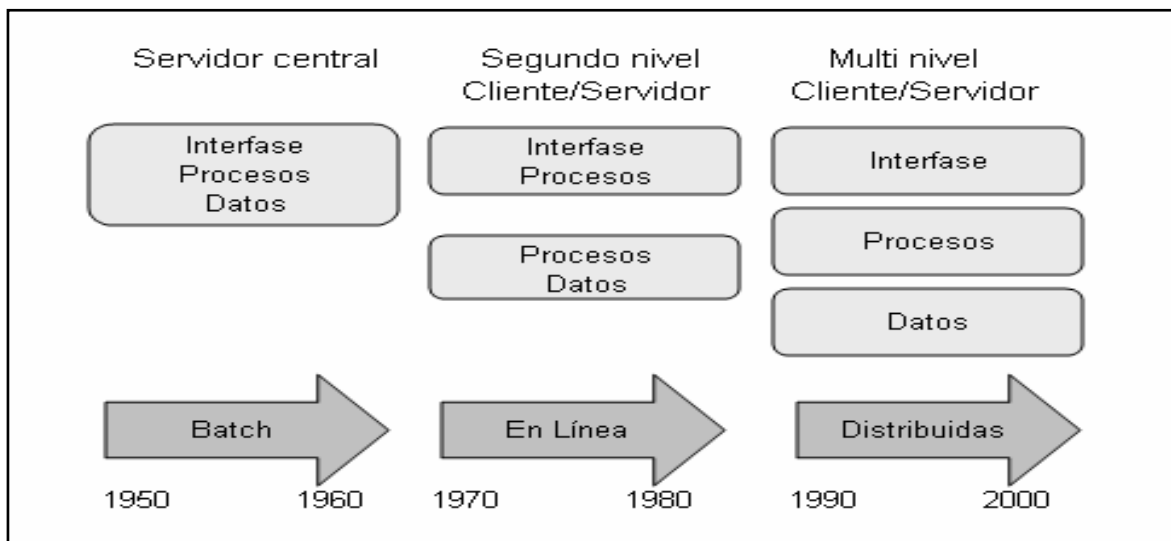
Así se ve que a principios de los años setentas, el objetivo común era la productividad, entendiéndose por esta la capacidad en la captura de datos y creación de mapas. La necesidad de análisis y reportes así la necesidad de mayor productividad en la captura y creación de mapas, hace que a principios de los años ochenta se empiece a hablar de mapas inteligentes.

A partir de los años noventas se introduce la computadora personal acarreando una profunda revolución en los sistemas de cómputo. La Interfase se vuelve ya un

proceso por si mismo. Los tres componentes (Interfase, procesos y datos) son independientes entre si, creándose una plataforma multinivel. Cada uno de los procesos adquiere su propia personalidad e independencia. El uso intenso de interfaces gráficas libera al usuario de tener que conocer e involucrarse en todos los componentes del sistema. Con las facilidades que esta nueva independencia de componentes permite, a partir de principios de los años noventas los usuarios aumentan y se especializan.

La automatización de procesos, los requerimientos más estrictos de análisis y reportes, así como un nuevo incremento en las especificaciones en la captura de datos y creación de mapas, cambian el objeto de los SIG a modelado de redes.

Figura 13. Evolución de los SIG



Fuente: Administración de los Sistemas de Información: Organización y Tecnología. Kenneth C. Laudon y Jane P. Laudon

Nuevas necesidades de los usuarios y equipos de mayor capacidad e interconectividad llevan los SIG a la situación actual, en donde se da una integración y habilitación de tecnología informática. Los sistemas dejan de ser de naturaleza geográfica y adquieren más bien una característica de base de datos con un componente geográfico. No es necesario para un usuario tener que manejar los conceptos geográficos incluidos en ella sino más bien el deseo es de conocer los datos y georeferenciarlos si se requiere. Este sistema se llama SIG abierto.

La rápida evolución de los SIG y la ampliación de su base de usuarios han incentivado a que se elaboren estándares. Tal como se mencionó anteriormente la tendencia actual incluye lo siguiente:

- Independencia entre los componentes del SIG.
- Interfase gráfica al usuario.
- Consultas por usuarios no especializados ni con conocimiento profundo del sistema.
- Ambiente abierto controlado por el cliente.
- Tendencia al ambiente Windows y la interfase OLE.
- Integración de componentes de bajo nivel.
- Protocolos de comunicación estándar con y entre los componentes.

6.2 ACTIVIDADES BÁSICAS DEL SIG

- Entrada de Información. Proceso mediante el cual el sistema de información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que son proporcionadas en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos.
- Almacenamiento de Información. A través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada. Esta información suele ser almacenada en archivos. Las unidades típicas de almacenamiento son los discos magnéticos, discos flexibles y discos compactos.
- Procesamiento de Información. Es la capacidad del sistema de información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones.
- Salida de Información. La salida del sistema esta orientada al usuario, y consiste en informes periódicos, análisis especiales, respuestas a preguntas concretas para resolver un problema. Es importante aclarar que la salida de un sistema de información puede constituir la entrada a otro sistema de información o módulo.

6.3 TIPOS Y USOS DEL SIG

6.3.1 Sistemas Transaccionales. Dan soporte al seguimiento de las actividades y transacciones elementales de la institución, por ejemplo ERP (Enterprise Resource Planning) sistemas de gestión integrada que permiten planificar los recursos empresariales, aportan una mejor relación costo, rendimiento, facilidad de uso (pagos, cobros, pólizas, entradas, salidas, etc.). Sus principales características son:

- A través de estos suelen lograrse ahorros significativos de mano de obra, debidos, a que automatizan tareas operativas de la organización.
- Con frecuencia son el primer tipo de sistemas de información que se implantan en las organizaciones. Se empiezan apoyando las tareas a nivel operativo de la organización para continuar con los mandos indirectos y, posteriormente, con la alta administración a medida que evolucionan.
- Muestran una intensa entrada y salida de información; sus cálculos y procesos suelen ser simples y pocos complejos. Estos sistemas requieren mucho manejo de datos para poder realizar sus operaciones y como resultado generan también grandes volúmenes de información.
- Tienen la propiedad de ser recolectores de información.
- Son fáciles de justificar ante la dirección general, ya que sus beneficios son viables y palpables.

6.3.2 Sistemas de Apoyo a las Decisiones. Ayudan a la empresa a integrar nuevos conocimientos para el negocio y para que la institución controle el flujo de la documentación generada y de valor añadido para el proceso, así como su gestión documental. Sus principales características son:

- Se introducen después de haber implantado los sistemas transaccionales, ya que estos constituyen su plataforma de información.
- La información que generan sirve de apoyo en el proceso de tomas de decisiones para la alta administración y mandos intermedios.
- Suelen ahorrar mano de obra. Debido a ello, la justificación económica para el desarrollo de estos sistemas es difícil.
- Suelen ser sistemas de información interactivos y amigables.
- Apoyan la toma de decisiones que, por su misma naturaleza son repetitivas y estructuradas, así como no repetitivas y no estructuradas.

6.3.3 Sistemas Estratégicos. Los sistemas estratégicos, son aquellos que proporcionan informes periódicos, en lugar de información instantánea sobre las operaciones. Se confeccionan para las actividades de seguimiento, control y toma de decisiones a medio y largo plazo. Sus principales características son:

- Su función primordial no es apoyar la automatización, ni apoyar la toma de decisiones. Sin embargo, este sistema puede llevar a cabo dichas funciones en el caso que los anteriores no existan.
- Suelen desarrollarse dentro de la organización, por lo tanto no pueden adaptarse fácilmente a paquetes disponibles en el mercado.
- Su desarrollo se basa en el incremento a través de su evolución dentro de la organización.
- Su función es lograr ventajas que los competidores no poseen (costos, servicios, calidad, diferenciados con clientes y proveedores).
- Otra característica es que las ventajas que se logran a través de estos sistemas no son eternas.
- Apoyan el proceso de innovación de productos y procesos, debido a que buscan ventajas respecto a los competidores.

6.4 DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL

Para el desarrollo de un sistema de información gerencial, se requieren aplicar una serie de pasos esenciales para llevar a cabo el proceso de la toma de decisiones.

Los pasos en la implantación del SIG son los siguientes:

- Averiguar las necesidades de información de todos los gerentes.
- Especificar los objetivos del sistema, basado en las necesidades de los gerentes, costos y beneficios que se prevén.
- Preparar un plan y una propuesta del diseño del SIG, incluyendo en ellos el programa y los costos estimados.
- Preparar un diseño conceptual preliminar del SIG.
- Preparar un diseño detallado de todos los aspectos del SIG.
- Puesta en operación del nuevo SIG. Es conveniente realizar pruebas preliminares para verificar que todas las partes funcionen bien.
- Vigilar y realizar mantenimiento al nuevo sistema, es decir, es necesario efectuar los cambios necesarios en los procedimientos o en la estructura de los archivos de datos, a fin de satisfacer las entradas cambiantes o el cambio en las necesidades de la gerencia.

7. INDICADORES

7.1 DEFINICIÓN

Son instrumentos de medición de las variables asociadas a las metas. Al igual que estas últimas, pueden ser cualitativos o cuantitativos. En este último caso pueden ser expresados en términos de "Logrado", "No Logrado" o sobre la base de alguna escala cualitativa. Los Indicadores de Desempeño por su parte, se entienden como la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño de toda una organización o una de sus partes, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas según el caso. Son un subconjunto de los indicadores, porque sus mediciones están relacionadas con el modo en que los servicios o productos son generados por la institución. El valor del indicador es el resultado de la medición del indicador y constituye un valor de comparación, referido a su meta asociada.

El principal objetivo de los indicadores, es poder evaluar el desempeño del área mediante parámetros establecidos en relación con las metas, así mismo observar la tendencia en un lapso de tiempo durante un proceso de evaluación. Con los resultados obtenidos se pueden plantear soluciones o herramientas que contribuyan al mejoramiento o correctivos que conlleven a la consecución de la meta fijada³.

7.2 TIPOS DE INDICADORES

Es común que dentro de las organizaciones se presenten confusiones en cuanto a la elección del tipo de indicador se trata, pues es frecuente encontrar que en Empresas con varios niveles de procesos, se puedan identificar indicadores como "claves", aún siendo en otro momento un simple indicador de "proceso". Por ello, se ha concluido que cada negocio es libre de escoger sus indicadores claves siempre y cuando estos les permitan a los administradores mostrar los resultados que deseen.

7.2.1 Indicadores Claves de Desempeño (Key Performance Indicators). Los Sistemas de Información están conformados por varios elementos cuantitativos y visuales como tablas, gráficas, banderas, semáforos, etc. Estos elementos muestran mediciones claves conocidas como KPI, las cuales se diferencian de

³ CABRERA, Liliana. Planeación, Estrategias y Táctica.

otras mediciones por su relevancia para el logro de objetivos estratégicos de la empresa.

Los KPI son medidas de desempeño que utilizan uno o varios sistemas de medición, diseñados o seleccionados con base a la relevancia estratégica y a la tendencia específica en cada empresa. Estos indicadores deben responder a criterios de flexibilidad y fortaleza analítica propios de la plataforma de inteligencia de negocios para hacer las adaptaciones individualizadas necesarias.

7.2.2 Indicadores de Desempeño (PI's). Son aquellos que se encuentran en un nivel inferior, detallan algunas partes dentro de los procesos y permiten a los niveles administrativos inferiores conocer sus resultados.

7.3 CARACTERÍSTICAS

- Coherencia: Una mejora en el indicador se relaciona con un mayor grado de cumplimiento de los objetivo.
- Consistencia: El indicador no se contradice con otros indicadores definidos.
- Simplicidad: Bajo grado de complejidad en la evaluación.
- Replicabilidad: Independencia del evaluador y Fuente de información única.
- Disponibilidad de datos: Un buen indicador se basa en datos disponibles, o que se pueden obtener con un esfuerzo razonable.

7.4 VENTAJAS

- Instrumento gerencial por excelencia.
- Son sistemas de información estadística, financiera, administrativa y operativa que puesta al servicio de la organización constituyen un eficaz apoyo para la toma de decisiones.
- Se enfatiza en la producción de rendimientos.
- Emplea normas y patrones operativos.
- proyecta el futuro de la Organización.
- Es integral.
- Es integrador: Como la alineación y articulación de todas las áreas de la organización en pos de los objetivos planteados desde la función de planeación.

7.5 REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES

Los indicadores de desempeño seleccionados, sirven para llevar a cabo el seguimiento y la evaluación periódica de las variables claves que interesa controlar dentro de la función mantenimiento, al tiempo que reflejan la posición del área en relación con los referentes internos y externos de la Organización. Al mismo tiempo, posibilitan la visión de la empresa en sus aspectos estático (conocimiento de la situación en el momento en que se efectúa el análisis) y dinámico (estudio de la evolución en el tiempo de las variables consideradas). La comparación de los resultados obtenidos con los previstos constituye el motor de arranque de las acciones de mejora o corrección a emprender.

La correcta selección de los indicadores reviste particular importancia, ya que éstos han de explicar las razones del éxito o fracaso del negocio, así como el impacto de las variables analizadas sobre los resultados. Además deben servir de alarma para poner en marcha acciones correctoras inmediatas ante determinados cambios detectados; para ello, los indicadores han de ser asequibles y de fácil medida.

A continuación se presentan los requisitos básicos para la construcción e implementación de Indicadores con relación al sistema de información donde se procesan.

7.5.1 Sistema de Información. El contar con un Sistema de Información dentro de mantenimiento permite obtener utilidades, pues este es un soporte para conservar la planta en el grado más alto de competitividad y productividad, al impedir las dificultades en la operación de los equipos. Los factores de mayor importancia para la implementación del Sistema de Información en mantenimiento son:

- Cadenas de producción: En este caso, las interrupciones de producción son más costosas y por consiguiente se exige un manejo más preciso y continuo de los equipos con mínimas paradas de producción.
- Programaciones de producción: Con el objeto de reducir sus inventarios, los clientes exigen estricto cumplimiento en los plazos de entrega, por lo cual, los programas de producción no permiten interrupciones imprevistas que puedan ocasionar pérdidas de clientela.
- Programación de mantenimiento: La necesidad de corregir inmediatamente cualquier condición defectuosa de los equipos, trae consigo aumento en los costos y tiempos muertos de producción.

- Manejo de los inventarios de repuestos: Exige un mayor control y precisión en sus existencias para evitar el aumento en las actividades de mantenimiento detenidas por carencias en los inventarios.

7.5.2 Elementos para el cálculo de Indicadores. Para la construcción de los indicadores se requieren conocer elementos claves para el cálculo tales como: Nombre de la planta, fecha, hora, causa, equipo causante, cantidad de OT's, fecha de las OT's, costos de materiales y recursos, horas hombre por frente ejecutor, cantidad de tareas, costos de personal, costos de contratos, proyectos que representen gastos de capital (reposición de equipos por obsolescencia), costos de paradas de plantas (personal, materiales, contratos y demás servicios). Estos elementos se relación de acuerdo al tipo de indicador que se desea construir e implementar dentro de la Organización.

7.5.3 Experiencia para evaluar los Indicadores. La evaluación de un indicador, se determina con base en las necesidades de la Empresa, esta puede ser Anual, Semestral, Trimestral, Mensual o Semanal. En caso que la Organización requiera hacer seguimientos mayores en diferentes periodos, es necesario encadenar los datos a hojas de cálculo que permitan elaborar los reportes necesarios.

El resultado de los indicadores, son fuente clave para la toma de decisiones a nivel empresarial, pues permiten visualizar claramente los hechos reales determinados en diferentes periodos de tiempo.

7.5.4 Resultados y Gráficos. Este tipo de información es la más relevante en la evaluación de la gestión y requiere de la creación y operación de nuevos sistemas de seguimiento y recopilación, tales como elaboración de informes y/o presentaciones en forma gráfica, los cuales le permitirán a la alta gerencia y a los directores interpretar fácilmente la información necesaria para el proceso de toma de decisiones dentro de la Organización.

8. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

Una buena administración de mantenimiento sólo puede ser posible con un “*Sistema de Información*” que lo apoye, el cual sirve como fuente para el análisis estadístico, la obtención de indicadores de desempeño y costos de mantenimiento; además de facilitar la presentación de informes y el control continuo de posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales de mantenimiento.

El objetivo fundamental del Sistema de Información para el Mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación y la evaluación de la gestión.

Como todo sistema de organización e información, es necesario establecer el nivel al cual se piensa manejar la información. Por ejemplo: a la gerencia seguramente no le interese saber cuales son las ordenes de trabajo para hoy, pero sí cuánto se ha invertido en mantenimiento en lo que va corrido del año y cual es equipo que más a participado en ello; para el ingeniero de mantenimiento tal vez lo más importante sea, realizar diagnósticos certeros sobre los tiempos medios entre fallas, el cumplimiento de la programación, entre otros.

Un buen inicio para el manejo de un sistema de información dentro de las empresas, es la dotación de una pequeña biblioteca, en la cual se almacenará la información emitida mediante el uso de formatos, que presenten la información en forma clara y de fácil empleo. En ella se abrirán carpetas clasificadas en Solicitudes de Trabajo, Órdenes de Trabajo, Reportes de Ejecución, o si bien es el caso, se podrían establecer compartimentos por equipos, secciones, líneas de producción o cualquier otro sistema, según las necesidades.

Luego, y en considerando que una de las reglas de oro del mantenimiento es la minimización del papeleo, se recomienda continuar con la implementación y uso de un Sistema de Información de Mantenimiento Computarizado, que permita recolectar toda la información, y que a su vez sea factor clave para la toma de decisiones en la Empresa.

8.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN MANUAL

El Sistema de Información Manual, es aquel que satisface los requisitos de información de la administración de equipos en la organización. Algunos de estos requisitos incluyen un completo rastreo de todas las reparaciones, servicios y capacidad de desarrollar informes como el equipo más costoso de mantener, porcentaje reactivo comparado con el mantenimiento proactivo y rastreo de costos de todos los repuestos. Si este sistema no produce el nivel de información requerido, entonces es necesario ser relevado.

Inicialmente, la Coordinación de Planeación de Mantenimiento plantea la opción de diseñar formatos para el manejo de Solicitudes de Trabajo, Ordenes de trabajo, Entrega de trabajos Terminados y Reporte de Ejecución, que serían diligenciados manualmente o mediante el correo interno a fin programar y planear los recursos necesarios en la ejecución de las actividades de mantenimiento. Aunque esta metodología, hasta el momento ha resultado efectiva y se ha implementado de manera satisfactoria, esto requiere mayor esfuerzo y dedicación por parte de la coordinación, pues el uso de los formatos genera gran acumulación de papelería y problemas futuros para el manejo de la información.

8.1.1 Solicitud de Trabajo. Este formato fue diseñado, con el fin de permitir al planeador recolectar la información requerida para la programación y gestión de las solicitudes generadas por parte de los usuarios (operativos y administrativos) de la Empresa. (Ver Figura 15)


Figura 14. Solicitud de trabajo

	Fertilizantes Colombianos S.A. <i>Barrancabermeja</i> <i>Operaciones</i>	Consecutivo: _____						
SOLICITUD DE TRABAJO								
Fecha: _____ Planta: _____ Equipo: _____	Solicitada por: _____ Prioridad:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Alta</td> <td style="padding: 2px;">Media</td> <td style="padding: 2px;">Baja</td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"> </td> <td style="height: 15px;"> </td> <td style="height: 15px;"> </td> </tr> </table>	Alta	Media	Baja			
Alta	Media	Baja						
Descripción de la solicitud: _____ _____ _____ _____								
Observaciones: _____ _____ _____								
Firma: _____ Cp: _____	Recibido: _____ Cp: _____							

Fuente: Fertilizantes Colombianos S.A. Coordinación de Planeación de Mantenimiento.

8.1.2 Orden de Trabajo. Este formato fue diseñado exclusivamente para el área de Planeación del Mantenimiento, y tiene como fin iniciar, rastrear y registrar todas las actividades de mantenimiento. El proceso comienza cuando se genera una "Solicitud de Trabajo" que requiere aprobación. Una vez aprobada la solicitud, el trabajo se planea, luego se programa, se realiza y finalmente se registra. En la figura 16 se observa un modelo de una orden de trabajo con su contenido básico.

Figura 15. Orden de trabajo

	Fertilizantes Colombianos S.A. <i>Barrancabermeja</i> <i>Coordinación de Planeación</i>	Consecutivo: _____																												
ORDEN DE TRABAJO																														
Fecha: _____	Planta: _____	Equipo: _____																												
Descripción _____ _____ _____ _____ _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center;">Departamento</th> </tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="text-align: center;">Sección</th> <th style="text-align: center;">Jefe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Metalisteria</td><td></td></tr> <tr><td>Instrumentos</td><td></td></tr> <tr><td>Eléctricos</td><td></td></tr> <tr><td>Mecánica</td><td></td></tr> <tr><td>Refrigeración</td><td></td></tr> <tr><td>Obra civil</td><td></td></tr> <tr><td>Transporte</td><td></td></tr> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: center;">Clase de Mantenimiento</th> </tr> <tr><td>preventivo</td><td></td></tr> <tr><td>Predictivo</td><td></td></tr> <tr><td>Correctivo</td><td></td></tr> <tr><td>Contratado</td><td></td></tr> </tbody> </table>		Departamento		Sección	Jefe	Metalisteria		Instrumentos		Eléctricos		Mecánica		Refrigeración		Obra civil		Transporte		Clase de Mantenimiento		preventivo		Predictivo		Correctivo		Contratado	
Departamento																														
Sección	Jefe																													
Metalisteria																														
Instrumentos																														
Eléctricos																														
Mecánica																														
Refrigeración																														
Obra civil																														
Transporte																														
Clase de Mantenimiento																														
preventivo																														
Predictivo																														
Correctivo																														
Contratado																														
Observaciones: _____ _____ _____ _____																														
Generado por:	Vo B	Recibido por:																												
_____	_____	_____																												
Coordinación de Planeación	Dirección de Mantenimiento	Jefe de Departamento																												

Fuente: Fertilizantes Colombianos S.A. Coordinación de Planeación de Mantenimiento.

8.1.3 Reporte de actividades para costos y hojas de vida. Este formato fue diseñado para medir el alcance de las actividades realizadas diariamente en la Dirección de Mantenimiento. Su uso es exclusivo de los Supervisores y/o Jefes a cargo de cada una de las diferentes secciones en las cuales se subdivide la dirección (Ver Figura 17).

actividades, debido a que la gran cantidad de datos que se manejan y la acumulación de papeles se convierte en una barrera para esta situación. Por tanto, es necesario plantear un Sistema de Información Computarizado, que permita almacenar gran cantidad de información, y que a su vez sirva como herramienta para facilitar el cálculo de los Indicadores de Desempeño.

El Sistema de Información de Mantenimiento (SIM), es una base de datos creada en Microsoft Access XP que permite su aplicación mediante el uso de la Red local, lo cual facilita la recolección, procesamiento y análisis de la información.






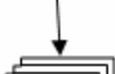



Es una herramienta de información administrativa y operativa diseñada para la recolección y análisis de información sobre los equipos, costos y actividades propias de mantenimiento. Este sistema permite a la Dirección controlar, gestionar, planear y verificar el buen cumplimiento de las actividades y tareas bajo su responsabilidad, además de ayudar a reforzar las disciplinas de la Dirección de Mantenimiento tales como la Planeación, Programación y Control Efectivo de Trabajos.

8.2.1 Manual del Usuario. El Sistema de Información de Mantenimiento SIM cuenta con un manual, el cual permitirá a los usuarios de la parte operativa como a las unidades gestoras de planeación, crear en el sistema las solicitudes al nivel de detalle necesario para adelantar el proceso de verificación y control del mantenimiento dentro de las diferentes áreas de la empresa.

Este manual será base primordial para el proceso de capacitación de los usuarios que comenzarán a emplear esta solución en su salida en vivo, así como de cualquier otro proceso de capacitación posterior. (Ver Anexo A)

8.2.2 Procedimiento. En la figura 18, se presenta el procedimiento general para el manejo de la información dentro del Sistema de Información de Mantenimiento SIM, el cual fue diseñado como herramienta clave para guiar al usuario en la ejecución de los procesos que compone la solución para el apoyo de las diferentes disciplinas del Mantenimiento (Planeación, Programación y Dirección).

Figura 17. Procedimiento Sistema de Información de Mantenimiento SIM

No	Diagrama de Flujo	Reporte Sistema de Información de Mantenimiento
1		Reporte al Sistema de Información de Mantenimiento
2		Reporte de anomalías al Supervisor de Turno en Operaciones
3		El supervisor genera el evento en el Sistema
4		Planeación efectua la consulta periodica en el Sistema
5		Planeación y Jefes de Mtto efectuan una inspección en el área y priorizan las Solicitudes de Trabajo
6		Planeación genera (forma escrita y en el sistema) la Orden de Trabajo y la entrega al supervisor de Mtto encargado
7		Ejecución del trabajo por el equipo de Mtto
8		Reporte diario de trabajos por parte de los Supervisores de Mtto
9		Cierre de trabajos

Fuente. Autor del Proyecto.

9. PLANEACIÓN ADMINISTRATIVA DE MANTENIMIENTO

9.1 PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO

Para lograr la selección de las metas anuales, es necesario elaborar el Presupuesto de Gastos e Inversiones de Mantenimiento, el cual representa una expresión cuantitativa y una medida de control en la obtención de los objetivos de administración. Para que sea objetivo el presupuesto debe estar coordinado por la Administración y los Sistemas Contables de la Organización, basados en la misión, visión y objetivos empresariales.

Por ser un plan integrado posee un periodo definido para el cual se hace y debe elaborarse integrando todos los departamentos que conforman la Dirección de Mantenimiento, una vez armado habrá la necesidad de controlarlos y evaluarlos mediante el uso del Sistema de Información Gerencial.

9.1.1 Presupuesto de Materiales. El presupuesto de materiales, es una recopilación de las necesidades que se presentan dentro de cada uno de los departamentos que conforman la Dirección de Mantenimiento, con el fin de obtener la presentar a la Gerencia un listado presupuestado de los materiales requeridos para garantizar la función de mantenimiento dentro de la Empresa.

Inicialmente, se reúnen los jefes de departamento para determinar las necesidades de materiales y equipos discriminados por cada una de las plantas. Lugo, partiendo de un presupuesto organizacional estimado para cada uno de los departamentos, se realiza la clasificación en Gastos e Inversiones y se evalúa el total generado, el cual se ve reflejado en los costos distribuidos dentro de una matriz, en donde las columnas muestran los costos de mantenimiento por departamento y las filas su correspondiente por planta. Finalmente, se centralizó la información y se lograron cuantificar los costos de mantenimiento para el siguiente año, distribuidos mes a mes. (Ver anexo B)

- Presupuesto de Gastos: Este presupuesto representa el listado de todos los materiales, repuestos, suministro y dotación de personal de mantenimiento, necesarios para garantizar el buen funcionamiento de las plantas. A continuación se muestra en las tablas el listado de requisiciones por departamento en cada una de las plantas operacionales.

Tabla 1. Requerimientos del departamento de Mecánica

Planta	Descripción
Amoniaco	Teflón para anillos de compresión
	Rodamientos
	Empaquetadura trenzada
	Sellos mecánicos
	Empaquetadura compresores C-1 A/B
	Material para vástagos C-1A/B
	Vástago y empaquetadura para el C-2
	Cambio tubería lubricación C-1 A/B
Acido Nítrico	Sellos mecánicos y repuestos
	Rodamientos y retenedores
	Volutas para PC.3/4/7/8/9/10
Nitrato de Amonio	Rodamientos
	Bronce para casquetes y bujes
	Correas
	Grasa Lubricante
	Empaquetadura trenzada
	Resortes para las Cribas
Urea	Empaquetadura trenzada PA-1/5/19/6
	Rodamientos y retenedores
	Válvulas de seguridad
Arcilla	Rodamientos y retenedores
	Correas para diferentes equipos
	Bronce y fundición para bujes
	Repuestos varios CR.1
Bodega de Empaques	Repuestos para Cosedoras
	Rodamientos
	Repuestos Selladoras
	Repuestos empacadoras
Plantas de Agua	Rodamientos y retenedores
	Empaquetadura trenzada
	Bronce para bujes
	Barras acero inoxidable
	Sellos mecánicos
Cienaga/Subestaciones/Lotes/Aire	Filtros para compresor
Mantenimiento	Herramientas de dotación, corte y medición
	Materiales de consumo
	Prensa de banco N° 8
	Útiles de oficina

Tabla 2. Requerimientos del departamento de Electroneumática

Planta	Descripción
Amoniaco	Tubos de inconel 600 para termopozos (H1, H2)
	Iluminación Planta y vías (luminarias, tubería, cableado)
	Rodamientos
	Contactores y guarda motores
	Materiales, Accesorios Eléctricos (manguera, cinta y otros)
	Compra de motores eléctricos
Nitrato de Calcio	Fusibles de alta y de baja
	Diafragmas para válvulas de control
Acido Nítrico	Iluminación Planta y vías (luminarias, tubería, cableado)
	Rodamientos
	Materiales, Accesorios Eléctricos (mangueras, cinta y otros)
	Fusibles de alta y de baja
	Contactores y estaciones de mando
	Diafragmas para válvulas de control
Nitrato de Amonio	Iluminación Planta y vías (luminarias, tubería, cableado)
	Rodamientos
	Materiales, Accesorios Eléctricos (manguera, cinta y otros)
Arcilla	Contactores y estaciones de mando
	Diafragmas para válvulas de control
Urea	Rodamientos
	Iluminación Planta y vías accesorios
	Instrumentación electrónica
	Cableado y pararrayos torre prilling
	Cable, tubería circuito fuerza y control
Bodega de Empaques	Contactores y estaciones de mando
	Materiales, accesorios eléctricos
Planta Eléctrica	Rodamientos
	Iluminación Planta y vías (luminarias, tubería, cableado)
	Diafragmas para válvulas de control
	Fusibles de alta y de baja cañuelas y portacañuelas
	Materiales, Accesorios Eléctricos (mangueras, cinta, aislamientos, barnices y otros)
	Escobillas

	Contactores, estaciones de mando y relevos
Plantas de Agua	Iluminación, tubería y cableado
	Rodamientos
	Contactores y estaciones de mando
	Materiales y accesorios eléctricos (barnices, mangueras, etc.)
Ciénaga/Subestaciones/Lotes/Aire	Iluminación ciénaga, subestaciones (luminarias, tubería, cableado)
	Rodamientos para los motores de ciénaga y lotes 4/8
	Iluminación Lotes y vías (luminarias, tubería y cableado)
	Fusibles de alta y de baja cañuelas y portacañuelas
	Materiales, Accesorios Eléctricos (mangueras, cinta y otros)
	Contactores, estaciones de mando y relevos
Mantenimiento	Multímetros digitales
	Compra de herramientas de dotación
	Barniz, fibra, estaño, pomada soldar, vaquelita, pintura y tubo aislante
	Compra de luminarias

Tabla 3. Requerimientos del departamento de Metalistería

Planta	Descripción
Amoniaco	Soldadura 310 HC.15 de 1/8 para el H.1
	10 Cilindros de oxigeno
	2 Cilindros de gas
	2 laminas cold rod 3/16
	2 Laminas de acero inoxidable 1/8 tipo 310
	1 Laminas de acero inoxidable 3/8, 1/4 (1) tipo 310
	Tornillería 3/8, 1/2, 5/8, 3/4, 7/8.
	30 Válvulas roscada de compuerta y globo 1/2, 3/4, 1" Respectivamente
	Ladrillos refractarios para el horno
	Tubería de 2" sch 40 acero al carbón
	Laminas de asbesto grafitado con inserción metálica 1/8 y 3/32
	Trampas termodinámicas de vapor de 1/2, 3/4, 1"
	Replel X 100 Kg.

	Coral 80 (2500 Kg.)
	Coral 50 (600 kg.)
	Manta de Kaowool de 1/8 (2 rollos)
	Kaowool en fibra 150 Lb.
	Válvulas de bloque tipo aguja de 6500 Lb. LV-14/15 de 1/2 (4), 3/4 (2), 1 (6)
Acido Nítrico	Empaquetadura para la tapa del A.1 (50m)
	Válvulas de acero inoxidable de 2" tipo 304 con bridas
	Soldadura de acero inoxidable de 1/8, 3/32. Tipo E-308L16
	Empaquetadura de caucho de 1/8 (5mts)
	Laminas de teflón 1/8, 3/32
	Válvulas de compuerta de 2"
	Empaquetaduras para reparación válvulas Kringer de 2,4,6"
Urea	Rodamientos
	2 Laminas cold rod 3/16
	2 laminas acero inoxidable 3/16 tipo 316
	(20) Ángulos de 2x2 3/16 por 6 mts
	Válvulas roscada de bronce 1/2, 3/4, 1"
	Válvulas roscada de compuerta y globo 1/2 (5), 3/4(5), 1"(5)
	Trampas termodinámicas de vapor de 1/2(5), 3/4 (5), 1"(5)
	Laminas de asbesto grafitado sin inserción metálica 1/8 (2) y 3/32(2)
	Laminas de asbesto grafitado con inserción metálica 1/8(2) y 3/32(2)
	(5) Angulo en C de 6" 3/16 y 8"
	(2) Enfriadores F-23 para CA-1/2
Nitrato de Amonio	Electrodos 6010-7018 de 3/32, 1/8 (50 Kg. Cada una)
	Laminas de acero carbón de 3/16 coll rold
	10 laminas 316
	50 Cilindros de oxigeno
	5 Cilindros de gas
	4 Mallas finas
	Banda ET-6/4
	4 Mallas gruesas
	Rodamientos para las bandas transportadoras de producto

Laminas de acero inoxidable de 3/16 tipo 304

	para el A-4
	Válvulas roscada de compuerta y globo 1/2, 3/4, 1" (70Lbs) Electrodo de recubrimiento duro West Hard 70 de 5/32
	Bandas ET-3/5/7/24
	Trampas termodinámicas de vapor de 1/2(5), 3/4 (5), 1"(5)
	(10) Varilla de 5/8 x6mts tipo 304 para tornillo de las cocleas
	(1500) Tornillo para canjilones de los elevadores ET-4/6 de 3/8 x 1/2
	Tornillo de 3/8 (1000) ,1/2 (500) ,5/8 (500) ,3/4(300), 7/8 (200).
	Arandelas planas 3/8 (3000) ,1/2 (500) ,5/8 (500) ,3/4(300), 7/8 (200).
Arcilla	(4) Laminas de acero carbón de 3/16 coll rold
	(15) Ampletas planas para el tambor MF-2
	Espárragos de 1/2x2 1/2 (50) de largo y de 5/8 (50)
	Tornillos de 3/8 (100), 1/2 (100), 5/8 (100)
	Electrodos 6010-7018 de 3/32, 1/8
Planta Eléctrica	(5) Laminas de acero carbón de 3/16 coll rold
	(10 mts) Empaquetadura de caucho de 1/8
	(100) Tornilleria 1/2, 5/8, 3/4.
Plantas de Agua	Válvulas roscada de bronce 1/2 (5), 3/4 (5), 1" (5)
	(2) Laminas de asbesto grafitado sin inserción metálica 1/8 y 3/32 (lotes 4-8)
	(3) Lamina corrugada de 3/16
Bodega de Empaques	Rodamientos para las bandas transportadoras
	Chumacera de 1, 1/4.
Mantenimiento	Cambio de cuatro llantas y neumáticos
	Entapizado de los cojines
	Cambio de guaya de la pluma
	Cambio de baterías(2)
	Cambio de 2 llantas
	2 Llantas
	(2) Piedras Gruesas y finas para esmeril industrial
	Herramientas para el personal por deterioro
	Diferenciales de 1Ton (2), 2 Ton (2), 3Ton (1)
	Cambio de 2 piedras de esmeril

- Presupuesto de Inversiones: En este presupuesto se cuantifican las compras por reposición de equipos, necesarias para el buen funcionamiento de las diferentes plantas operacionales, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 4. Reposición de equipos por el departamento de Mecánica

Planta	Descripción
Amoniaco	Bombas de lubricación, cheques y accesorios varios
	Bomba nueva para P-10A/B
Nitrato de Amonio	Moto-reductor auxiliar para ET.4
	Moto-reductor auxiliar para ET.6
	Moto-reductor auxiliar para MO.317
Urea	Bombas de lubricación, cheques y accesorios varios
	Moto-reductor para ET - 1
	Moto-reductor auxiliar para ET - 8
	Moto-reductor auxiliar para ET - 9
	Moto-reductor para bomba PA-7
Arcilla	Moto-reductor auxiliar para ET.3
Plantas de Agua	Bomba nueva Cascajera
	Bomba nueva auxiliar PC.6 / 13
Mantenimiento	Compra de equipo analizador de vibraciones y balanceo

Tabla 5. Reposición de equipos por el departamento de Electroneumática

Planta	Descripción
Amoniaco	Transformador de 1,5 KVA
	Estudio de puesta a tierra
	Válvulas de control FV.29 - 25.1 - 25.2
	Registrador de doce puntos termocuplas tipo K TR-4
	Motores eléctricos nuevos
	Transmisor de flujo FT-39 para medir la producción de Amoniaco
	Transmisor de flujo FT-3 para carga de gas a la planta
	Medidores para los niveles de almacenaje de Amoniaco
	Medidor de energía digital para subestación
Nitrato de Calcio	Medidores de flujo despacho Nitrato de Calcio

Acido Nítrico	Un transformador para la instrumentación de 1,5 KVA
	Instrumentos electrónicos niveles tanques de almacenamiento
	Medidores de producción y despachos
	Motores eléctricos nuevos (PC-3/4/7)
	Medidor de desplazamiento axial del MCR-1
	Medidor de energía digital subestación
Nitrato de Amonio	Cambio de los CCM
	Motores eléctricos nuevos
	Transformador instrumentación 1,5 KVA
	Instrumentación electrónica FT-2/ 1A- y niveles
	Medidores de energía digital para subestación baterías
Arcilla	Contadores para consumo de gas hornos
Urea	Transformador de 1,5 KVA
	Medidor de energía
Bodega de Empaques	Compra de motores eléctricos
Planta Eléctrica	Amplificadores electrónicos
	Inversor de Corriente
	Compra de 1 transformador de 10 MVA 4.16KV / 345KV trifásico
	Registrador para RTD generador TG-2
	Medidor de gas FT-4
	Medidor de energía DMK
	Tacómetro digital
Plantas de Agua	Instrumentación
	Suministro de medición de energía
	Compra de motores eléctricos
Cienaga/Subestaciones/Lotes/Aire	Compra de transformadores
	Suministro del sistema de medición de energía
	Compra motores eléctricos
	Indicadores de presión
Mantenimiento	Potenciómetro digital
	Ohmímetro
	Pértiga telescópica en fibra de vidrio 60 kv
	Transformador regulable de 0-440 voltios
	Escalera de extensión en fibra de vidrio 24 pasos
	Década para RT-D
	Indicadores de presión (patrones)

Tabla 6. Reposición de equipos por el departamento de Metalistería

Planta	Descripción
Urea	Bandas transportadoras ET-1/9/10
Nitrato de Amonio	Cangilones para elevador ET.4/6
	Maquina de corte con plasma
	Maquina de soldadura multiservicio con alimentador

9.1.2 Presupuesto de Personal. Dentro de este presupuesto viene detallado el número de personas que conforman cada uno de los departamentos de la Dirección de Mantenimiento, relacionados con sus cargos (Técnico Directivo, Técnico Mayor, Técnico 1, Técnico 2, Técnico 3, Obrero y Aprendiz), como lo muestra la tabla 7. Luego se calcula el total de horas hombre, con el fin de obtener los costos anuales de personal. Este costo incluye: Sueldos y salarios del personal de mantenimiento, Incluye beneficios y prestaciones del personal. (Ver anexo C)

Tabla 7. Número de personas en los departamentos de mantenimiento

Departamento	Cargo	Número de Personas
Metalistería	Técnico Directivo	4
	Técnico Mayor	2
	Técnico 1	6
	Técnico 2	2
	Técnico 3	2
	Obrero	1
	Aprendiz	0
Mecánica	Técnico Directivo	0
	Técnico Mayor	2
	Técnico 1	3
	Técnico 2	5
	Técnico 3	0
	Obrero	0
	Aprendiz	1
Electroneumática	Técnico Directivo	3
	Técnico Mayor	0
	Técnico 1	0
	Técnico 2	3
	Técnico 3	1
	Obrero	0
	Aprendiz	0

9.1.3 Presupuesto de Contratos. El presupuesto de contratos recopila toda la información a cerca de los trabajos que deben ser elaborados por un tercero, y se determina con base en las necesidades de las diferentes plantas productivas o de acuerdo con los resultados obtenidos en los trabajos anteriormente contratados. (Ver tabla 8,9,10)

Este presupuesto solo incluye los contratos relacionados con actividades de mantenimiento que se ejecutan a través del presupuesto de gastos tales como mantenimiento de rutina, parada mayor de planta, y otras paradas. También incluye los costos de mano de obra y materiales de mantenimiento suministrados por el contratista y el alquiler de los equipos necesarios para el cumplimiento de las actividades en cada una de los departamentos de la Dirección de Mantenimiento. (Ver anexo D)

Tabla 8. Contratos de mantenimiento del departamento de Mecánica

Planta	Descripción
Mantenimiento	Mantenimiento torno SG.44-1
	Mantenimiento y calibración del Durómetro
	Mantenimiento alesadora SG.44-2
	Babitado de chumaceras
Urea	Babitado de chumaceras
Plantas de Agua	Protección para los tazones bombas
	Babitada de chumaceras
	Mantenimiento Turbo TG.2

Tabla 9. Contratos de mantenimiento del departamento de Electroneumática

Planta	Descripción
Amoniaco	Mantenimiento general de subestación #2
Arcilla	Mantenimiento General de subestación #3
Acido Nítrico	Reparación rotor MCR-1
	Mantenimiento general de subestación #4
Planta Eléctrica	Mantenimiento General subestación Centro de Generación Eléctrica
Cienaga/Subestaciones/Lotes/Aire	Bobinado motor de 200 H.P de Cienaga
	Bobinar motor lotes
	Mantenimiento a las subestación #6 y transformador de potencia
	Bobinado y reparación de motores
	Mantenimiento general de potencia

	Cambio de CCM
Urea	Mantenimiento y reparación de motores
Plantas de Agua	Mantenimiento de transformadores de potencia

Tabla 10. Contratos de mantenimiento del departamento de Metalistería

Planta	Descripción
Amoniaco	Fabricación de los enfriadores E-18 A-B
Urea	Insulación de tuberías y equipos
Nitrato de Amonio	Insulación parcial para el TR-1
Plantas de Agua	Insulación del A-7
Mantenimiento	Reparación de la roscadora marca Ridgid y la cizalla eléctrica
	Mejoramiento baños
	Mejoramiento locativo oficina (puerta, vidrio, demolición de portón, etc.)
	Construcción de cómodas metálicas
	Mantenimiento general de suspensión LUV BUW 609
	Entapizado de los cojines LUV BUW 609
	Arreglo de luces LUV BUW 609
	Mantenimiento en general LUV BUW 609
	Reparación de las hojas de muelle lado izquierdo CAMION MACK INA 080
	Mantenimiento general CARGADOR 950
	Mantenimiento general MONTACARGA 401
	Reparación general al sistema de rodamientos. CATERPILLAR 507
	Mantenimiento general de CATERPILLAR 507
	Mantenimiento general de GRUA

10. INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

“Lo que se mide se puede gestionar y lo que se gestiona se puede mejorar”⁴, esta es la proposición base con la cual se inicia el trabajo de identificación de indicadores claves de desempeño dentro de un proceso.

La selección del conjunto de indicadores adaptados a los objetivos estratégicos previamente establecidos constituye un proceso laborioso, ya que el indicador ha de recoger con precisión el contenido del objetivo buscando la relación de causa-efecto entre ambos. Los indicadores, además de medir los resultados obtenidos deben facilitar la búsqueda de las causas de ineficiencia y apuntar la orientación a seguir para la resolución de los problemas. Por otra parte, las fuentes de información requeridas para su elaboración han de estar disponibles y ser de fácil accesibilidad.

Desde el punto de vista del mantenimiento se deben identificar aquellos indicadores claves para sí mismos, pero también para el buen desempeño dentro de la Organización. El punto de partida para el planteamiento de los indicadores de desempeño es identificar claramente la misión y visión de la Empresa, pasando a la generación de un árbol de indicadores alineado bajo los objetivos del negocio y las metas trazadas en los planes. Partiendo de esto, se deben seguir los siguientes pasos para la mejora continua:

- Definir hojas de vida de los indicadores.
- Utilizar sistemas de información gerencial para el análisis de resultados.
- Establecer un plan de mejoramiento de gestión.

10.1 MISIÓN DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

“Producir y comercializar nutrientes para abonar el campo”.

10.2 VISIÓN DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

“Liderar la Industria Agroquímica Latinoamericana en beneficio del desarrollo sostenible del Sector Agrícola”.

⁴ ORTIZ, Daniel. Ingeniero Mecánico, UIS. Coordinador Inventario y Bodega, Departamento de Mantenimiento de Plantas Refinería de Cartagena ECOPETROL S.A.

10.3 INDICADORES DE DESEMPEÑO PLANTEADOS PARA LA DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO

Teniendo en cuenta que gestión tiene que ver con administrar y/o establecer acciones concretas para hacer realidad los trabajos programados y planificados, los indicadores de desempeño están relacionados con los ratios que nos permiten administrar realmente un proceso; son factores para establecer el logro y el cumplimiento de la misión, objetivos y metas de un determinado proceso. Los indicadores de desempeño son ante todo, información, es decir, agregan valor y deben tener los atributos de la información, tanto en la forma individual como cuando se presentan agrupados.

A continuación se presenta los indicadores de desempeño planteados dentro de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A., con sus respectivas formulas para el cálculo:

Tabla 11. Indicadores de desempeño

Perspectiva	Indicador	Formula de Calculo	Unidad de Medida
<i>Financiera</i>	Costos de Mantenimiento	Costos de Mantenimiento Real Vs Costos de Mantenimiento Planeado	\$
	Costos de Mano de Obra	Costos de Mano de Obra Real Vs Costos de Mano de Obra Planeado	\$
	Costos de Materiales	Costos de Materiales Real Vs Costos de Materiales Planeado	\$
	Costos de Contratos	Costos de Contratos Real Vs Costos de Contratos Planeado	\$
	Costos de Mantenimiento por Planta	Costos de Mantenimiento por Planta Real Vs Costo de Mantenimiento por Planta Planeado	\$
<i>Operacional</i>	Disponibilidad de Planta	(Tiempo de Operación Real / Tiempo Calendario de Operación Planeado) * 100	%
	Cumplimiento de la Programación de OT's	Número de Actividades Ejecutadas / Numero de Actividades Planeadas	%
	Número de OT's en Espera	Número de OT's en Espera	#
	Eventos de Paradas por Planta	Número de Eventos de Paradas de Planta Programados y no Programados	#
	Relación de Mantenimiento Preventivo/Correctivo	Número de OT's Preventiva / Total de OT's Vs Número de OT's Correctivas / Total de OT's	%
	Disponibilidad de Equipos	(Tiempo de Operación Real / Tiempo Calendario de Operación Planeado) * 100	%
<i>Interna</i>	Indice de Accidentalidad	Número de Accidentes Reportados en Mantenimiento	#
	Indice de Accidentalidad por Departamento	Número de Accidentes Reportados por Departamento	#

Fuente: Autor del Proyecto

10.4 ÁRBOL DE INDICADORES

El árbol de indicadores facilita la claridad organizacional en torno a cómo los resultados de cada dependencia contribuirán con el resultado del negocio. Es preciso destacar que no siempre la relación entre las ramas es directa, tanto que en varios casos el resultado del indicador del nivel superior no corresponde a la suma de los indicadores hijos, pero su variación hará que el resultado también varíe directa o inversamente proporcional según sea el caso.

La elaboración de diagramas de Causa-Efecto permite en un primer momento enlazar los indicadores de desempeño (PI) con sus respectivos indicadores claves de desempeño (KPI) dentro de las perspectivas del negocio, lo cual permite enlazar fácilmente cada perspectiva con la planeación estratégica. Así, el nexo entre la misión y las perspectivas básicas de desarrollo empresarial puede quedar configurado tal como se muestra en el Anexo E dentro de una estructura conocida

como “Árbol de Indicadores” que permite visualizar las iteraciones de dichos indicadores dentro de la función mantenimiento.

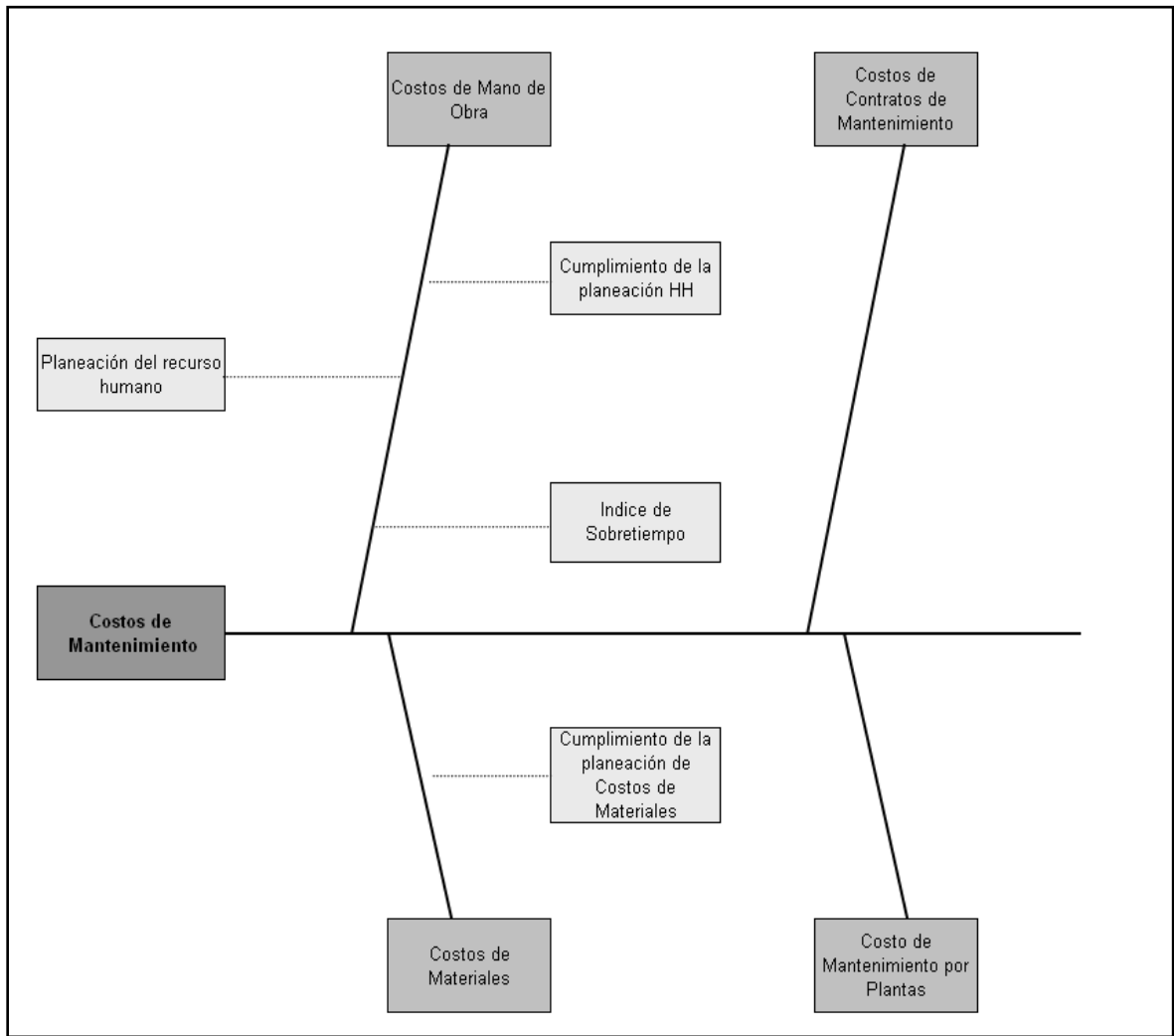
10.4.1 Relación Causa-Efecto. Los diagramas de Causa-Efecto o en forma de “espina de pescado” ayudan a identificar las posibles causas de un problema y muestran como se relacionan la una con la otra; es decir, permiten agrupar o ubicar infinidad de causas que pueden tener relación con una determinada característica⁵. Debido a lo anterior, se define una estrategia como un conjunto de hipótesis sobre las relaciones Causa-Efecto, por lo cual el planteamiento de cada una de las perspectivas de desarrollo está basado en un análisis que relaciona el significado de la estrategia de la Dirección de Mantenimiento con la Organización. El Sistema de Indicadores hace que la relación (hipótesis) entre los objetivos (indicadores) en las diversas perspectivas sea explícita, a fin de ser gestionadas y convalidadas.

A continuación se presenta el análisis Causa-Efecto para cada uno de los Indicadores Claves de Desempeño para la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.:

- Costos de Mantenimiento (Figura 19).

Figura 18. Análisis Causa-Efecto para el indicador “Costos de Mantenimiento”

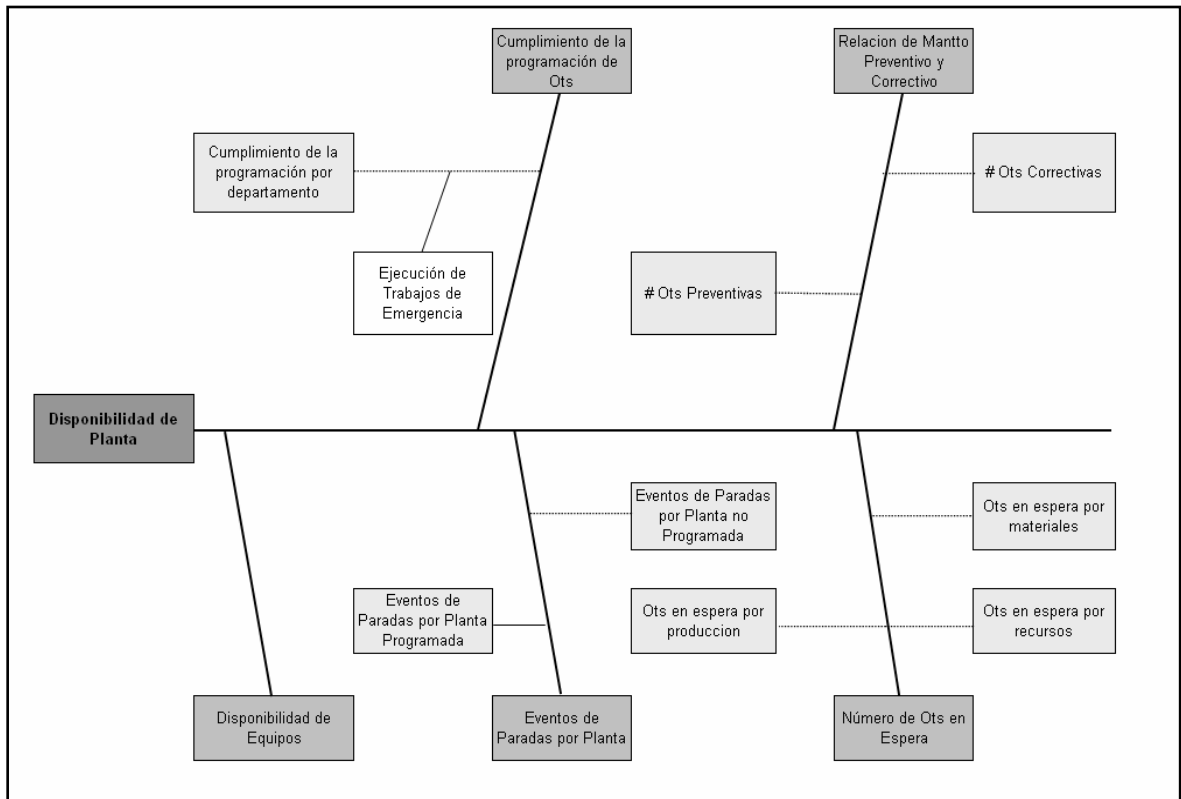
⁵ VILLALOBOS, Alberto R. La Organización Basada en Prácticas de Calidad. Gerencia de Servicios Industriales. Gerencia Complejo Barrancabermeja ECOPETROL S.A.



Fuente. Autor del Proyecto

- Disponibilidad de Planta (Figura 20)

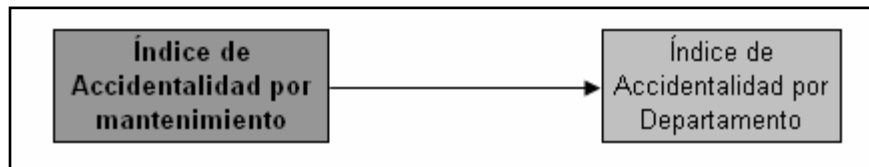
Figura 19. Análisis Causa-Efecto para el indicador “Disponibilidad de Planta”



Fuente. Autor del Proyecto

- Índice de Accidentalidad de Mantenimiento (Figura 21)

Figura 20. Análisis Causa-Efecto para el indicador “Índice de Accidentalidad de Mantenimiento”



Fuente. Autor del Proyecto

10.4.2 Perspectivas de Desarrollo. Los indicadores de desempeño deben estar integrados y ser independientes para proporcionar una perspectiva general sobre la misión y visión de la empresa, aunque estos varían de acuerdo con las necesidades de la Empresa.

Para la Dirección de Mantenimiento y de acuerdo con las necesidades organizacionales de FERTICOL S.A., fue necesario establecer tres (3) perspectivas de desempeño conectadas directamente con las metas de la Empresa, para que su uso no desvíe los verdaderos problemas y garantice un buen planteamiento de las soluciones basadas en hechos y demostraciones reales.

- Perspectiva Financiera: La perspectiva financiera relaciona las medidas claves de desempeño de mantenimiento que permiten a la alta gerencia cuantificar mediante resultados reales el impacto que mantenimiento representa sobre las ganancias y los costo en que este puede incurrir.

El cálculo de los indicadores que corresponden a esta perspectiva permite ser revisados anualmente y en ocasiones semestralmente, a fin de garantizar que las cifras obtenidas correspondan con lo previsto con la Organización.

- Perspectiva Operacional: Esta perspectiva relaciona la función mantenimiento con la disponibilidad de las plantas, logrando garantizar el buen funcionamiento de las mismas y su óptimo rendimiento.

Los indicadores que encierran la perspectiva operacional pueden ser revisados semanal y mensualmente, según las necesidades y requisitos planteados en la Empresa.

- Perspectiva Interna: Actualmente, esta perspectiva ha cobrado gran valor dentro de las Organizaciones, debido a que la Seguridad Industrial del personal es uno de los factores que mayor influyen sobre costos, pues el recurso humano implica alta inversión en caso del incumplimiento de lo establecido por la ley.

11. HOJA DE VIDA DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO PARA MANTENIMIENTO

Como aporte a la gestión administrativa del conocimiento, el control de los Indicadores de Desempeño de Mantenimiento (KPI) se manejará bajo el concepto de hoja de vida de los indicadores, pues su construcción y documentación es clave para la implementación y mejoramiento continuo de los mismos. Con ellas se establece un único y claro lenguaje con los administradores de los Sistemas de Información Gerencial, a fin de lograr que su construcción esté acorde con las metas y planes de la Empresa.

Una hoja de vida de un indicador contiene: Título, Fecha de actualización, Abreviatura, Descripción, Objetivo, Frecuencia para generarlo, Frecuencia para revisarlo, Cargo responsable de calcularlo, Cargo responsable de reportarlo, Cargo responsable de revisarlo, Formula para el cálculo con su respectiva unidad de medida, Descripción de Componentes, Fuentes de información, Responsables de la medición, Histórico de la medición, Herramientas informáticas de soporte, Descripción del indicador. (Ver anexo F)

12. SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL DE MANTENIMIENTO SIG

El Sistema de Información Gerencial SIG es una herramienta integrada que recopila un conjunto de indicadores claves del desempeño de mantenimiento, necesarios para liderar los procesos administrativos actuales dentro del área. Este Sistema fue diseñado en Microsoft Excel 2003, de fácil comprensión que permite a sus usuarios acceder de manera amigable, segura y rápida a las diferentes opciones ofrecidas por el sistema.



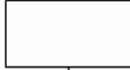
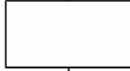


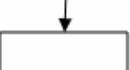

El SIG traduce la misión y visión de la Empresa, en un amplio conjunto de medidas de actuación que proporcionan la estructura necesaria para conformar un sistema de medición y gestión estratégica.

A sabiendas que cada organización es única y que puede definir su propio camino para la construcción de los indicadores de desempeño necesarios para la medición de su gestión, el Sistema de Información Gerencial SIG es adaptable a las características de cualquier empresa, aunque para este caso específico, su desarrollo e implementación se fundamentaron en las necesidades de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A., quedando enmarcado bajo el orden de tres (3) perspectivas de desarrollo (Financiera, Operacional e Higiene y Seguridad Industrial HSE), las cuales le permiten a la Empresa seguir la pista de los resultados financieros y no financieros, al mismo tiempo que observan los progresos en la formación de aptitudes y la adquisición de los bienes tangibles necesarios para su crecimiento futuro. (Ver Manual del SIG)

12.1 PROCEDIMIENTO

El SIG es un sistema de fácil uso, por lo cual los responsables de acceder a él deben tener un conocimiento claro a cerca de los objetivos del área y de las fuentes de información requeridas (SIM o sistemas de información manual) para extraer los datos necesarios para el cálculo de los indicadores, a fin de garantizar los resultados obtenidos y permitiendo a la alta gerencia tomar sus decisiones basados en datos y hechos reales. (Ver figura 22)

Figura 21. Procedimiento Sistema de Información gerencial SIG

Nº	Diagrama de Flujo	Descripción
1		
2		Generar un reporte en la Base de Datos (SIM) para el cálculo de los indicadores de desempeño
3		Ingresar al SIGMA e importar los datos del reporte del SIM
4		Definir el tipo de medición que se empleará para extraer los datos de la planeación.
5		Incluir datos manuales
6		Seleccionar la Perspectiva de desempeño que desea analizar
7		Generar reporte del periodo de estudio en el SIGMA
8		

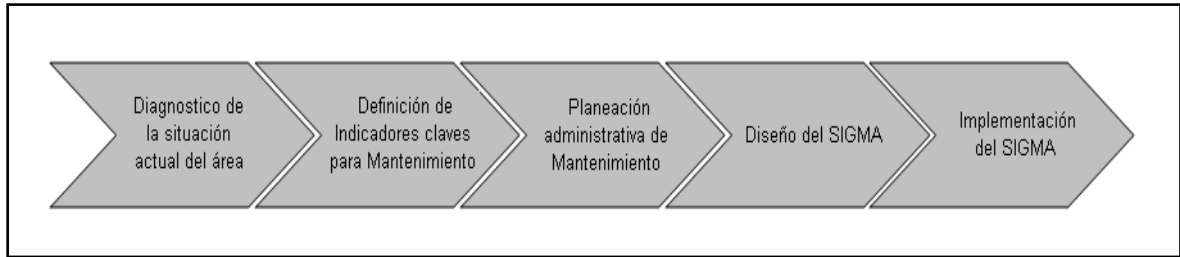
Fuente. Autor del Proyecto

12.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SIG

El proceso de implementación en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. inició luego de validar el plan estratégico de la empresa acordado hasta el 2010 y establecer un mapa a seguir para cubrir la brecha entre la situación actual y la deseada.

La puesta en marcha del sistema siguió una planificación organizada conceptualmente (ver Figura 23), en la que pueden identificarse las fases de análisis, diseño e implementación:

Figura 22. Fases para el Diseño e Implementación del SIG



Fuente: Autor del Proyecto

- **Diagnostico de la Situación Actual.** En esta etapa se definen las fuentes y formas de recopilar la información a utilizar para el diseño del sistema.
- **Definición de indicadores claves para mantenimiento.** Los indicadores planteados dentro de la Dirección de Mantenimiento, se establecieron en función de tres perspectivas de desarrollo (Financiera, Operacional y de Seguridad Industrial). Esta etapa además, presenta las relaciones causa-efecto entre los indicadores.
- **Planeación Administrativa de Mantenimiento.** Esta se encuentra definida básicamente por el presupuesto de la Dirección ligado a los objetivos estratégicos de la empresa.
- **Diseño del SIG.** Después de definir los indicadores y la planeación administrativa, se crea el sistema de información gerencial (SIG) para la medición y el cálculo de los indicadores de desempeño de mantenimiento.
- **Implementación del SIG.** La duración de esta etapa fue de varios meses y en él tuvo lugar la comunicación a todos los miembros del área de Mantenimiento del cambio producido en el ámbito de la gestión y la implantación del sistema gerencial (SIG), que entre otras actividades implicó la formación de los usuarios, en cuanto al manejo de la aplicación informática, y el comienzo del uso de los indicadores con fines comparativos y de toma de decisiones.

12.2.1 Situación actual. La Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. es un área de vital importancia dentro de la organización, pues esta es la encargada de garantizar el buen funcionamiento de las unidades operativas.

La función mantenimiento que se viene manejando en FERTICOL S.A., es netamente correctiva, debido a que la prioridad es mantener las plantas y equipos en operación continua, lo cual en ocasiones no favorece la labor que desempeñan como área soporte para la producción. Por tanto, actualmente están encaminados en la búsqueda de estrategias de mejoramiento que permitan, no solo garantizar la disponibilidad de los equipos, sino también evitar la inestabilidad operativa dentro de la cadena productiva. Aunque esto, requiere de tiempo y empeño para su fortalecimiento, se espera que el control, planeación y la medición de indicadores mediante el Sistema de Información Gerencial, sean factores claves para acercarse a los niveles de mantenimiento ideales dentro de las organizaciones y a su vez cambiar la cultura, pasando de una gerencia basada en intuiciones a que permita plantear estrategia basadas en datos y hechos reales, con el fin de fortalecer el proceso de toma de decisiones, y por ende garantizar el mejoramiento de la función mantenimiento dentro de la Empresa.

Durante el año 2005, la Gestión de Mantenimiento en FERTICOL S.A. fue sin duda una labor titánica, considerando el sinnúmero de variantes presentadas, dentro de las cuales cabe destacar la falta de recursos económicos, lo que imposibilitó la consecución oportuna de los repuestos y en donde la prioridad se convirtió en el mejor aliado. Además, cabe resaltar que a pesar de ser limitado el recurso humano con el que actualmente cuenta la Dirección, este ha redoblado sus esfuerzos contribuyendo al cumplimiento del objetivo, aunque al final se convierta en un costo de mano de obra superior al que la empresa puede cubrir.

12.2.2 Resultados. El objetivo del proceso de implementación del Sistema de Información Gerencial SIG se cumple cuando los indicadores con los cuales se monitoriza se han calculado y los procesos deficientes que originan problemas han sido mejorados y/o controlados o en el momento en que las nuevas prácticas se han incorporado en la cultura organizacional del área involucrada dentro de la investigación, todo lo cual debe reflejar una buena toma de decisiones.

A continuación se recopilan los resultados derivados del proceso de implementación del SIG, como respuesta al proceso de medición y control de las actividades de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. Estos datos son producto del seguimiento realizado durante un periodo de tiempo de observación correspondiente a los tres (3) últimos meses de año 2005, lo cual permitió analizar y evaluar los puntos claves para la demostración y/o validación de la hipótesis planteada dentro de esta investigación.

Es importante resaltar, que todos los indicadores se evaluaron con la participación del Director de Mantenimiento, los Jefes de Departamento y la Coordinación de

Planeación, en cumplimiento con el Plan de Control de Gestión planteado para la Dirección de Mantenimiento de FERTICOL S.A.

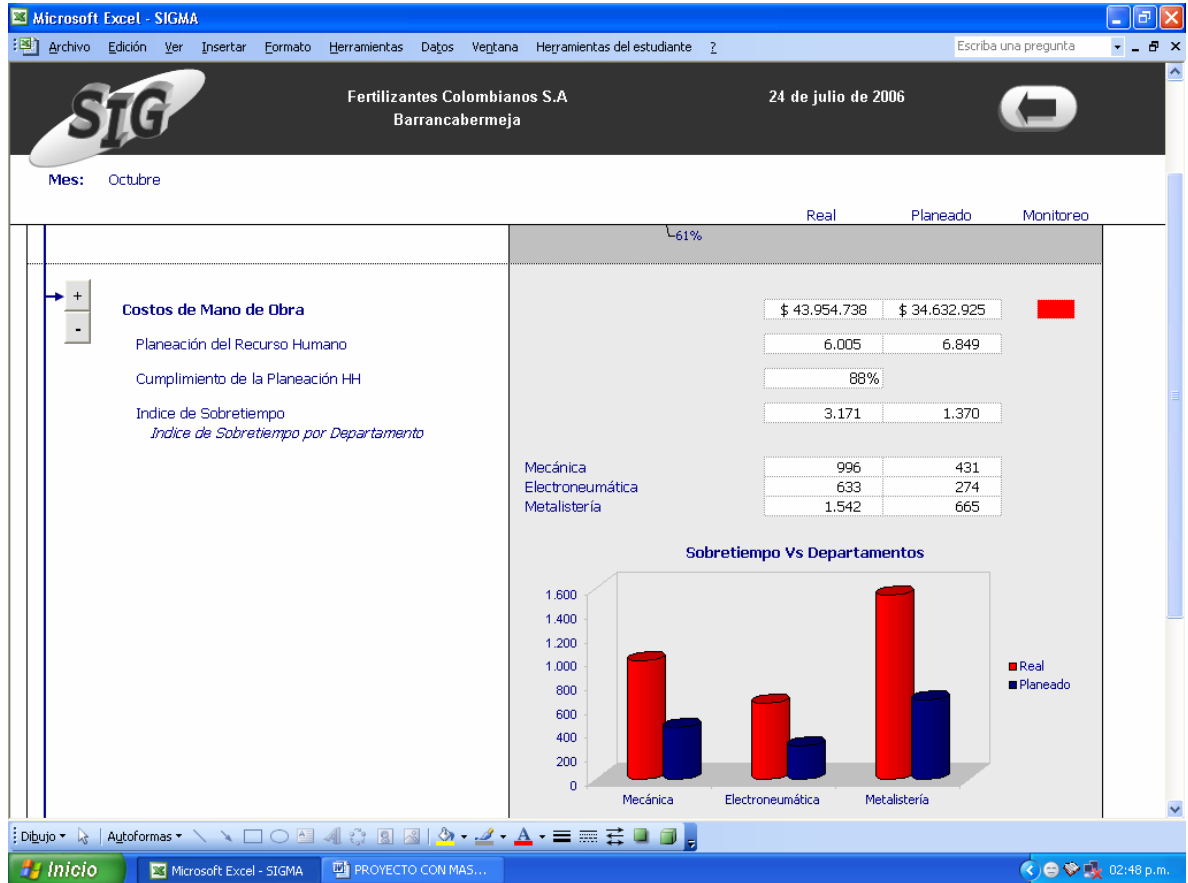
- Resultado de Medición mes de Octubre
 - Perspectiva Financiera

Figura 23. Costos de Mantenimiento mes de Octubre



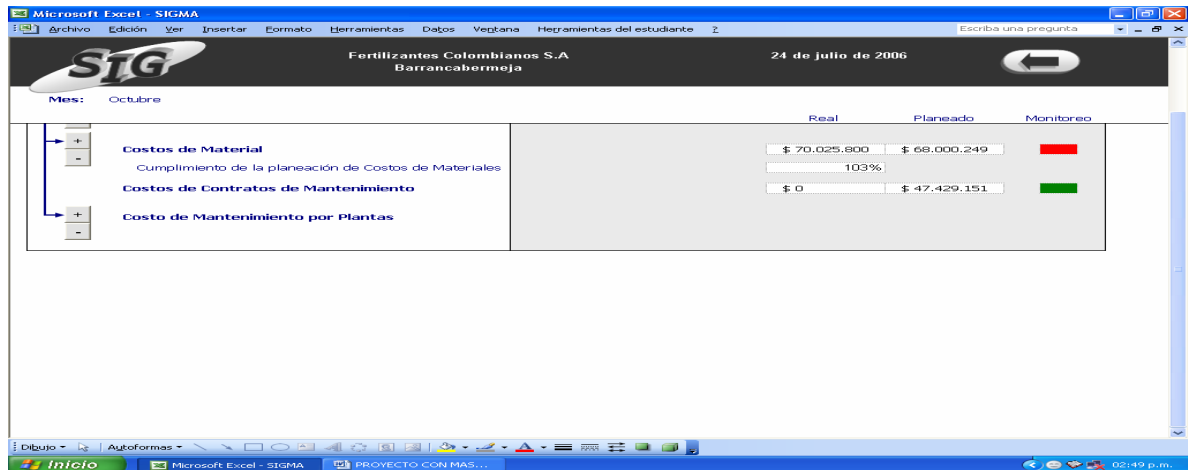
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 24. Costos de Mano de Obra mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 25. Costos de Materiales y Contratos mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

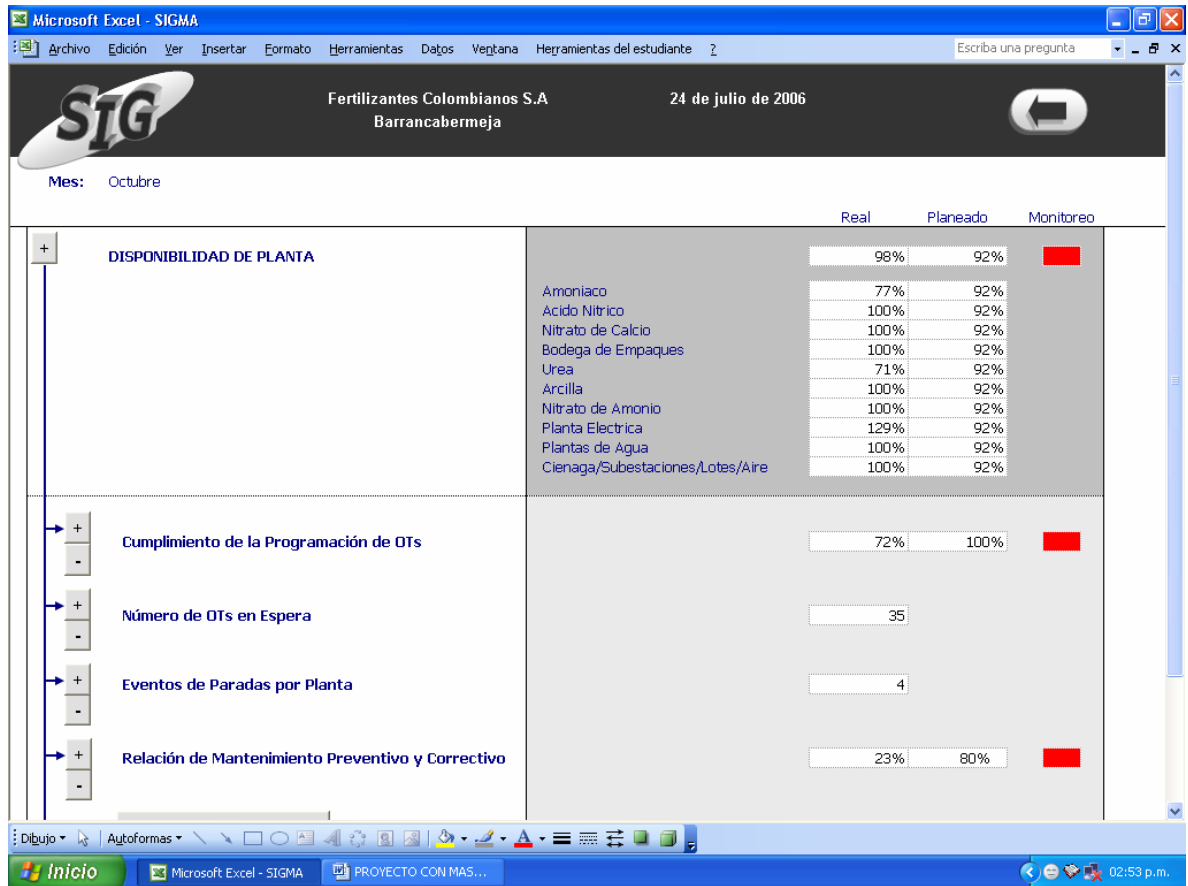
Figura 26. Costos de Mantenimiento por Plantas mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

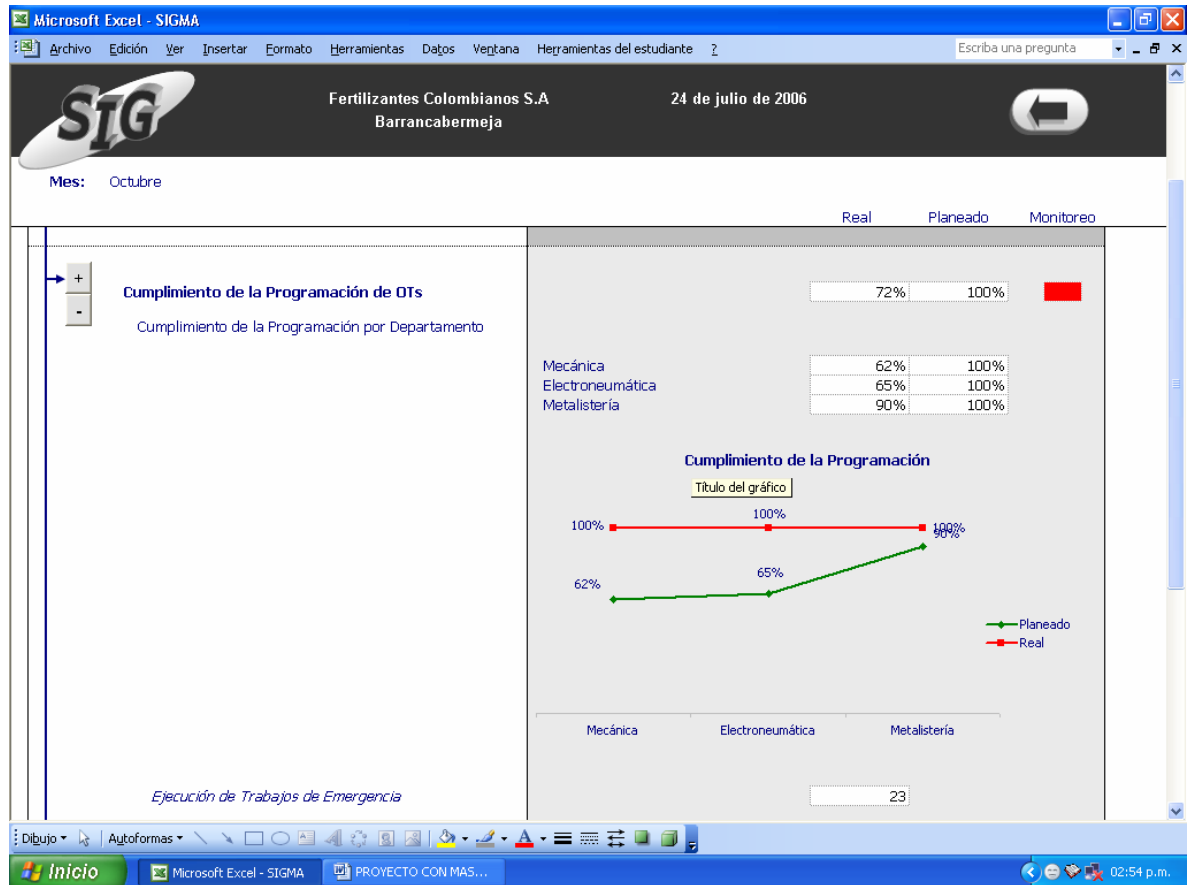
- Perspectiva Operacional

Figura 27. Disponibilidad de Planta mes de Octubre



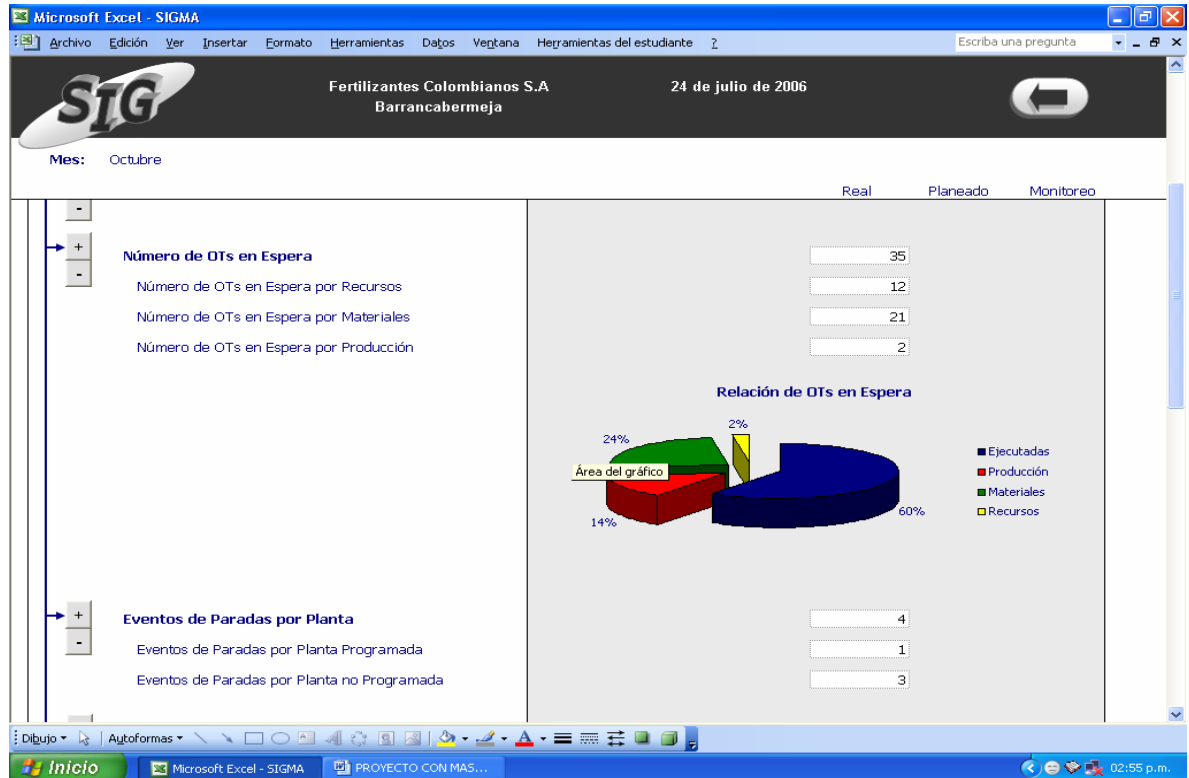
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 28. Cumplimiento de la Programación mes de Octubre



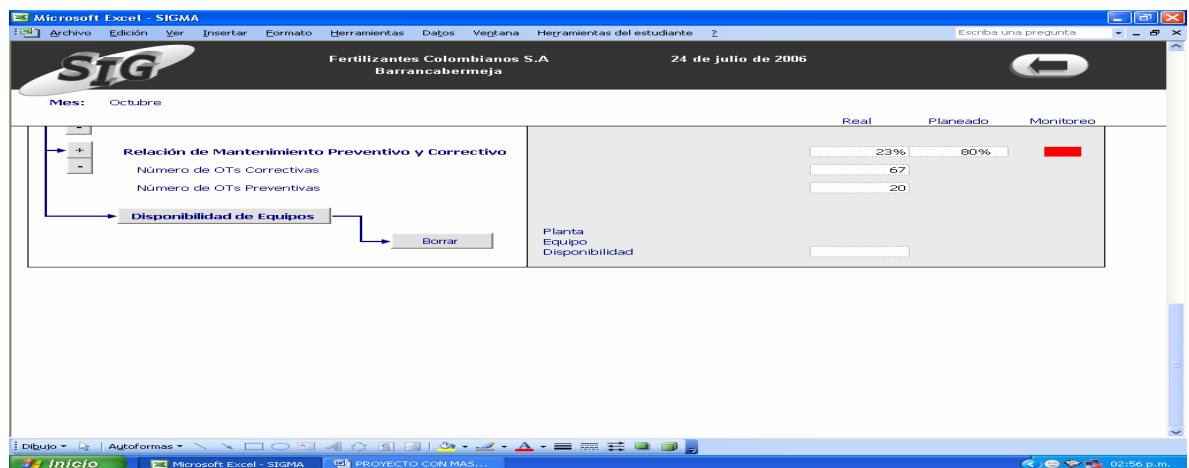
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 29. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

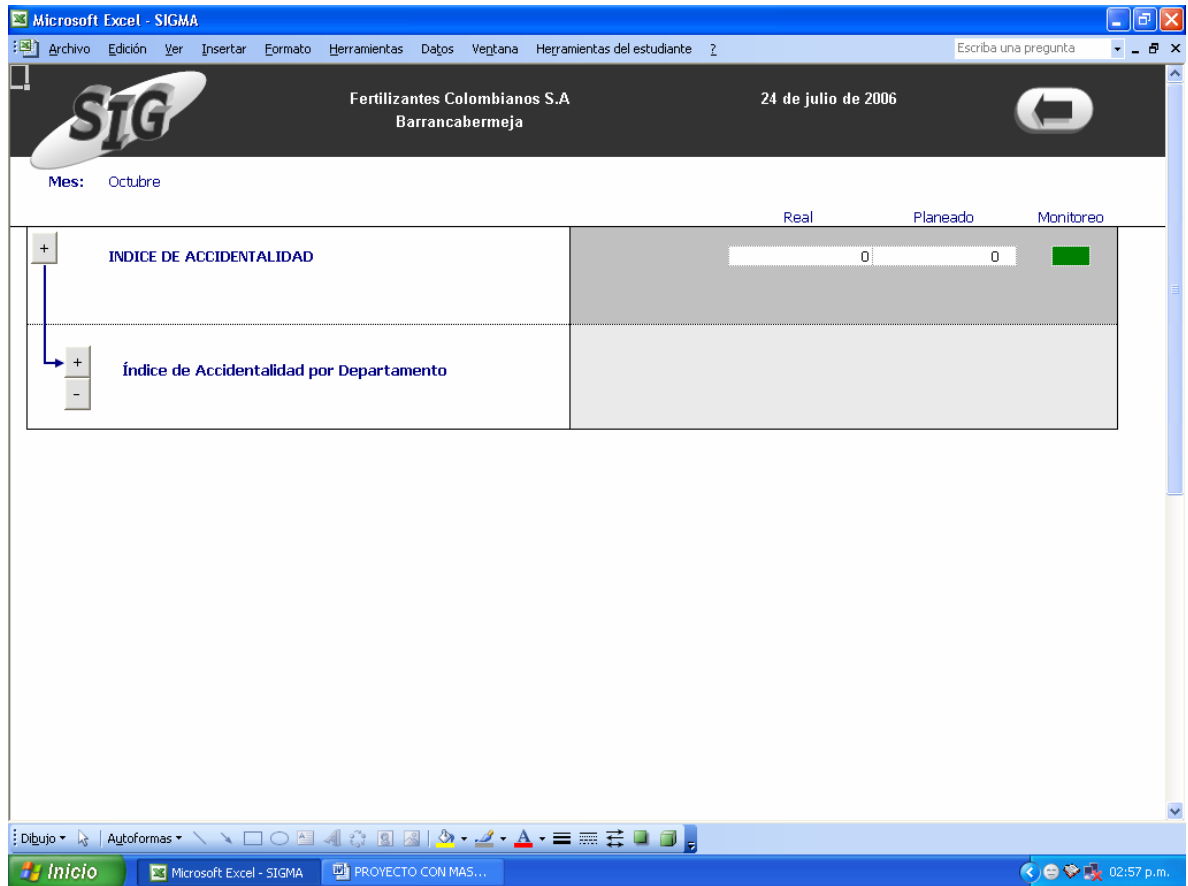
Figura 30. Relación de Preventivo/Correctivo mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

- Perspectiva Interna

Figura 31. Índice de Accidentalidad mes de Octubre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

- Resultado de Medición mes de Noviembre

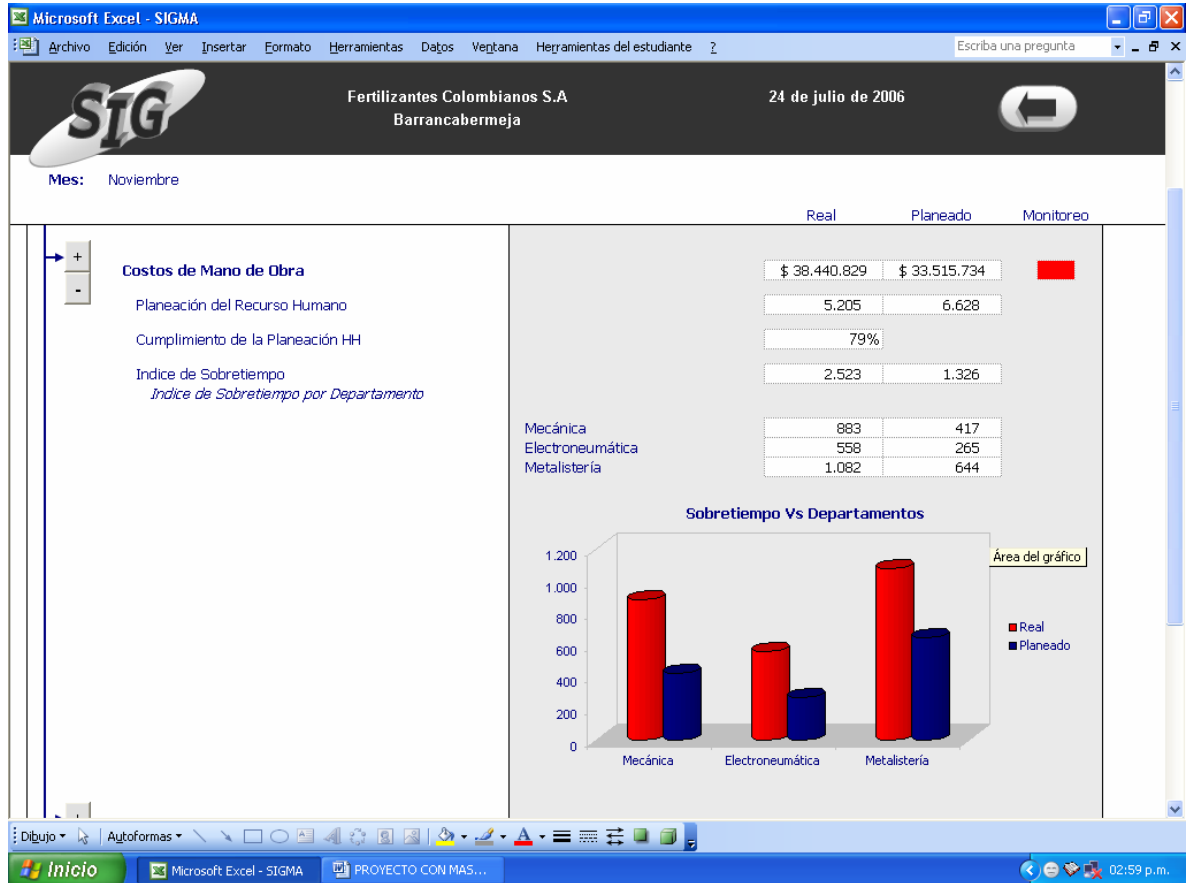
- Perspectiva Financiera

Figura 32. Costos de Mantenimiento mes de Noviembre



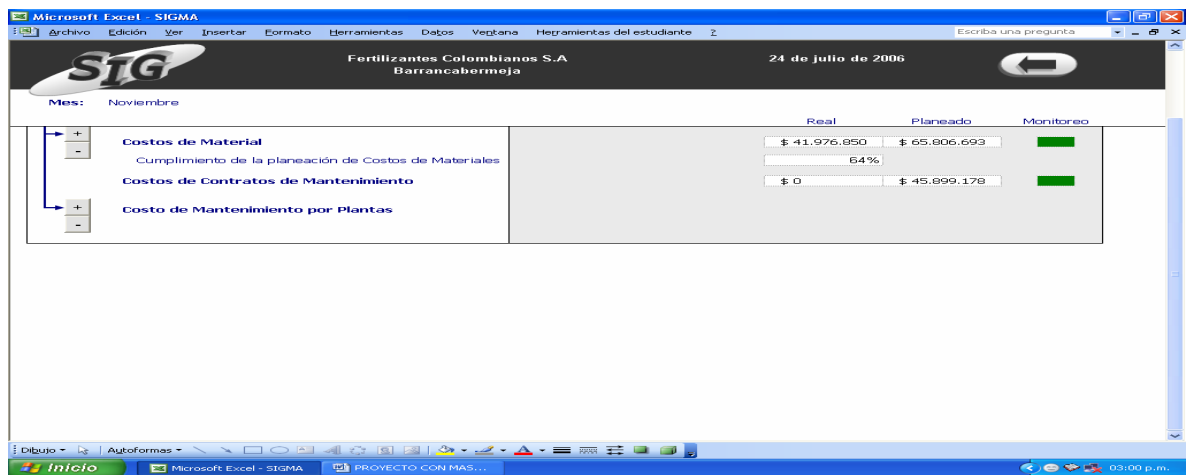
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 33. Costos de Mano de Obra mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 34. Costos de Materiales y Contratos mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

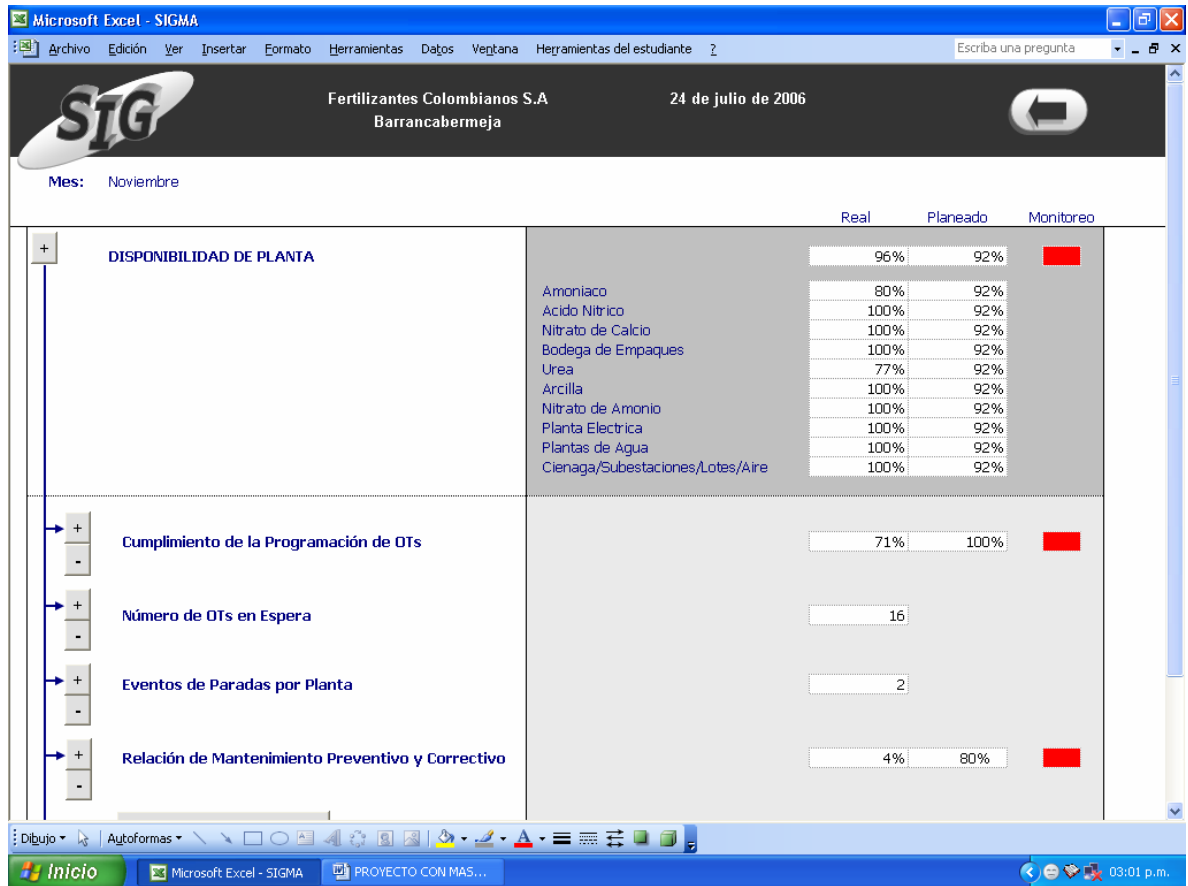
Figura 35. Costos de Mantenimiento por Plantas mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

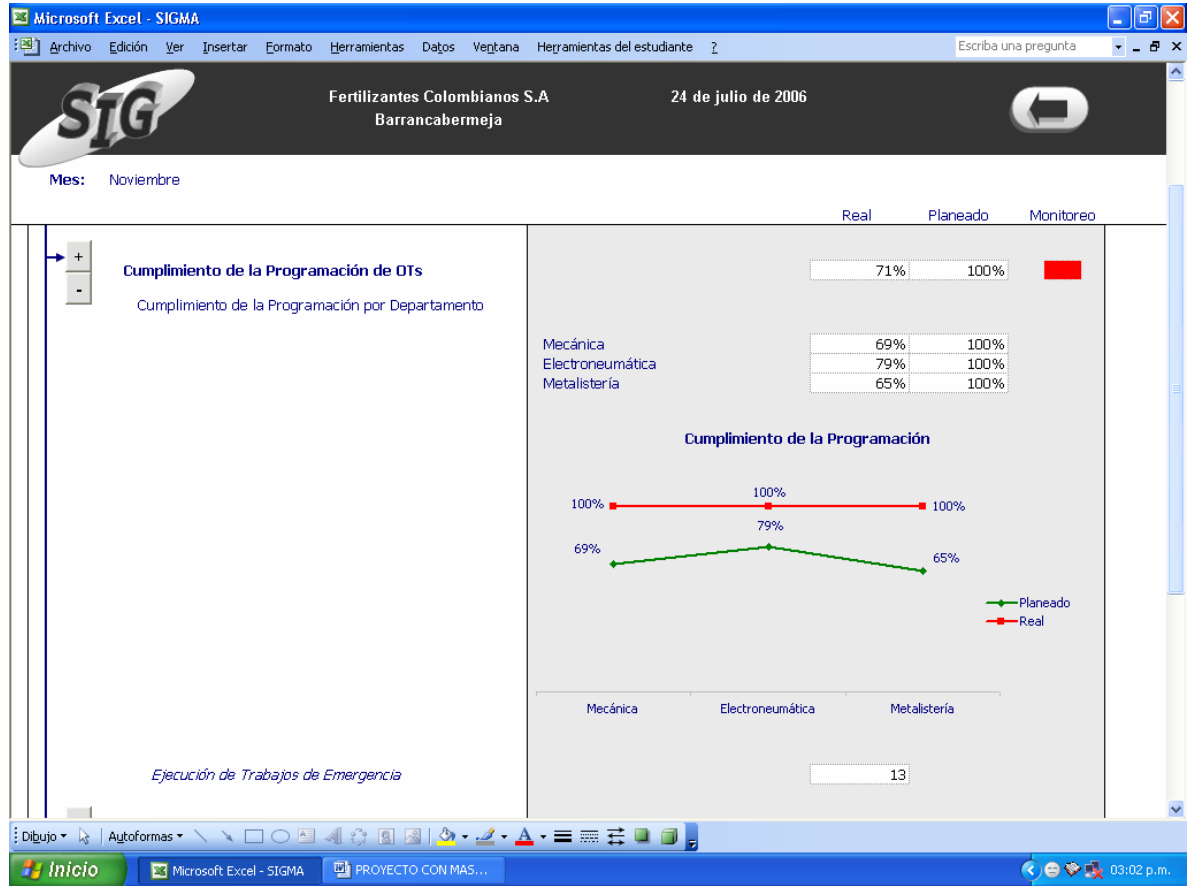
- Perspectiva Operacional

Figura 36. Disponibilidad de Planta mes de Noviembre



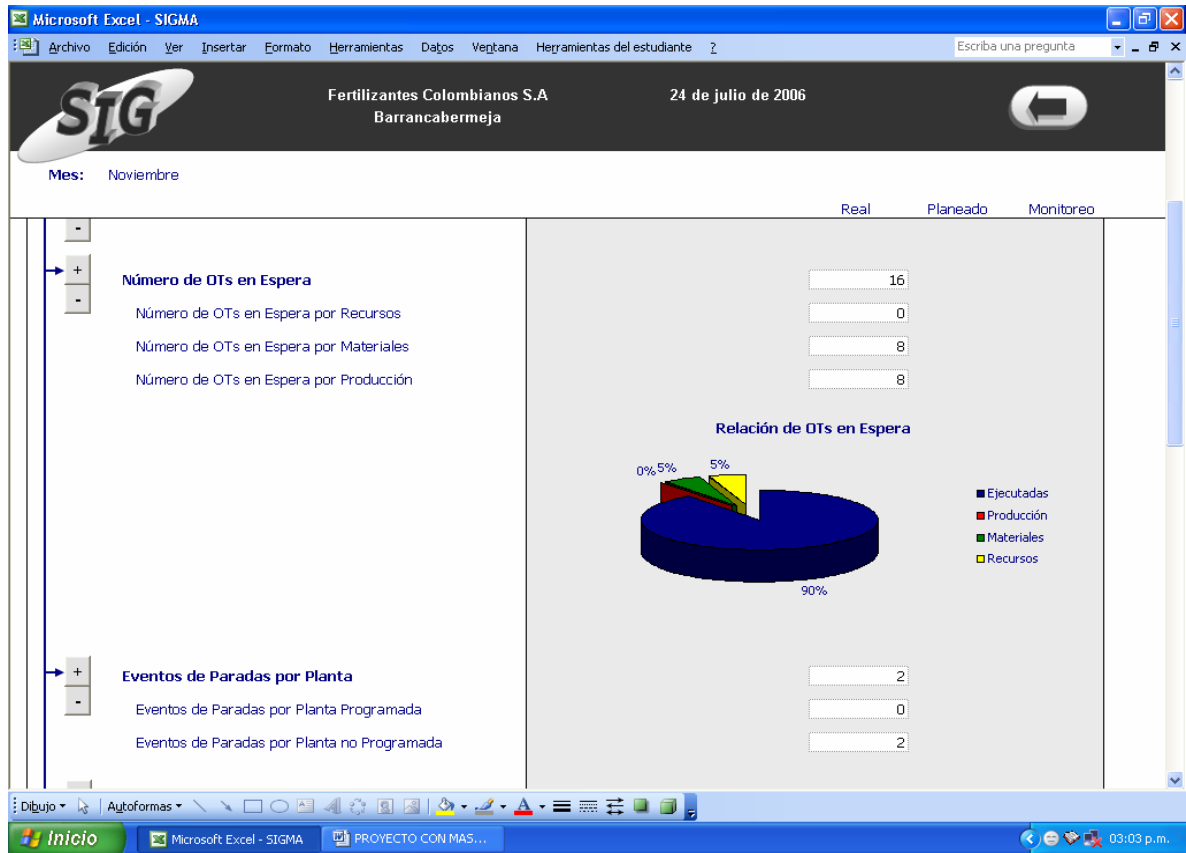
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 37. Cumplimiento de la Programación de OTs mes de Noviembre



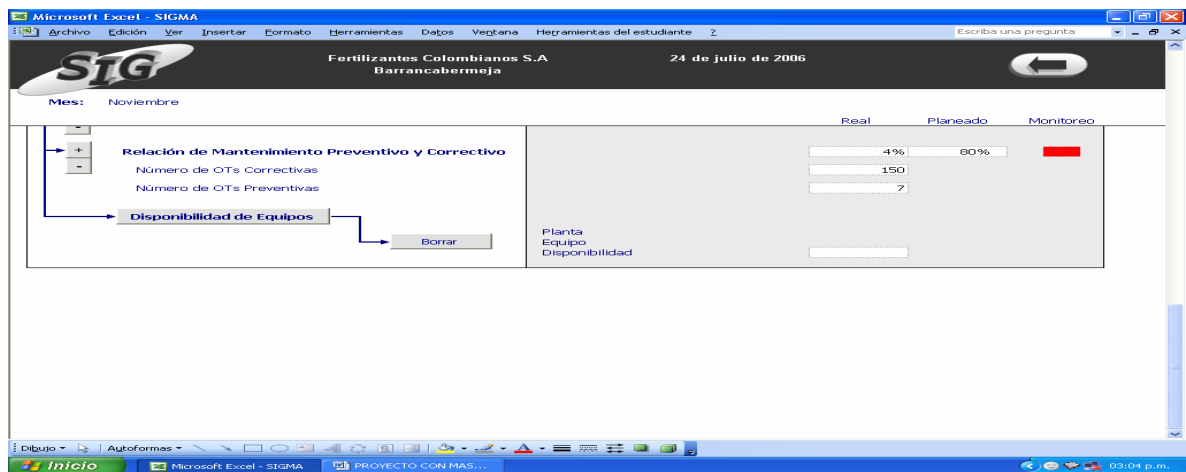
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 38. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

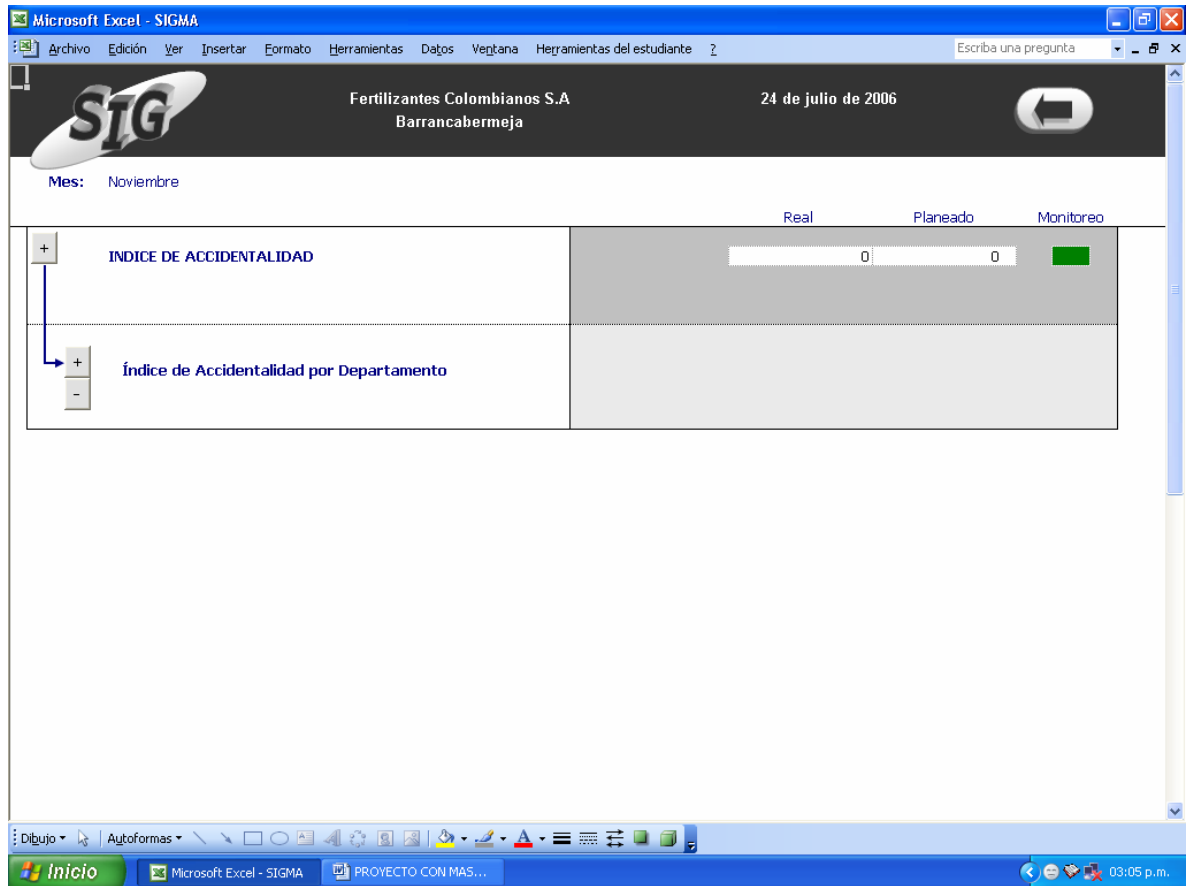
Figura 39. Relación de Preventivo/Correctivo mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

- Perspectiva Interna

Figura 40. Índice de Accidentalidad mes de Noviembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

- Resultado de Medición mes de Diciembre

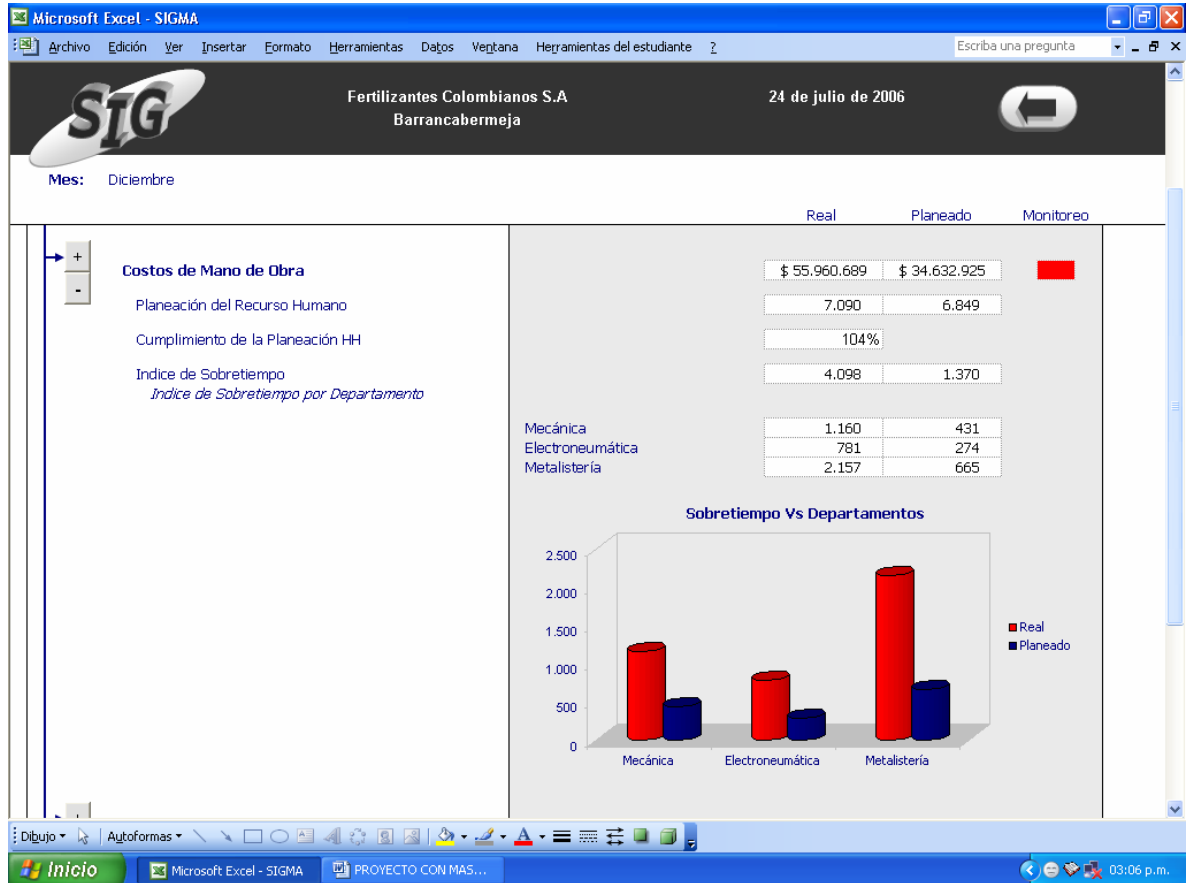
- Perspectiva Financiera

Figura 41. Costos de Mantenimiento mes de Diciembre



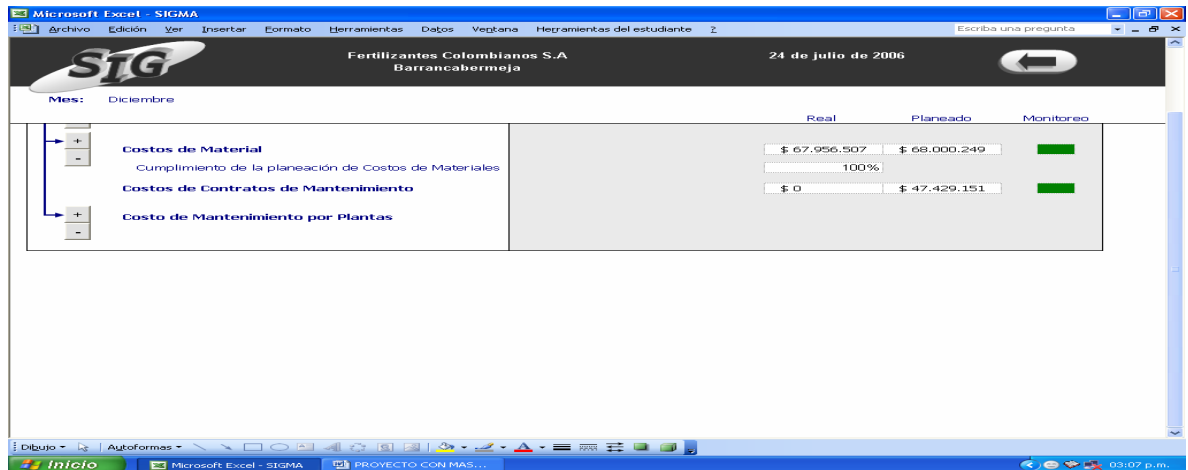
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 42. Costos de Mano de Obra mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 43. Costos de Materiales y Contratos mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

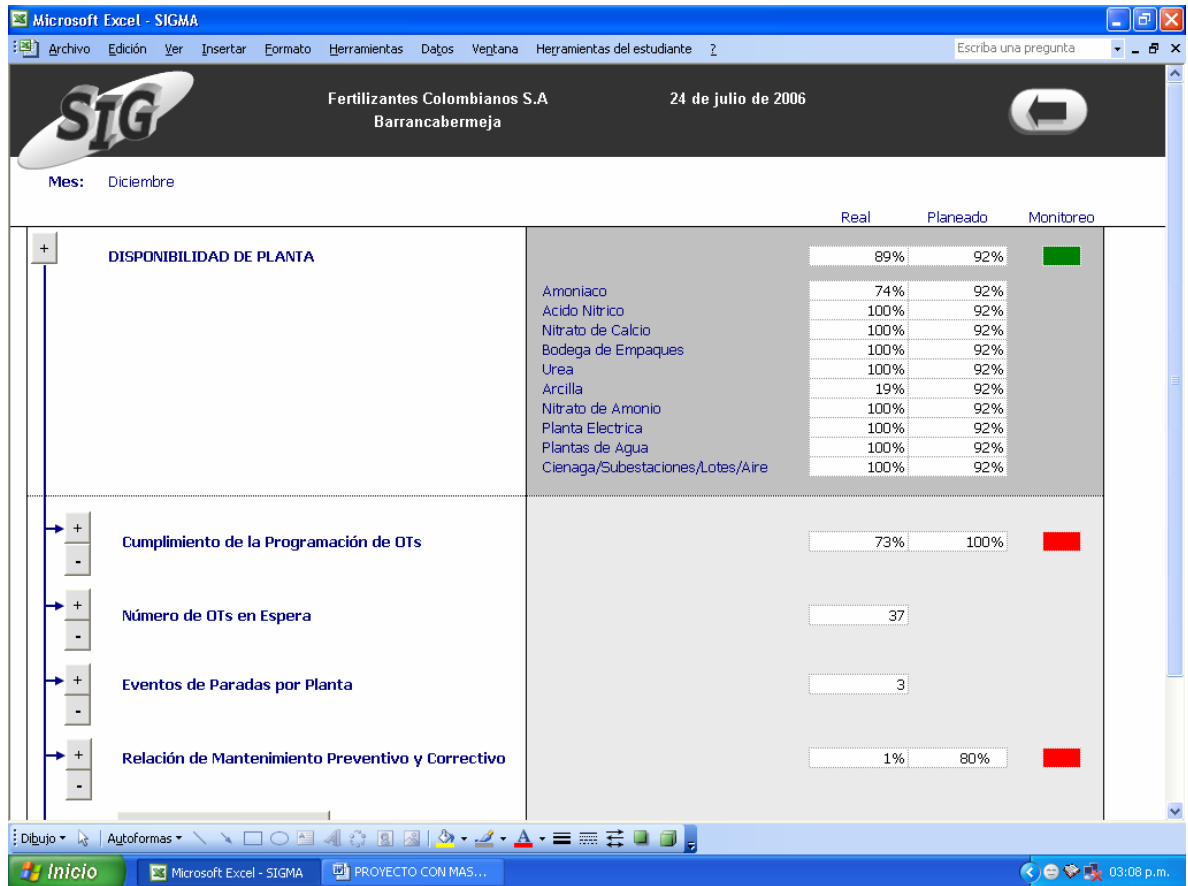
Figura 44. Costos de Mantenimiento por Planta mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

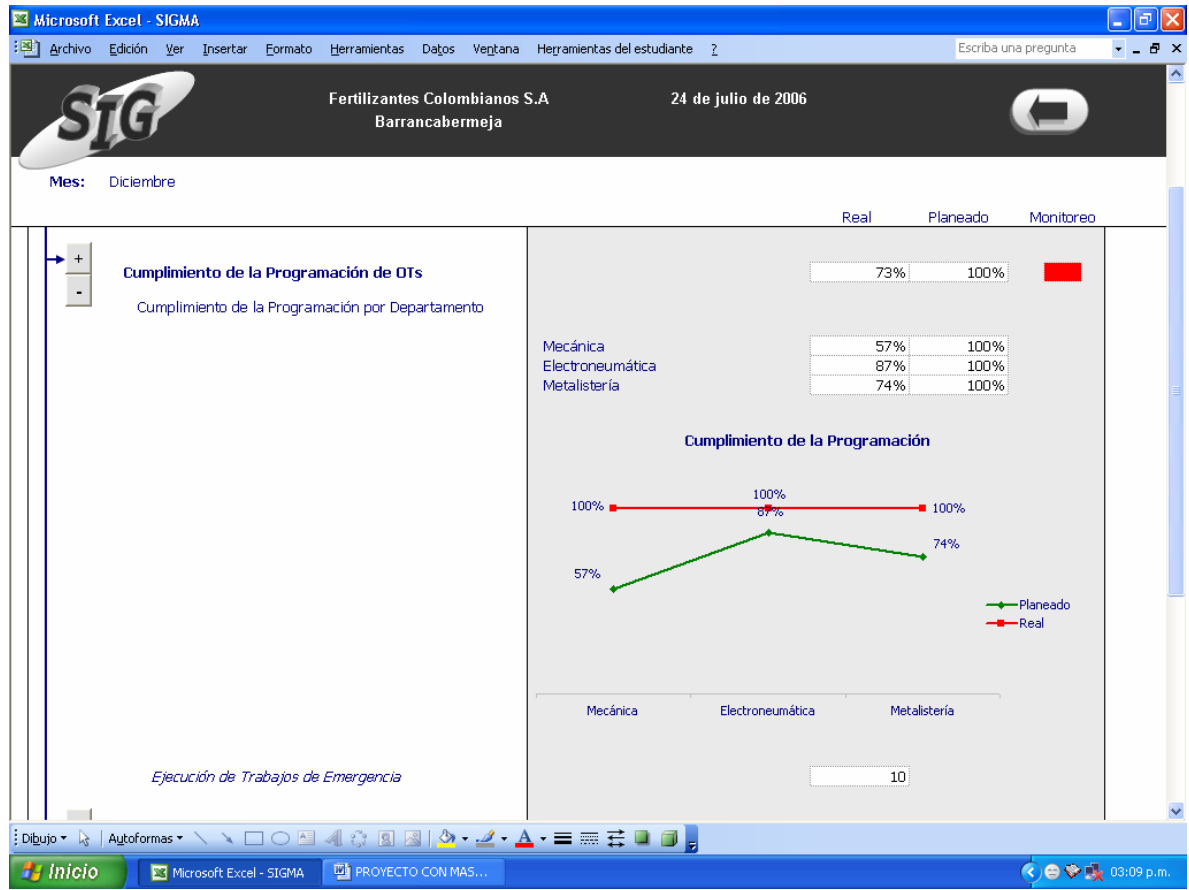
- Perspectiva Operacional

Figura 45. Disponibilidad de Planta mes de Diciembre



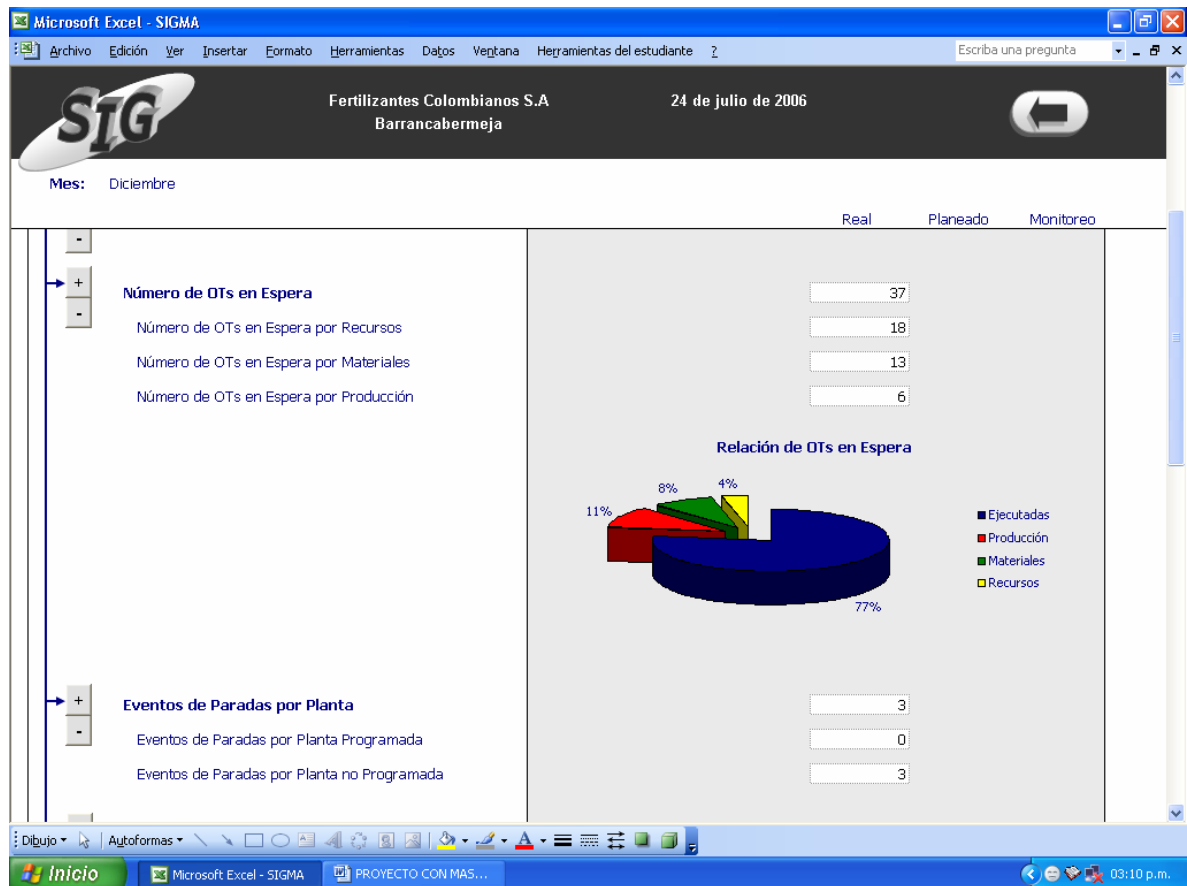
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 46. Cumplimiento de la Programación de OTs mes de Diciembre



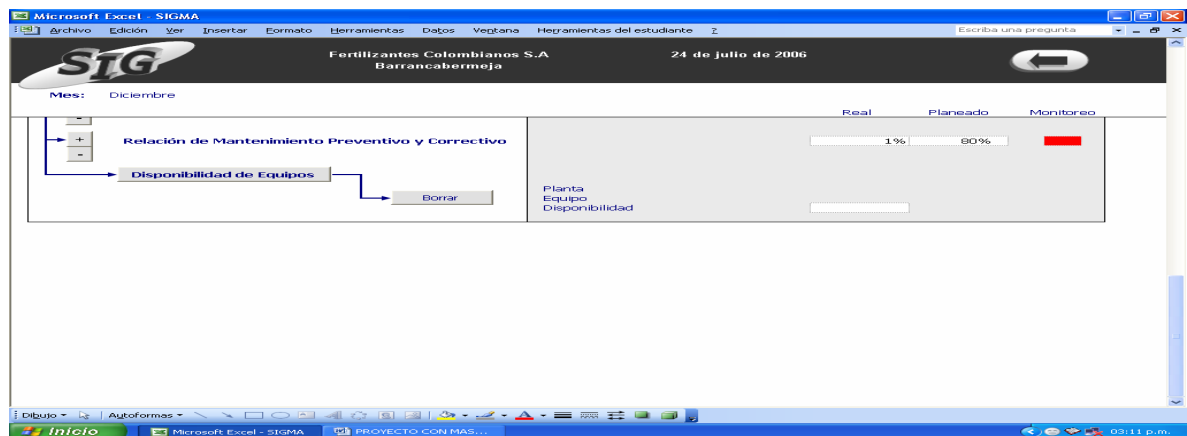
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 47. Número de OTs en Espera y Eventos de Paradas por Plantas mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

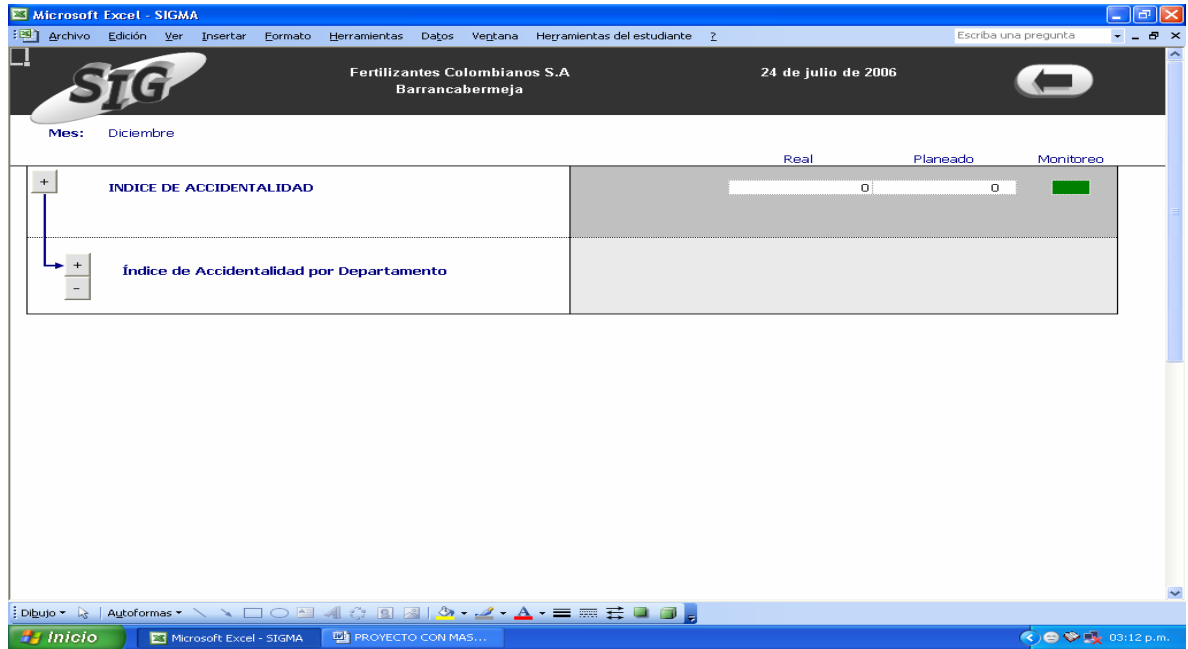
Figura 48. Relación Preventivo Correctivo mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

- Perspectiva Interna

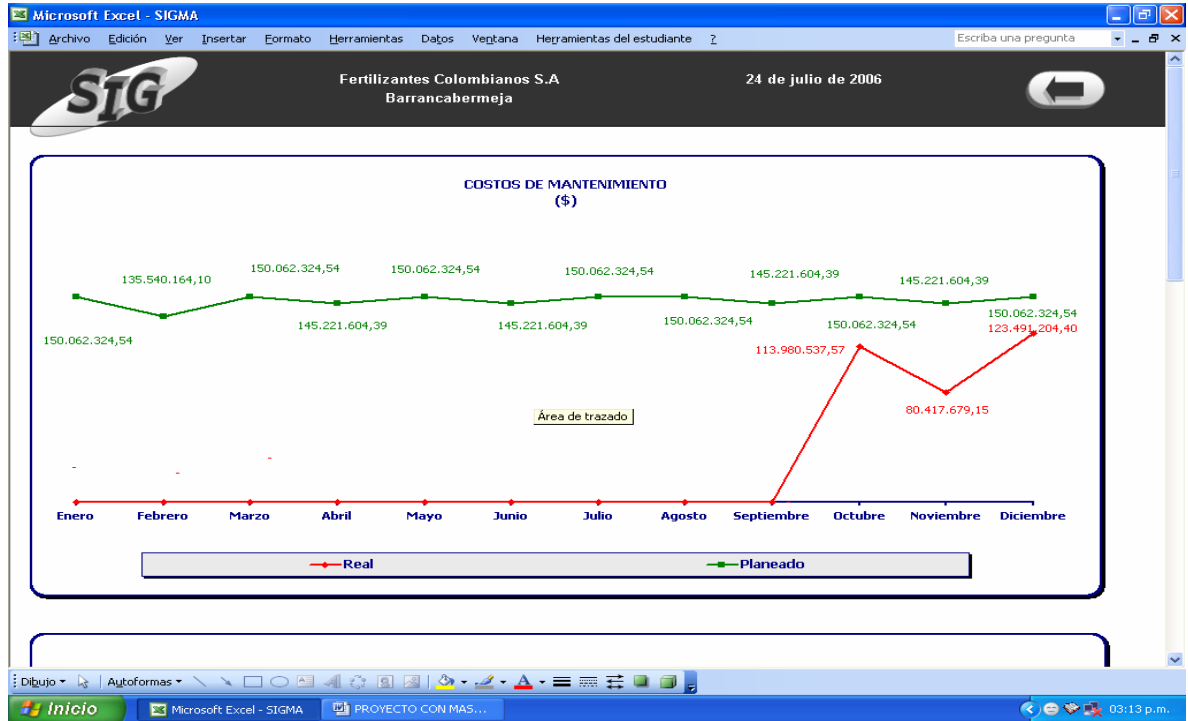
Figura 49. Índice de Accidentalidad mes de Diciembre



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

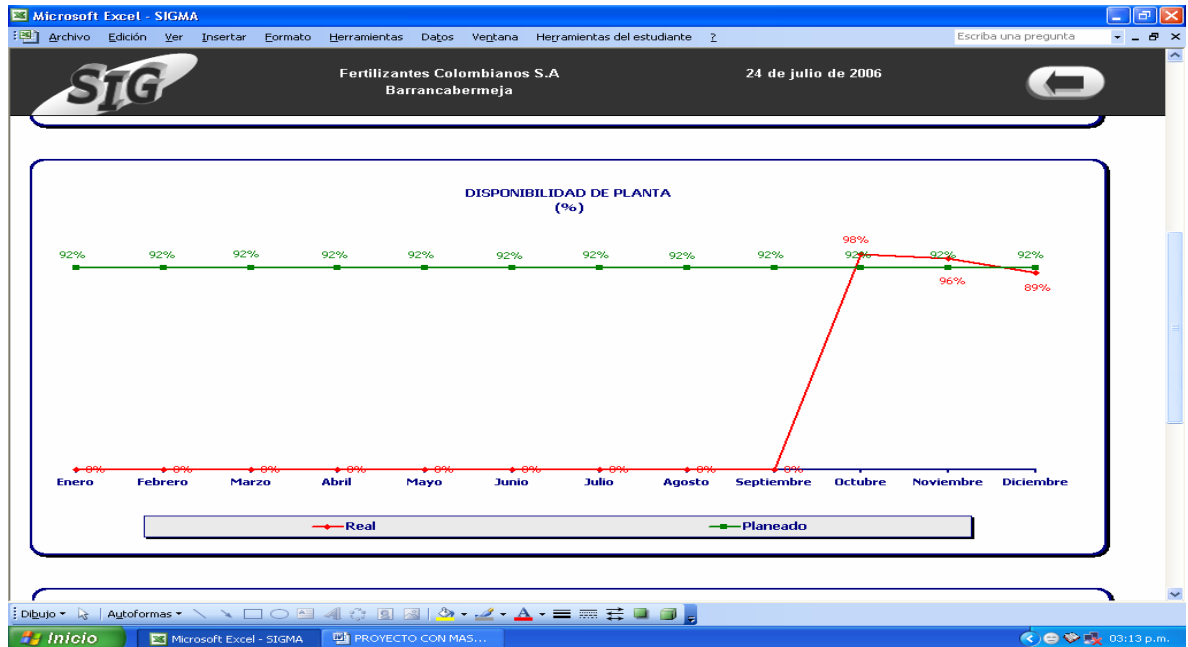
12.2.3 Análisis de los Resultados. Para el análisis y demostración de la investigación, se tomaron como base los datos extraídos del SIM de los tres (3) últimos meses del año 2005 (Octubre, Noviembre y Diciembre), los cuales fueron cargados en el SIG para el cálculo y análisis de los resultados mediante el seguimiento de los Indicadores Claves de Desempeño (Costos de Mantenimiento, Disponibilidad de Planta e Índice de Accidentalidad) de cada una de las perspectivas de desarrollo como se muestra en las siguientes figuras:

Figura 50. Seguimiento de Costos de Mantenimiento por mes



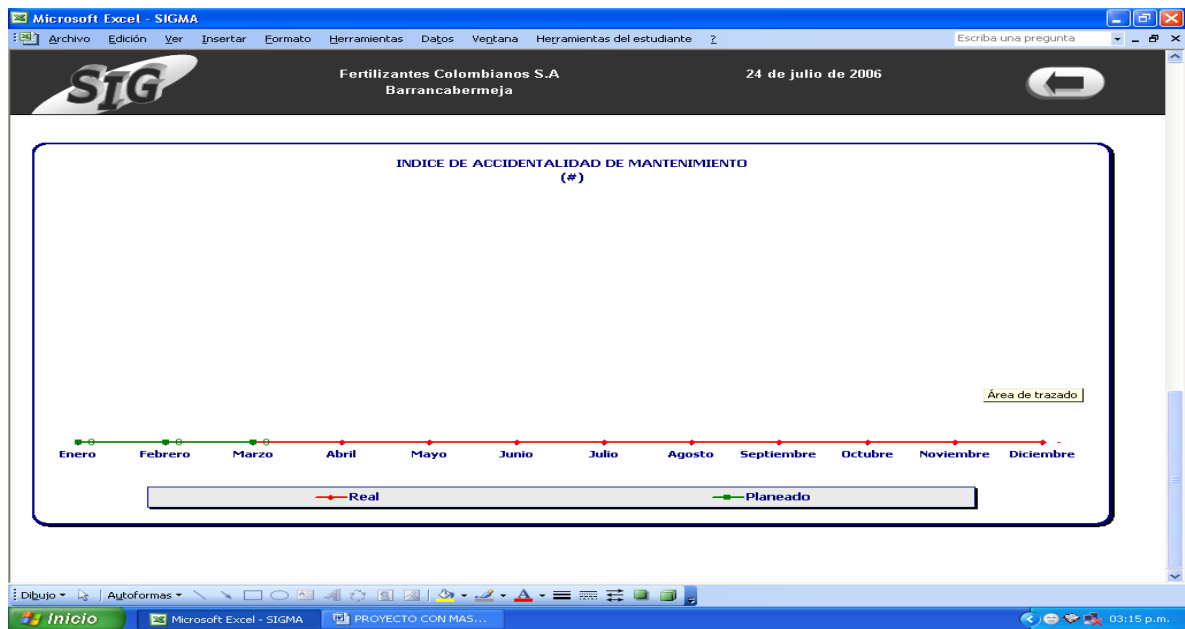
Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 51. Seguimiento de Disponibilidad de Planta por mes



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Figura 52. Seguimiento del Índice de Accidentalidad por mes



Fuente: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG

Es normal que al comenzar el análisis de los resultados, salten a la vista puntos significativos que conlleven a que los directivos y la alta gerencia se pregunten: ¿A que se debe este resultado? Pues bien, para encontrar la respuesta a este y a futuros interrogantes, es necesario retroceder un poco y visualizar el “Árbol de indicadores” (Ver Anexo E), con el fin de comprender el enlace entre los indicadores claves de desempeño (KPI) y sus respectivos indicadores de desempeño (PI), y concebir el impacto que generaran sus iteraciones dentro de la función mantenimiento, para posteriormente tener una visión organizacional sólida que permita que los directivos de mantenimiento y la alta gerencia logren interpretar los valores calculados mediante los planteamiento de acciones y planes de mejoramiento.

En la figura 51 se muestran los resultados obtenidos del cálculo de los “Costos de Mantenimiento” de Octubre a Diciembre de 2005, lo cual sirvió como apertura del proceso de medición y control de la función mantenimiento, permitiendo obtener una gerencia basada en datos y hechos reales como se muestra a continuación:

- Octubre de 2005: En este mes se puede apreciar como los “Costos de Mantenimiento” estuvieron por debajo de lo presupuestado, pero esto no significa que se hallan administrado sobresalientemente los recursos disponibles, pues al ir al detalle se encontró que los costos de mano de obra y materiales exceden a los presupuestados y que los contratos no se están cumpliendo (ver Figura 24). Por tanto, el hecho de que los Costos de Mantenimiento se encuentran en verde, se

debe a que no se está ejecutando debidamente el Plan de Contratos de mantenimiento, razón por lo cual es necesario realizar una revisión a los planes de contratación ya que estos son indispensables para el buen funcionamiento de las plantas operativas y podrían repercutir en hechos de gran gravedad.

Ahora bien, al analizar los Costos de Mano de Obra (Ver Figura 25) se halló que solo se esta cumpliendo un 88% de las horas hombre planeadas; es decir, el personal de mantenimiento esta invirtiendo parte de su tiempo en actividades de ocio o bien, no se están aprovechado óptimamente los recursos, mientras que los sobretiempos están por encima de la meta, razón por la cual estos costos están sobre pasando el limite presupuestado. Lo anterior también se ve reflejado en el número de trabajos de emergencia de la perspectiva Operacional (Ver Figura 28) los cuales corresponden al 26.44% del total de trabajos planeados.

- Noviembre de 2005: En este mes se puede apreciar como el Cumplimiento de la Programación de OTs aumenta en comparación con Octubre para los departamentos de Mecánica y Electroneumática (Ver Figura 38) en 10.14% y 17.72% respectivamente. Las razones por las cuales se presentan estas variaciones pueden deberse a que el número de actividades de emergencia disminuyeron a tan solo trece (13) trabajos (Ver figura 38), y directamente también disminuyeron los sobretiempos.

En cuanto al punto de vista financiero los Costos de Mano de Obra disminuyeron notoriamente, pero aun siguen siendo mayores que los presupuestados (Ver Figura 34), aunque cabe resaltar que para el mes de noviembre de el departamento de mecánica contó con cuatro (4) mecánicos temporales, lo cual favoreció el cumplimiento de la programación y la disminución en los costos.

Las variaciones notificadas anteriormente manifiestan que se esta produciendo un cambio mínimo, pero significativo al implementar esta metodología de medición y control sobre las actividades en la Dirección de Mantenimiento.

- Diciembre: Haciendo el seguimiento de indicador del Cumplimiento de la Programación (Ver Figura 47) se pudo observar que el departamento de mecánica volvió a disminuir su porcentaje de cumplimiento debido a la terminación del contrato de los mecánicos a principios del mes. A diferencia de Mecánica, el departamento de Electroneumática tuvo una labor de resaltar, pues el resultado del área ha ido incrementando hasta llegar a estar por encima del 80% esperado, gracias a que se contó con los recursos necesarios para la oportuna ejecución de las actividades. En cuanto al departamento de Metalistería, este presenta una

disminución en el cumplimiento de las actividades, pues en ocasiones se presentaron trabajos adicionales que le impedían cumplir con la programación establecida, dichos trabajos deberían realizarse por el plan de contratos.

Como respuesta a esta investigación, y en concordancia con el análisis de resultados expuesto anteriormente, cabe destacar el logro significativo que representa el emplear herramientas de gestión administrativas en la Dirección de Mantenimiento de FERTICOL S.A., permitiendo que esta pueda cumplir a cabalidad con su función como área soporte, garantizando la disponibilidad y entrega oportuna de los trabajos, siempre y cuando se dispongan de los recursos (mano de obra y materiales) necesarios para la ejecución de las actividades. Además, también se logró demostrar que el Sistema de Información Gerencial SIG es una herramienta importante para fundamentar la gestión sobre datos y hechos reales y no sobre la mera intuición, siendo este un punto de gran relevancia para la demostración y validación de la hipótesis planteada inicialmente dentro de esta investigación.

12.2.4 Cambio y Situación Futura. El proceso de diseño y desarrollo del Sistema de Información de Mantenimiento SIG tuvo (prácticamente desde el momento en que se tomó la decisión de su implantación) profundas repercusiones en la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A., pues se trata de un proyecto de investigación de gran envergadura, dado que no se limitaba a la mera utilización de un grupo de indicadores, sino que además supone un importante cambio cualitativo en los procesos de toma de decisiones, en la estructura organizativa y en la gestión de los procesos administrativos.

A partir del momento en que se puso en marcha la investigación se produjeron una serie de cambios que afectaban a la Dirección en los más diversos aspectos. En este cambio jugó un papel importante la cultura empresarial, la cual se vio fuertemente afectada, pero que al final se logra que el personal directivo que conforma la Dirección aprecie el hecho de poder disponer de una herramienta administrativa que les permite hacer de forma rápida sus tareas gestoras, mostrando un mantenimiento más afianzado, comprometido con las metas y objetivos institucionales y con la continuidad operacional, dando paso a un proceso administrativo de mantenimiento basado en datos y hechos reales, que permita evaluar con objetividad los alcances en cada una de las intervenciones realizadas así como en los programas establecidos a nivel gerencial.

12.3 RELACIÓN COSTO-BENEFICIO

Aunque este podría ser un factor clave para demostrar la efectividad en el uso e implementación del SIG, el análisis Costo-Beneficio es una técnica que en este caso se expresarán en forma cualitativa en el corto plazo, respecto a los beneficios que ofrece el sistema, pues este análisis brinda la oportunidad de justificar los costos causados por mejoras en mantenimiento pero en un lapso mayor (mediano plazo), debido a que las bondades del sistema son apreciables respecto a los resultados y los históricos que se van creando con el paso del tiempo.

12.3.1 Costos del SIG. Entre los principales recursos invertidos en el Diseño e Implementación del Sistema de Información Gerencial en la Dirección de Mantenimiento de FERTICOL S.A., se destacan los siguientes:

- Personal. Este recurso fue de vital importancia, debido a que se dedicó gran cantidad de tiempo por parte de todos los actores en el proceso hasta lograr el objetivo final. El proceso no resultó complicado, pero sí demoroso dado el nivel de control al cual se llegó y el nivel de involucramiento necesario del personal para ir definiendo poco a poco el modelo a seguir para el Diseño e Implementación del SIG.
- Tiempo. Se invirtió mucho tiempo, no solo en la capacitación de la metodología, la herramienta y sus beneficios, sino también en la formación cultural en pro de la Organización, aunque este punto no solo sea beneficioso para el cumplimiento de esta investigación sino para el resto de actividades que tienen que emprender bajo sus funciones.
- Dinero. En el aspecto económico, si bien se invirtió dinero para la implementación de la herramienta y el monitoreo de la estrategia, ha resultado un valor marginal frente a los otros beneficios que se obtendrán, por lo que se espera el retorno de la inversión de este proyecto en un corto plazo, aproximadamente un año.

Con base en lo anterior, a continuación se presentan los costos estimados de la implementación y adaptación del SIG dentro de una empresa.

Tabla 12. Costos de Implementación SIG

Costos de Personal	\$ 4.500.000,00=
Costos de Adaptación	800.000,00=
Costos de Capacitación	500.000,00=
Otros (Transporte, papelería, Internet, etc.)	500.000,00=
COSTO TOTAL	\$ 6.300.000,00=

Fuente. Autor del proyecto

12.3.2 Beneficios del SIG

- Disponer de una herramienta de información gerencial SIG sobre la gestión y administración de mantenimiento, para determinar el logro de los objetivos y metas propuestas dentro de Empresa.
- Evaluar y visualizar periódicamente el comportamiento de las actividades claves de mantenimiento y la gestión general del negocio, respecto al cumplimiento de sus metas.
- Identificar oportunidades de mejoramiento en actividades que en su comportamiento requieren reforzar o reorientar esfuerzos.
- Reorientar políticas y estrategias, con respecto a la gestión de la Organización.
- Establecer una gerencia basada en datos y hechos.
- Disponer de información corporativa que permita contar con patrones para establecer prioridades de acuerdo con los factores críticos de éxito y las necesidades y expectativas de los clientes de la organización.
- Contar con información que permita priorizar actividades basada en la necesidad de cumplimiento de objetivos de corto mediano y largo plazo.
- Vigilar y ajustar la puesta en práctica de las estrategias y si fuera necesario hacer cambios fundamentales en la propia.
- Motivar a los miembros de la Organización para alcanzar metas retadoras logrando un mejoramiento en la misma.
- Estimular y promover un trabajo en equipo.
- Generar un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario.
- Mayor concienciación entre los vínculos existentes en los procesos estratégicos y su repercusión a medio o largo plazo en los resultados financieros y no financieros.
- Mayor autonomía de los directivos, cuanto menos por ser conscientes de los objetivos de la empresa y de su papel para alcanzarlos. Esta autonomía alcanza también a los mandos intermedios.
- Impulsar la eficiencia, eficacia y productividad de las actividades del negocio.
- Identificar fortalezas en las diversas actividades, que pueden ser utilizadas para reforzar comportamientos proactivos.

13. PLAN DE CONTROL DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El plan de control de gestión de mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A. se diseñó con base en la Estructura de Control de Gestión, que es un “sistema de lazo cerrado que consta de información, documentos y reuniones los cuales se usan para lograr mejoramientos cuantificables del desempeño del negocio”⁶. Esta metodología es ideal para apoyar el desarrollo de los procesos y realizar un efectivo seguimiento a los planes trazados alrededor de las Perspectivas.

Dentro del plan de control de gestión se encuentran identificados los momentos en que se deben entregar los pronósticos, planes y programas, y los tiempos de ejecutarlos, a fin de evaluar o medir el resultado y la eficacia de un proceso, suministrando de manera rápida y oportuna la información necesaria para la toma de decisiones, además de garantizar un control y organización dentro de la gestión administrativa del área.

13.1 ELEMENTOS TÍPICOS

- **Indicadores:** Medidas de control determinadas dentro de el Sistema de Información Gerencial SIG.
- **Reportes:** Informes elaborados para comprobar el cumplimiento cabal de las actividades y/o tareas programadas dentro del área.
- **Reuniones:** Actos que permiten integrar la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, a fin de tomar decisiones acertadas que fortalezcan la gestión desarrollada.
- **Herramientas informáticas:** Como soporte a la gestión, la Dirección de Mantenimiento cuenta con sistemas de información (SIM, SIG) capaces de mantener informado y actualizado a los directivos a cerca de las decisiones que se puedan tomar.
- **Planes:** Son las posibles soluciones administrativas derivadas de la revisión y continuo monitoreo de los indicadores de desempeño de la Dirección de Mantenimiento.

⁶ Tomado de Manual de Estructura de Control de Gestión. Mejores prácticas de Shell Global Solution.

13.2 FLUJO TÍPICO DEL PLAN DE CONTROL DE GESTIÓN

A continuación se explica columna por columna el plan de control de gestión de la Dirección de Mantenimiento. (Ver anexo G)

13.2.1 Pronóstico

- **Objetivos:** Resultados a largo plazo que la organización aspira lograr a través de su misión básica.
- **Metas:** Punto de referencia o aspiración que la organización debe lograr, con el objeto de alcanzar en el futuro objetivos a un plazo mas largo.
- **Presupuesto Anual:** Cantidad de recurso que requiere la Dirección de Mantenimiento para el cumplimiento de sus funciones, en un año calendario de Enero 1 a Diciembre 31.
- **Indicadores:** Un Indicador Clave de Desempeño, es una métrica usada para medir el desempeño de una actividad dentro de mantenimiento.

13.2.2 Planeación y Programación. La ejecución exitosa de un plan requiere de revisiones regulares con todas las partes interesadas. Es importante el control de estas revisiones, y requiere de definición. Una planeación exitosa tiene las siguientes visiones y revisiones:

- **Plan Anual:** Esta es una visión general de todo el trabajo conocido que puede requerir llevarse a cabo en un período de 12 meses. Su propósito principal, es permitirle a la unidad de proceso prepararse para los picos y valles que se presenten en los meses que vienen.

El plan anual requiere actualizarse formalmente y emitirse dos veces al año. Como sólo se emitirá formalmente cada seis meses, les dará a los usuarios un mínimo de seis meses hasta un máximo de 12 meses de anticipación. Se pueden preparar anticipaciones mayores sobre una base similar.

El fin principal del plan anual es suministrar una visión a largo plazo del trabajo de mantenimiento.

La revisión se debe programar trimestralmente con base en lo siguiente:

- **Duración sugerida:** 2 horas
- **Asistentes:** Director de Mantenimiento, Planeadores/Jefes de Mantenimiento, y el Director de Producción.

En este Plan Anual existen algunas herramientas claves para el desarrollo normal como son:

- SIM: Sistema Información de Mantenimiento.
- SIG: Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento

- Plan Trimestral de Mantenimiento (90 días). El propósito del plan es resaltar los materiales de “mayor tiempo de espera”, informar a operaciones de las actividades que se encuentran pendientes, identificar cualquier requerimiento de contrato y realizar el seguimiento de los indicadores.

La reunión de evaluación se debe programar mensualmente, para revisar el mes siguiente en detalle y los dos meses que vienen en forma menos detallada con base en lo siguiente:

- Duración Sugerida: 1 Hora.
- Asistentes: Director de Mantenimiento, Planeadores, Jefes de Mantenimiento, Representante de contratación de Mantenimiento y Jefe de Materiales.

- Plan Mantenimiento de 14 días: El plan de 14 días deberá emitirse semanalmente. Este evaluará la validez del trabajo de la segunda semana revisando el avance de las obras en las semanas actuales, tales como actividades planeadas y en ejecución, indicadores afectados, porcentaje de ejecución de la actividad y personal directamente relacionado. El propósito de este plan es fijar el trabajo de la semana que viene y hacer un esbozo del trabajo de la semana siguiente y programar a las partes interesadas sobre el plan de mantenimiento de los próximos 14 días.

La reunión de revisión se programa semanalmente. La agenda debe ser fija y la reunión corta. Se debe registrar una lista de acción, para revisarla en la siguiente reunión. El planeador de mantenimiento levanta un acta de los ítems de acción.

La revisión deberá cubrir las actividades en ejecución con base en lo siguiente:

- Inspección de actividades a realizar
- Atrasos
- Trabajos de Contrato

- Proyectos
 - Revisión de actividades de la semana actual para trabajo en ejecución que debe concluirse en el siguiente plan de 14 días
 - Revisión de carga de trabajo en el plan de 14 días
 - Incluir cualquier trabajo nuevo que deba llevarse a cabo en los próximos 14 días.
 - Duración sugerida 1 hora máximo
 - Asistentes: Planeadores y Jefes de Mantenimiento, Jefe de Operaciones (sí es adecuado), Director de Mantenimiento.
-
- Lista de Trabajo Semanal: La lista de trabajo semanal para los Técnicos de Mantenimiento se produce en la tarde del día viernes y debe ser fija. Antes de emitirla, el Planeador de Mantenimiento y los Jefes de Departamento de Mantenimiento revisan el avance en el trabajo. Esta lista luego se emite para los Técnicos de mantenimiento como Listas de Trabajo. Se puede requerir más revisión la mañana del lunes siguiente para trabajo extemporáneo (Prioridad sobre el Plan) que se haya podido desarrollar durante el fin de semana.

El propósito de la lista de trabajos semanales es programar las actividades de mantenimiento para los próximos días, las cuales serán revisadas por la Coordinación de Planeación de Mantenimiento y los Jefes de departamento mediante una reunión al finalizar la semana con un tiempo estimado de 2 horas.

14. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN DE MANTENIMIENTO

En los capítulos anteriores se buscaba involucrar al personal que conforma la Dirección dentro de un cambio cultural respecto al enfoque empleado en el proceso administrativo de mantenimiento. En este se dio inicio de forma paulatina a una nueva fase de comunicación al personal, respecto a los objetivos propuestos, con el fin de que estos se conviertan en piezas claves para la demostración y aplicación de la investigación.

El proceso de comunicación fue simultáneo dentro del tiempo estimado para la puesta en marcha del Sistema de Información de Mantenimiento SIG, y su principal objetivo consistía en promover el compromiso de los empleados y estimular la experimentación con nuevas medidas y métodos encaminada al cumplimiento de los objetivos y planes establecidos por la Empresa.

La fase inicial de la comunicación empezó por los mandos intermedios (Jefes de Departamentos y Supervisores de Mantenimiento, el Director de Mantenimiento y los Jefes de Plantas), quienes, además del equipo directivo, iban a tener acceso al uso del Sistema de Información SIM, debido a su capacidad de intervención y control de los procesos, siendo esta herramienta el punto de partida para la recolecta de la información necesaria para el cumplimiento de la investigación.

Dado que el proceso de gestión administrativa de mantenimiento requiere unificar mantenimiento con las diferentes áreas operativas, fue necesario resaltarle al personal la importancia de enlazar la misión, visión y la planeación estratégica del negocio a la función mantenimiento, a fin de fomentar una visión global de la medición de indicadores de desempeño, el control y la organización de las actividades dentro de la Dirección.

Seguidamente, se capacitó y formó al personal a cerca del manejo del Sistema de Información Gerencial SIG, resaltando la importancia aplicación y continuo monitoreo mediante el plan de control de gestión. A su vez se reflexionó sobre el cambio cultural por el cual están atravesando, demostrando al final la hipótesis planteada dentro de la investigación respecto al uso de indicadores y el compromiso de contar con una gerencia basada en datos y hechos reales que fortalezcan el proceso de mejoramiento continuo dentro de la función mantenimiento y por ende dentro de la Empresa. A continuación se muestra la programación establecida para el cumplimiento de la capacitación. (Ver anexo H)

Tabla 13. Programa de Capacitación

Tema	Responsable	Fecha	Duración (Horas)	Asistentes	Lugar
Indicadores de Gestión	Yamir Jiménez R	08/07/05	1,5	*Directivos de Mantenimiento	Sala de Reuniones Dirección de Mantenimiento
Uso e implementación de sistemas de información manual de mantenimiento	Víctor Moncada Yamir Jiménez R	15/07/05	2,5	*Jefes de Plantas *Mantenimiento	Sala de Reuniones Dirección de Mantenimiento
Sistema de información computarizado de mantenimiento SIM	Yamir Jiménez R	29/07/05	1,5	*Jefes de Plantas *Mantenimiento	Sala de Reuniones Dirección de Mantenimiento
Plan de Gestión de Mantenimiento	Yamir Jiménez R	09/08/05	1	*Director de Mantenimiento *Planeación de Mantenimiento	Sala de Reuniones Dirección de Mantenimiento
Manejo del SIG	Yamir Jiménez R	24/02/06	2	*Directivos de Mantenimiento *Gerente General	Sala de Reuniones Dirección de Mantenimiento

Fuente. Autor del proyecto

15. CONCLUSIONES

- Con la experiencia del diseño e implementación del sistema de información gerencial en la dirección de mantenimiento de la empresa fertilizantes colombianos s.a, se puede concluir que para tener éxito en este programa de mejoramiento es necesario la participación de todo el personal de las áreas operativa, coordinación y estratégica del departamento de mantenimiento.
- Con los resultados del proceso de adaptación del personal de mantenimiento en cuanto el uso de indicadores de desempeño se puede concluir que fue eficaz, porque mostraron alto interés por mejorar los resultados en su área respectiva, transformando su cultura antigua de tomar decisiones basada solamente en la experiencia a una cultura de toma de decisiones basada en información y hechos reales.
- El sistema de información gerencial de mantenimiento diseñado para fertilizantes colombianos s.a, es un material didáctico, basado en una plataforma informática que permite medir cuantitativa y cualitativamente la función de prevenir o disminuir el riesgo de falla de los activos físicos de la empresa.
- Con los resultados del seguimiento a los indicadores del sistema de información gerencial SIG, se puede concluir que los indicadores de la perspectiva financiera son útiles para facilitar la evaluación costo beneficio que se realiza en el proceso de mantenimiento.
- El sistema de información gerencial SIG desarrollado e implementado es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones de la dirección de mantenimiento de fertilizantes colombianos s.a, porque le ofrece información organizada desde tres perspectivas en forma simultánea: financiera, operacional e interna.
- Con el proceso de identificación de los factores claves de éxito en la dirección de mantenimiento de fertilizantes colombianos s.a. se puede concluir que los índices por si solos no dicen nada y que es necesario ubicar el papel de los indicadores dentro del proceso general de planeación de la empresa.
- Con los resultados del proceso de entrenamiento al personal sobre el uso de indicadores se puede concluir que la implementación de herramientas

informáticas en la planta de producción de fertilizantes colombianos s.a, requiere un previo desarrollo de habilidades informáticas en el personal operativo.

- Se puede concluir que el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander aporta al estudiante habilidades para interactuar con personas expertas en otras disciplinas como mecánica, química y electricidad.

16. RECOMENDACIONES

- Iniciar un proceso de cultura organizacional en Fertilizantes Colombianos S.A., de manera que se logren vincular todas las áreas de la organización dentro de un proceso de mejoramiento continuo.
- Continuar con el proceso de implementación y uso del SIG, a fin de garantizar el proceso de toma de decisiones basado en datos y hechos reales.
- Establecer programas de mantenimiento preventivo para las diferentes unidades operativas de Fertilizantes Colombianos S.A.
- Implementar actividades de fijación de Benchmarking para establecer retos de mejora incremental que permitan aumentar la competitividad de la empresa respecto al uso y aplicación de indicadores de desempeño.
- Crear manuales de funciones en la Dirección de Mantenimiento para determinar roles en el proceso y asignar responsabilidades.
- Focalizar las actividades de mantenimiento y el uso adecuado de los recursos, pues estas representan altos costos en la empresa.
- Integrar al personal de operaciones con las actividades menores de cuidado básico de los equipos (inspecciones para puesta en marcha, limpieza, lubricación rutinaria, fijación mecánica, mantenimiento menor y recolección de información), de manera que se puedan liberar los recursos de mantenimiento para concentrarse en otras actividades donde sus destrezas se pueden utilizar mejor.

17. ANALISIS DE OBJETIVOS

OBJETIVOS	OBSERVACION
<p>* Identificar las fuentes de Información necesarias para el Diseño del Sistema de Información Gerencial en la Dirección de Mantenimiento de Ferticol S.A.</p>	<p>Para el cumplimiento de este objetivo se hizo un reconocimiento de la empresa Ferticol S.A, observando su Reseña Histórica, Diagramas de Producción y conociendo a fondo la labor que debe cumplir la Dirección de Mantenimiento dentro de la misma. Realizando un análisis detallado de los departamentos que la componen y de cuales herramientas utilizan para realizar y ejecutar los trabajos. Esto se hizo necesario para aclarar las necesidades que tiene la Dirección y a su vez guardar información que pueda servir para el Diseño del SIG. Paginas 61-64</p>
<p>* Diseñar una Base de Datos en Microsoft Access que sirva como herramienta para la recolección de información.</p>	<p>Esta Base de Datos se diseño con el fin de organizar todos los trabajos (Solicitudes, Órdenes, Reportes de Ejecución, Mantenimientos Contratados) que se habían de ejecutar por cada uno de los Departamentos que componen la Dirección. Dichos formatos eran elaborados por la Coordinación de Planeacion y llenados de forma manual por cada uno de los Jefes de Planta que necesitaban desarrollar un trabajo para el buen funcionamiento de las mismas, trayendo consigo acumulación constante de papelería y algunas veces perdidas de los mismos formatos. Además de esto para el Diseño del SIG se necesitaba contar con información necesaria como la Mano de Obra, Horas Hombre, Materiales que son utilizados para la ejecución de un trabajo. El</p>

	<p>Sistema de Información Computarizado de Mantenimiento cuenta con su manual del usuario donde da a conocer el procedimiento el cual se debe cumplir para extraer información del mismo. Paginas 64-66</p>
<p>* Elaborar el plan anual Administrativo de la Dirección de Mantenimiento de Ferticol S.A</p>	<p>Aquí están descritos todos los presupuestos necesarios para el diseño del SIG. En estos están descritos las inversiones y gastos que la empresa debe tener para su buen funcionamiento. Paginas 67-77</p>
<p>*Establecer los Indicadores necesarios dentro de la Dirección de Mantenimiento de Ferticol S.A.</p>	<p>Después de haber hecho el análisis detallado de a la Dirección de Mantenimiento se pudieron establecer los indicadores pertinentes para el desarrollo del SIG. Teniendo en cuenta las tres perspectivas planteadas (Financiera, Operacional, Interna) dentro de esta investigación. Estos indicadores fueron establecidos de la mano con la Gerencia General, la Dirección de Mantenimiento, teniendo en cuenta las necesidades de la empresa y la forma de cómo estos pueden ser de gran ayuda para la toma de decisiones. Pagina 79, Tabla 11.</p>
<p>* Elaborar el Manual de Operación para el manejo del SIG.</p>	<p>Dicho manual se elaboro con el fin de que las persona interesadas no tengan ningún inconveniente para acceder al SIG. Sirve a la Gerencia General para resolver preguntas de la forma de cómo se debe proceder para el buen funcionamiento del SIG. Anexo I.</p>
<p>*Capacitar al personal de Mantenimiento sobre el compromiso y gestión de los indicadores.</p>	<p>Es hacerle saber al personal de Ferticol S.A la importancia de manejar herramientas computarizadas dentro de la organización que conlleven al mejoramiento continuo, obteniendo así un mayor orden en sus</p>

	programaciones y pudiendo tomar decisiones de manera eficaz y precisa. Paginas 121-122
* Implementar el SIG en la Dirección de Mantenimiento de Ferticol S.A.	Esta implementación se hizo después de haber cumplido con las siguientes fases: Diagnostico de la situación actual del área, Definición de los Indicadores claves para Mantenimiento, Planeacion Administrativa para Mantenimiento, Diseño de SIG, y por ultimo la Implementación del SIG. Paginas 87-89
* Diseñar e Implementar un plan de gestión de mejoramiento en la Dirección de Mantenimiento de Ferticol S.A	El plan de gestión sirve para identificar los momentos en que se debe entregar los pronósticos, planes y programas con el fin de medir el resultado de un proceso. Además de esto garantiza control y organización dentro del área administrativa. Pagina 117-120

BIBLIOGRAFÍA

ESPECIALIZACIÓN EN INFORMÁTICA PARA GERENCIA DE PROYECTOS. Sistemas de información gerencial. Universidad Autónoma de Colombia. Bogotá D.C, 2000. 3-29p.

GORDON B, Davis. Principio de Procesamiento de Datos. México: Editorial Trillas, 1983. 25p.

LAUDON, Kenneth C. y LAUDON, Jane P. Administración de Los Sistemas de Información: Organización y Tecnología. 3 ed. Prentice Hall, 1996. 16-81p.

MURDICK, Robert G; MUNSION, John C. Sistemas de Información Administrativa. México: Prentice Hall, 1998. 3-13p.

ORTIZ, Daniel. Indicadores Claves de Desempeño para la Gestión de Mantenimiento como parte integral del Negocio. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2002. 1-9p.

WIREMAN, Terry. Desarrollo de Indicadores de Desempeño para Administración de Mantenimiento. Bogotá D.C: Rojas Eberhard Editores Ltda, 2001. 1-230p.

BIBLIOGRAFIA DE INTERNET

AMENDOLA, Luís José. Sistemas Balanceados de Indicadores en la Gestión de Activos – Mantenimiento. Universidad Politécnica de Valencia España, feb 2002. Internet: <URL:<http://www.solomantenimiento.com>

DIAZ, Ana Mercedes. El Balanced ScoreCard. Aragua Venezuela, dic 2003. Internet: <URL:<http://www.tablero-decomando.com/ampro>.

VANEGAS PEREZ, Cesar Augusto. Cultura de Información en Mantenimiento: ¡Todo Un Reto! Medellín Colombia, sep 2003. Internet: <URL:<http://www.cuaje.edu.cu/centros/ceim/>

ZABISKI DUARDO, Erol Isaac. Los Sistemas GMAC (CMMS) y la Toma de decisiones en el Mantenimiento. Centro de Estudios Informáticos para Mantenimiento, jun 2004. Internet: <URL:<http://www.cuaje.edu.cu/centros/ceim/>

Anexo A. Manual SIM

RELACIÓN DE VERSIONES

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
01	Emisión de Sistema de Información	Marzo de 2006
DEPENDENCIA RESPONSABLE	REVISÓ	APROBÓ
DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO ELABORÓ: YAMIR IVAN JIMENEZ RODRIGUEZ Estudiante en Práctica Industrial	VICTOR MONCADA Planeador de Mantenimiento Dirección de Mantenimiento	DARIO THORRENS Jefe Dirección de Mantenimiento

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	134
2. INTRODUCCIÓN	134
3. ALCANCE	134
4. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA	135
5. ACCIONES DEL SISTEMA	141
5.1. Esquema para la creación de una Solicitud de Trabajo.	141
5.2. Esquema para la creación de una Orden de Trabajo.	143
5.3. Esquema para el Reporte de Ejecución.	145
5.4. Esquema para el Reporte de los Trabajos de Mantenimiento Contratado.	147
5.5. Esquema para la Creación de Consultas.	149
5.6. Esquema para la Administración de Usuarios.	153

1. OBJETIVO

Brindar al usuario un manual que lo guíe en la ejecución de los procesos de Solicitudes de trabajo, Órdenes de Trabajo, Reportes de Ejecución de Actividades y Mantenimiento Contratado a través del Sistema de Información de Mantenimiento SIM que compone la solución para el apoyo de las diferentes disciplinas del Mantenimiento (Planeación, Programación y Dirección).

Este manual es la base para el proceso de capacitación de los usuarios que comenzarán a emplear esta solución en su salida en vivo, así como de cualquier otro proceso de capacitación posterior.

2. INTRODUCCIÓN

Para cumplir el objetivo descrito, este manual abarca las Solicitudes de Trabajo por parte de las áreas Operativas (usuarios), la creación de Órdenes de Trabajo y el Reporte de Ejecución de Actividades para crear, modificar o visualizar estos documentos.

Estas funciones están soportadas en el Sistema de Información (SIM) ofrecido a través del uso de formularios y consultas de verificación y control.

3. ALCANCE

El presente documento les permitirá tanto a los usuarios de la parte operativa como de las unidades gestoras de planeación, crear en el sistema las solicitudes al nivel de detalle necesario para adelantar el proceso de verificación y control del mantenimiento dentro de las diferentes áreas de la empresa.

Estos formularios requieren un proceso de liberación o autorización que será responsabilidad del funcionario autorizado para ello. En el caso de las solicitudes de las áreas usuarias deberán ser autorizadas de acuerdo con el nivel de prioridad establecido por el comité de planeación y programación del Mantenimiento.

Con base en el orden asignado para cada solicitud, el Departamento de Planeación de Mantenimiento procederá a elaborar la respectiva Orden de Trabajo, que será aprobada por los funcionarios autorizados por la Dirección siguiendo con los lineamientos previamente establecidos.

4. PRESENTACIÓN DEL SISTEMA


El Sistema de Información de mantenimiento, fue diseñado con el fin de brindar al usuario una presentación amigable, segura y práctica.

Después de efectuar el ingreso al sistema, se presenta un formulario de Bienvenida, en el cual se describe el objetivo principal de la herramienta y se anima al usuario a ingresar (Ver figura 1).



Figura 1. Bienvenida SIM

Seguidamente, es necesario dar click sobre el icono ubicado en la parte inferior

derecha del formulario , para poder ingresar a las diferentes opciones que ofrece el sistema. Para lograr lo anterior, se requiere que el usuario despliegue el asistente de búsqueda, seleccione el área en el cual se encuentra ubicado, seguidamente se debe digitar el Password y oprimir el botón “Entrar” (Ver figura 2).

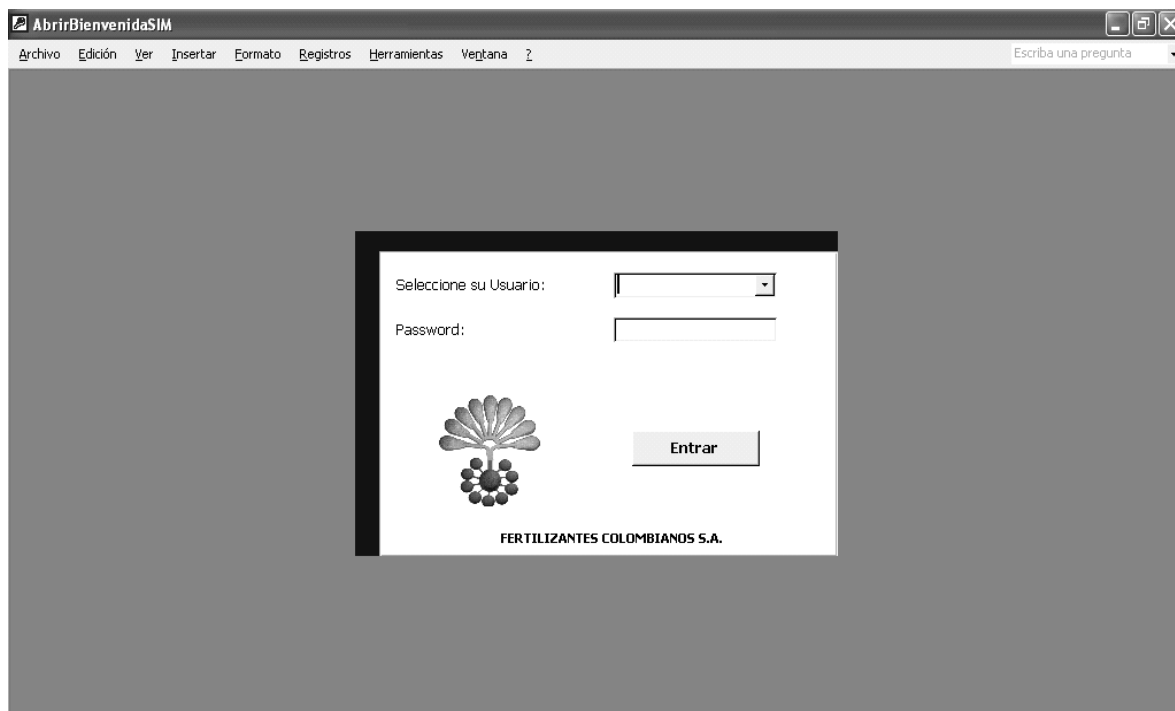



Figura 2. Password de Ingreso al Sistema

Luego, el sistema le permite ingresar al menú ofrecido. En este formulario se encuentran listados los formatos requeridos para el manejo de información de las actividades en mantenimiento, facilitando de tal manera la recolección y procesamiento de los datos almacenados dentro del sistema.

Para tener acceso a cada una de las opciones descritas en el menú, es necesario dar click sobre el título y automáticamente el sistema le permitirá el ingreso. Es importante resaltar, que todos los usuarios no tendrán el mismo nivel de acceso, pues este se restringirá de acuerdo a los niveles necesarios para el manejo y uso de la información de establecido por el administrador del sistema.

A continuación se presenta el nivel de acceso de cada uno de los usuarios, el cual se asignó con base en las necesidades y aportes que cada uno pueda generar dentro del proceso.

- Administrador (Admin): Este nivel es para uso del administrador del sistema y tiene derecho a todas las opciones que ofrece el sistema (Ver figura 3).

En la esquina inferior derecha se encuentran ubicados dos iconos, el primero  es exclusivo para el Administrador y se permite asignar claves

y crear nuevos usuarios y el otro , permite a los usuarios salir completamente del sistema.



Figura 3. Presentación Administrador SIM

- Usuario 1 (User1): Dentro de este nivel se encuentran clasificadas las áreas de Planta I, Planta II, Planta III, Administración, Ingeniería y Laboratorio, quienes tendrán acceso exclusivo al formulario de “Solicitudes de Trabajo” (Ver figura 4).



Figura 4. Presentación Usuario 1

- Usuario 2 (User2): En este usuario está disponible para el Departamento de Planeación del Mantenimiento, quienes tendrán acceso a los formularios de “Orden de Trabajo” y “Consultas” (Ver figura 5).

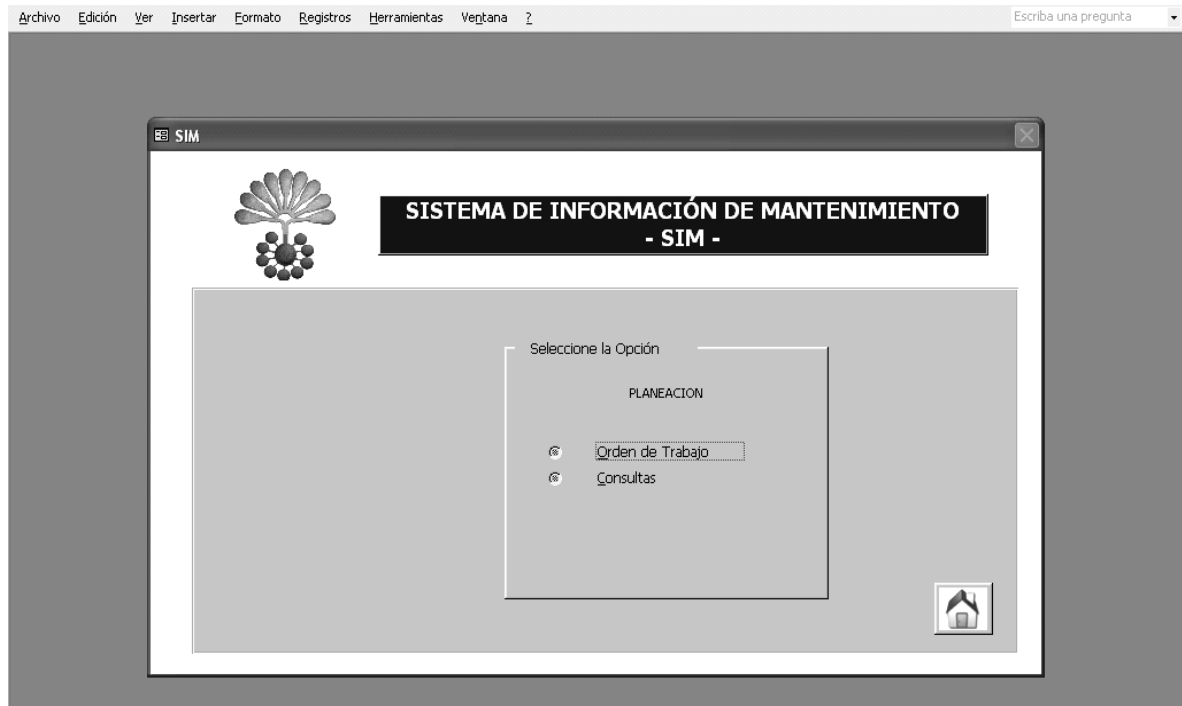


Figura 5. Presentación Usuario 2

- Usuario 3 (User3): Este nivel de usuario está determinado para uso de los departamentos de la Dirección de Mantenimiento. Dentro de la presentación se encuentran dos formularios: "Reporte de Ejecución" y "Consultas" (Ver figura 6).

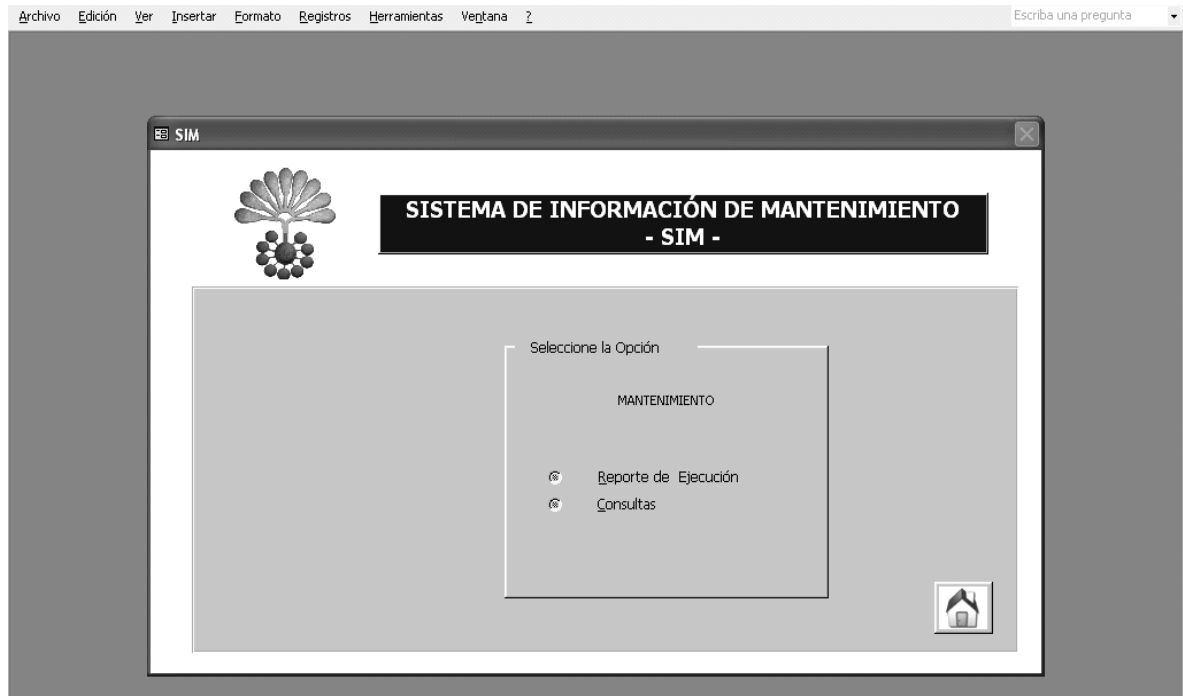


Figura 6. Presentación Usuario 3

- Usuario 4 (User4): Este acceso está determinado para el empleado encargado de la parte de Contratación de Mantenimiento (Ver figura 7).



Figura 7. Presentación Usuario 4

5. ACCIONES DEL SISTEMA

Describir el detalle para cada función contenida en el sistema, forma de operación, botones y de mensajes. Aplica a cada forma de entrada de datos, consulta, reporte y proceso que componen la funcionalidad del sistema.

5.1. Esquema para la creación de una Solicitud de Trabajo.

Este formato fue diseñado, con el fin de permitir al planeador recolectar la información requerida para la programación y gestión de las solicitudes generadas por parte de los usuarios (operativos y administrativos) de la Empresa (Ver Figura 8).

5.1.1. Pasos:

- Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- Seleccionar en el asistente de Búsqueda el nombre del usuario, digitar el Password asignado y oprimir el botón **“Entrar”** (Ver figura 2);


- ☑ Seleccionar la Opción “Solicitud de Trabajo”, que se muestra en el formulario de Presentación Usuario 1 (Ver figura 4);
- ☑ Diligenciar la información requerida dentro de la Solicitud, que consta de los siguientes puntos:
 - Fecha: Este ítem se registra automáticamente, y hace referencia a la fecha actual en la cual se registra la Solicitud de Trabajo.
 - Planta: En este punto se presenta un asistente de búsqueda que despliega los nombres de las áreas operativas de la empresa, y sobre las cuales el usuario debe seleccionar la opción deseada.
 - Solicitud de Trabajo: Se registra automáticamente, haciendo referencia al consecutivo de la Solicitud.
 - Equipo: Se debe digitar el equipo o número de referencia que requiere la revisión por parte de la Dirección de Mantenimiento.
 - VºBº Director de Producción: En requisito para el trámite de la solicitud, que esta lleve el aval del Director de Producción.
 - Cp Originador Solicitud: Registro del trabajador que efectúa la solicitud.
 - Descripción de la Solicitud: Breve argumento que explique la causa que genera el evento.
- ☑ Al finalizar la solicitud, ésta se guardará automáticamente al pulsar “Intro ←” en el teclado;
- ☑ Para salir del formulario, se da click sobre el icono ubicado en la parte superior izquierda , por medio del cual regresará a la presentación Usuario 1 (Ver figura 4).

Figura 8. Solicitud de Trabajo


5.2. Esquema para la creación de una Orden de Trabajo.

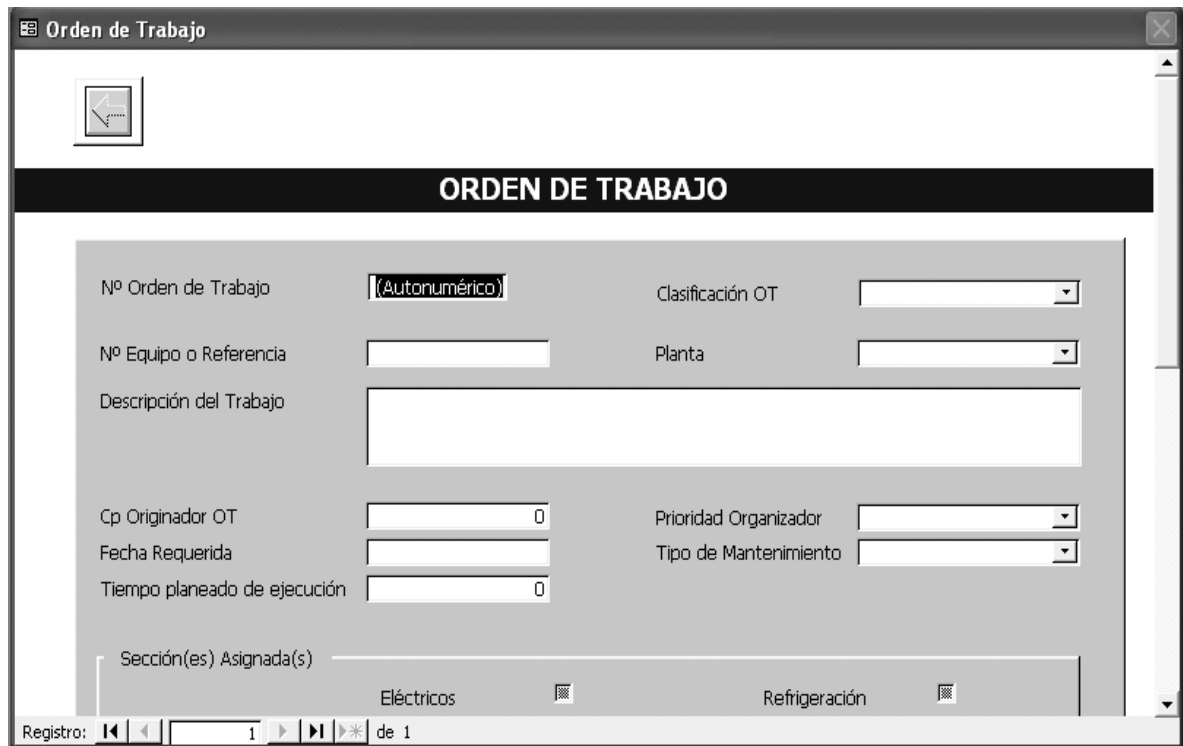
Este formato fue diseñado exclusivamente para el área de Planeación del Mantenimiento, y tiene como fin iniciar, rastrear y registrar todas las actividades de mantenimiento (ver Figura 9). El proceso comienza cuando se genera una “Solicitud de Trabajo” que requiere aprobación (ver Figura 8). Una vez aprobada la solicitud, el trabajo se planea, luego se programa, se realiza y finalmente se registra.

5.2.1. Pasos:

- ☑ Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- ☑ Seleccionar la opción “Planeación”, digitar el Password asignado y oprimir el botón “**Entrar**” (Ver figura 2);
- ☑ Seleccionar la Opción “Orden de Trabajo”, que se muestra en el formulario presentación Usuario 2 (Ver figura 5);
- ☑ Diligenciar la información requerida dentro de la Orden, que consta de los siguientes puntos:

- Nº Orden de Trabajo: Este ítem se registra automáticamente, y hace referencia al consecutivo de la Orden de Trabajo.
 - Planta: En este punto se presenta un asistente de búsqueda que despliega los nombres de las áreas operativas de la empresa, y sobre las cuales el Planeador debe seleccionar la opción solicitada.
 - Nº Equipo o Referencia: Se debe digitar el equipo o número de referencia que requiere la revisión por parte de la Dirección de Mantenimiento.
 - Descripción de la Solicitud: Breve argumento que explique la causa que genera el evento.
 - Clasificación OT: Este punto presenta un asistente de búsqueda que despliega los estados asignados a las Órdenes de Trabajo.
 - Prioridad Organizador: En este Ítem el planeador en conjunto con el equipo de supervisores de la Dirección del Mantenimiento.
 - Descripción del Trabajo: Breve argumentación de las diferentes actividades a realizar.
 - Cp Originador OT: Registro del trabajador que registra la Orden.
 - Fecha Requerida: Fecha en la que se planea iniciar el trabajo.
 - Tipo de Mantenimiento: Asistente de búsqueda que despliega la Clasificación del Mantenimiento en la Empresa.
 - Tiempo Planeado de Ejecución: Tiempo planeado en horas para finalizar el trabajo.
 - Sección(es) Asignada(s): En este Ítem el sistema permite seleccionar la sección(es) mediante el uso de casillas de verificación.
 - Materiales Empleados: Este punto se subdivide en Material Requerido y Cantidad.
 - Personal Requerido: Este subformulario presenta la información del cargo del personal requerido, número de personas y tiempo requerido en la planeación del trabajo.
 - Costo Material Planeado: Es igual al costo total de los materiales planeados para la ejecución del trabajo.
 - Costo Mano de Obra Planeado: Igual al costo total en pesos de mano de obra planeada.
 - OT Padre: Este espacio se llena sólo si la orden de trabajo que se planeó proviene de otra orden que quedó en ejecución y se escribe el consecutivo de la misma.
- Al finalizar la solicitud, ésta se guardará automáticamente al pulsar “Intro ←” en el teclado, pero si el usuario desea realizar otra solicitud, pueda hacerla oprimiendo el botón siguiente que se encuentra ubicado en la parte inferior del recuadro en la barra “Registro”;

- ☑ Para salir del formulario, se da click sobre el icono ubicado en la parte superior izquierda , por medio del cual regresamos a la presentación Usuario 2 (Ver figura 5).



La imagen muestra una ventana de software titulada "Orden de Trabajo". En la parte superior izquierda hay un icono de retroceso. El título principal del formulario es "ORDEN DE TRABAJO". El formulario contiene los siguientes campos:

- Nº Orden de Trabajo:
- Clasificación OT:
- Nº Equipo o Referencia:
- Planta:
- Descripción del Trabajo:
- Cp Originador OT:
- Prioridad Organizador:
- Fecha Requerida:
- Tipo de Mantenimiento:
- Tiempo planeado de ejecución:
- Sección(es) Asignada(s):

En la parte inferior del formulario, se muestra "Registro: 1 de 1".

Figura 9. Orden de Trabajo


5.3. Esquema para el Reporte de Ejecución.

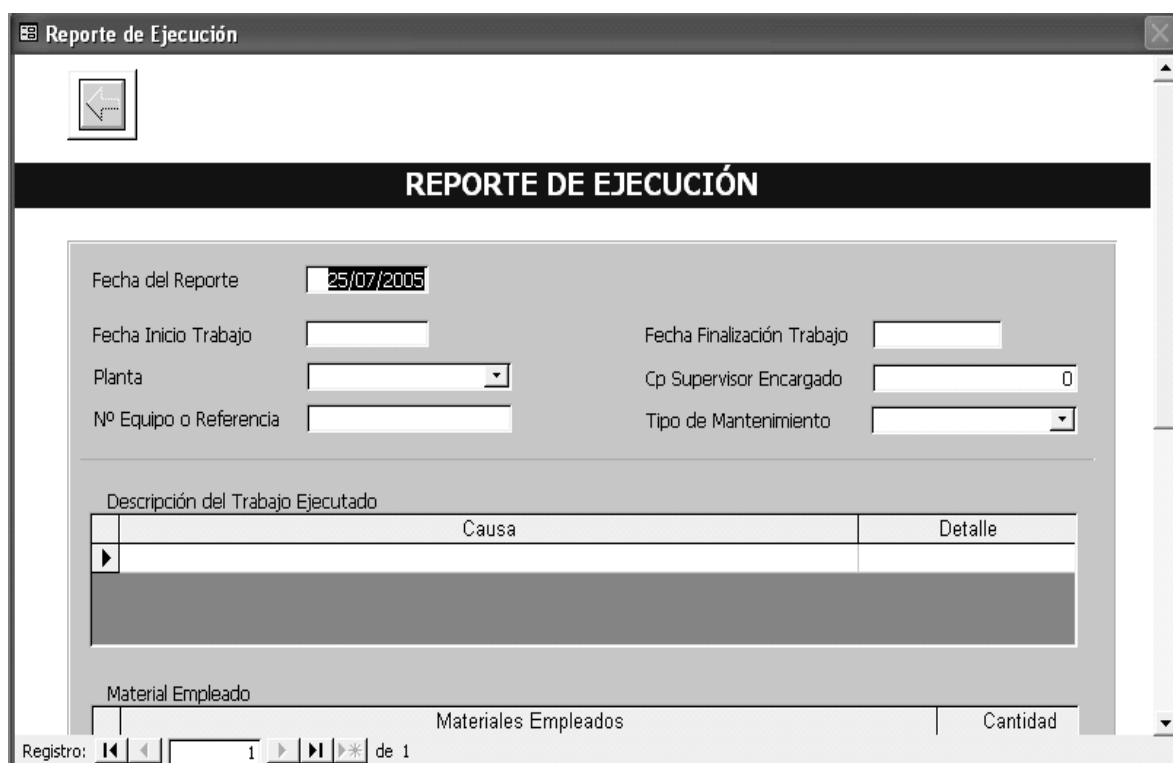
El Reporte de Ejecución es un formulario diseñado para medir el alcance de las actividades realizadas diariamente en la Dirección de Mantenimiento. Su uso es exclusivo de los Supervisores y/o Jefes a cargo de cada una de las diferentes Secciones en las cuales se subdivide la dirección; ellos son directamente responsables del ingreso y manejo de la información en el Sistema (ver Figura 10).

5.3.1. Pasos:

- ☑ Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- ☑ Seleccionar la opción "Mantenimiento", digitar el Password asignado y oprimir el botón "**Entrar**" (Ver figura 2);

- ☑ Seleccionar la Opción “Reporte de Ejecución”, que se muestra en el formulario presentación Usuario 3 (Ver figura 6);
- ☑ Diligenciar la información requerida dentro del Reporte, la cual consta de los siguientes puntos:
 - Fecha del Reporte: Como el reporte se realizará diariamente, el sistema asume automáticamente la fecha actual del reporte.
 - Fecha Inicio Trabajo: Esta fecha debe digitarse manualmente, y corresponde a la fecha exacta en la cual se empezó a ejecutar el trabajo.
 - Fecha Finalización Trabajo: Como su nombre lo indica, se debe escribir la fecha en la cuál culmina el trabajo ejecutado.
 - Planta: Este punto contiene un asistente de búsqueda que despliega los nombres de las áreas operativas de la empresa, y sobre las cuales el usuario debe seleccionar la opción deseada.
 - Cp Supervisor encargado: Registro del trabajador responsable de la supervisión del trabajo efectuado.
 - Nº Equipo o Referencia: Se debe digitar el nombre o número de referencia del equipo al cual se le ejecutó el mantenimiento.
 - Tipo de Mantenimiento: Asistente de búsqueda que permite seleccionar el tipo de mantenimiento que se generó en la reparación.
 - Descripción del Trabajo Ejecutado: Este subformulario muestra el reporte de la Causa y el Detalle del mantenimiento ejecutado.
 - Clasificación OT: Este punto presenta un asistente de búsqueda que despliega los estados asignados a las Órdenes de Trabajo.
 - Material Empleado: Este punto se subdivide en Materiales Empleados y Cantidad.
 - Personal Empleado: Este subformulario presenta la información del cargo del personal requerido, número de personas, Horas Pito Normal, Horas Pito Extra Diurnas (Hrs Pito ExD), Horas Pito Recargo Nocturno (Hrs Pito RN), Horas Pito Extra Nocturna (Hrs Pito ExN), Sábado, Horas Turno A Normal, Horas Turno A Extra Diurna (Hrs Turno A ExD), Horas Turno a Extra Nocturna (Hrs Turno A ExN), Horas Turno B Normal, Horas Turno B Extra Nocturna (Hrs Turno B ExN), Horas Turno C, Domingo, Festivo y Número de Almuerzos empleados en la ejecución del trabajo.
 - Costo Material Real: Es igual al costo total de los materiales empleados en la ejecución del trabajo.
 - Costo Mano de Obra Real: Igual al costo total en pesos de mano de obra empleada.
 - Nº de Accidentes: En este espacio se digita llena sólo si la orden de trabajo que se planeó proviene de otra orden que quedó en ejecución y se escribe el consecutivo de la misma.
 - Consecutivo de la OT: En éste ítem se escribe manualmente el número de la OT que se creó para la ejecución del trabajo.

- ☑ Al finalizar de diligenciar el reporte, es necesario pulsar la tecla “**Intro**” para que el registro se guarde automáticamente;
- ☑ Para salir del formulario, se da click sobre el icono ubicado en la parte superior izquierda , el cual permite regresar nuevamente a la presentación Usuario 3 (Figura 6).



Reporte de Ejecución

REPORTE DE EJECUCIÓN

Fecha del Reporte: 25/07/2005

Fecha Inicio Trabajo:

Fecha Finalización Trabajo:

Planta:

Cp Supervisor Encargado: 0

Nº Equipo o Referencia:

Tipo de Mantenimiento:

Descripción del Trabajo Ejecutado

	Causa	Detalle
▶		

Material Empleado

Material Empleado	Materiales Empleados	Cantidad


Registro: 1 de 1

Figura 10. Reporte de Ejecución

5.4. Esquema para el Reporte de los Trabajos de Mantenimiento Contratado.

El formulario fue diseñado, con el fin de recolectar información sobre los trabajos de mantenimiento que la empresa está subcontratando. La información que se recopile por medio de este formato servirá para medir el alcance de los trabajos contratados y las necesidades de los equipos (ver Figura 11). Su uso es exclusivo del personal de Contratación.

5.4.1. Pasos:

- ☑ Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- ☑ Seleccionar la opción “Contratación”, digitar el Password asignado y oprimir el botón “**Entrar**” (Ver figura 2);
- ☑ Seleccionar la Opción “Mantenimiento Contratado”, que se muestra en el formulario presentación Usuario 4 (Ver figura 7);
- ☑ Diligenciar la información requerida dentro del formulario de mantenimiento contratado, el cual consta de los siguientes puntos:
 - Consecutivo: En este espacio se debe digitar el número que hace referencia al contrato que se generó para llevar a cabo el mantenimiento.
 - Fecha Inicio: Este punto corresponde a la fecha exacta en la cual se dio inicio al contrato.
 - Fecha Finalización: Como su nombre lo indica, se debe escribir la fecha en la cuál culmina el trabajo contratado.
 - Cp: Registro del trabajador que diligenció este formato (Contratación).
 - Planta: Este punto presenta un asistente de búsqueda que despliega los nombres de las áreas operativas de la empresa, y sobre las cuales el usuario debe seleccionar la opción requerida.
 - Nº Equipo o Referencia: Se debe digitar el nombre o número de referencia del equipo del cual se requiere contratar el mantenimiento.
 - Empresa Contratista: Nombre o razón social de la empresa contratada para ejecutar el mantenimiento.
 - Actividades Realizadas: Breve descripción de las diferentes actividades ejecutadas dentro del trabajo de mantenimiento.
 - Costo Total del Contrato: Este casilla indica en pesos el costo total de contrato de mantenimiento.
- ☑ Al finalizar de diligenciar el formulario, es necesario pulsar la tecla “**Intro** ←” para que el registro se guarde automáticamente;
- ☑ Para salir del formulario, se da click sobre el icono ubicado en la parte superior izquierda , el cual permite regresar nuevamente a la presentación Usuario 4 (Figura 7).

The screenshot shows a software window titled "Trabajos de Mto Contratados". Inside the window, there is a header bar with the text "MANTENIMIENTO CONTRATADO". Below the header is a form with several input fields and a text area. The fields are arranged in two columns. The left column contains: "Fecha Inicio" (text input), "Cp" (text input with "0"), "Planta" (dropdown menu), "Empresa Contratista" (text input), and "Actividades Realizadas" (text area). The right column contains: "Consecutivo" (text input), "Fecha Finalización" (text input), and "Nº Equipo o Referencia" (text input). At the bottom of the window, there is a status bar that reads "Registro: 1 de 1" with navigation icons.

Figura 11. Mantenimiento Contratado

5.5. Esquema para la Creación de Consultas.

La consulta es una solicitud de información a la base de datos, procedente de un conjunto de tablas existentes en el sistema. Al crear el Sistema de Información para la Dirección de Mantenimiento, se determinó que la forma más efectiva y rápida para conocer información a cerca de los equipos y las actividades realizadas era mediante el uso de una consulta (Ver figura 12).

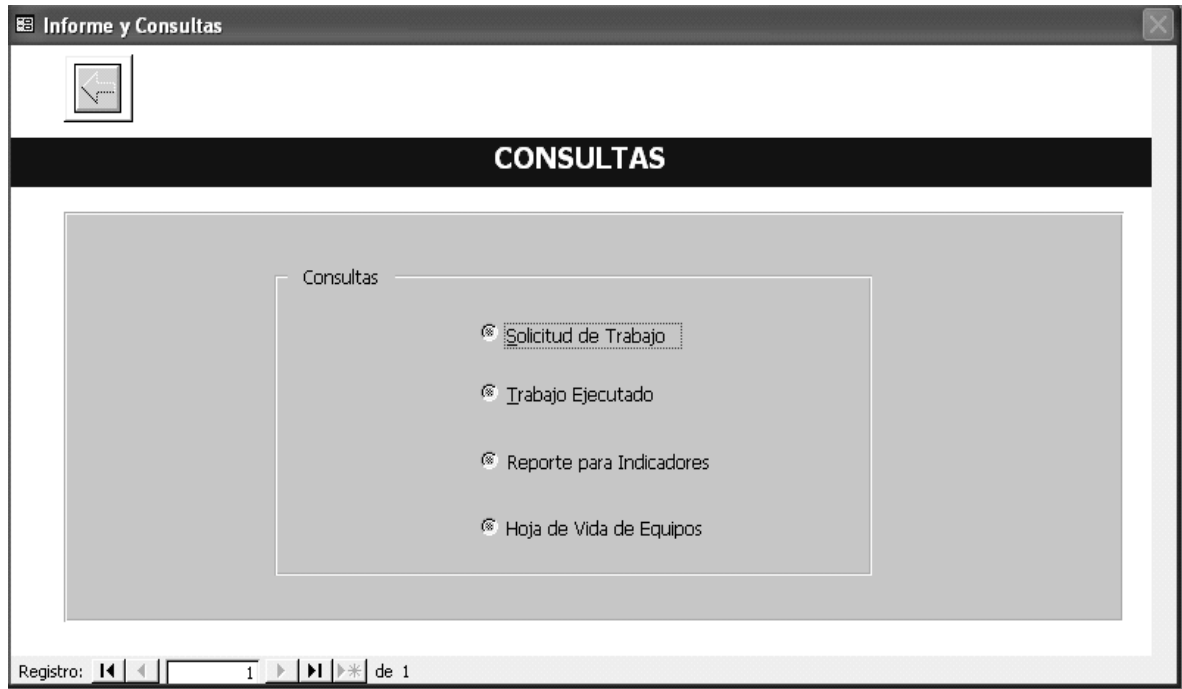


Figura 12. Consultas

5.5.1. Pasos:

- Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- Seleccionar la Opción "Consultas" (el uso de este formulario está restringido de acuerdo con los niveles de acceso y el manejo de información), que se muestra en el formulario de presentación;
- Seleccionar el tipo de consulta que se desea efectuar:
 - Solicitud de Trabajo: Para efectuar una consulta de las Solicitudes generadas, el planeador debe dar doble click sobre la opción seleccionada y el sistema le generará automáticamente la siguiente pregunta: ¿Qué fecha de Solicitudes desea consultar? Después da click sobre "**Aceptar**" para acceder a la información (Ver Figura 13).

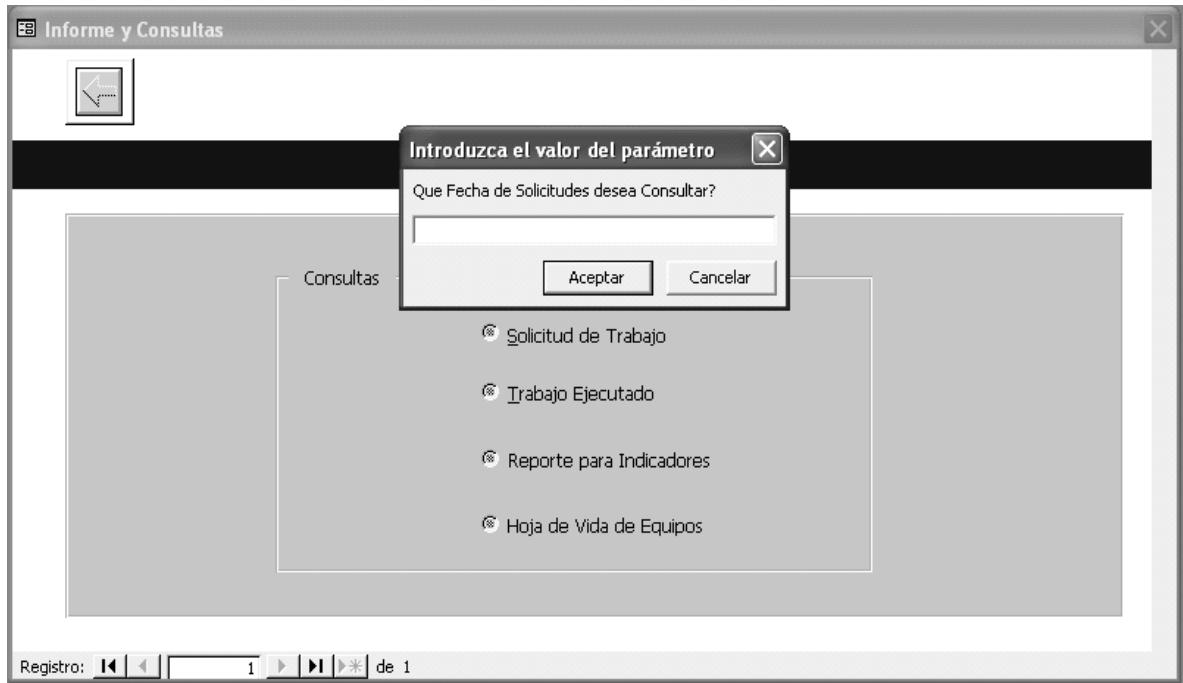


Figura 13. Consulta Solicitud de Trabajo

- Trabajo Ejecutado: La consulta se genera dando doble click sobre el texto. Seguidamente, el sistema genera la pregunta: ¿Qué fecha de reporte de trabajos desea consultar? Después de especificar el dato solicitado, el usuario debe dar click sobre **“Aceptar”** para lograr acceder a la información (Ver figura 14).

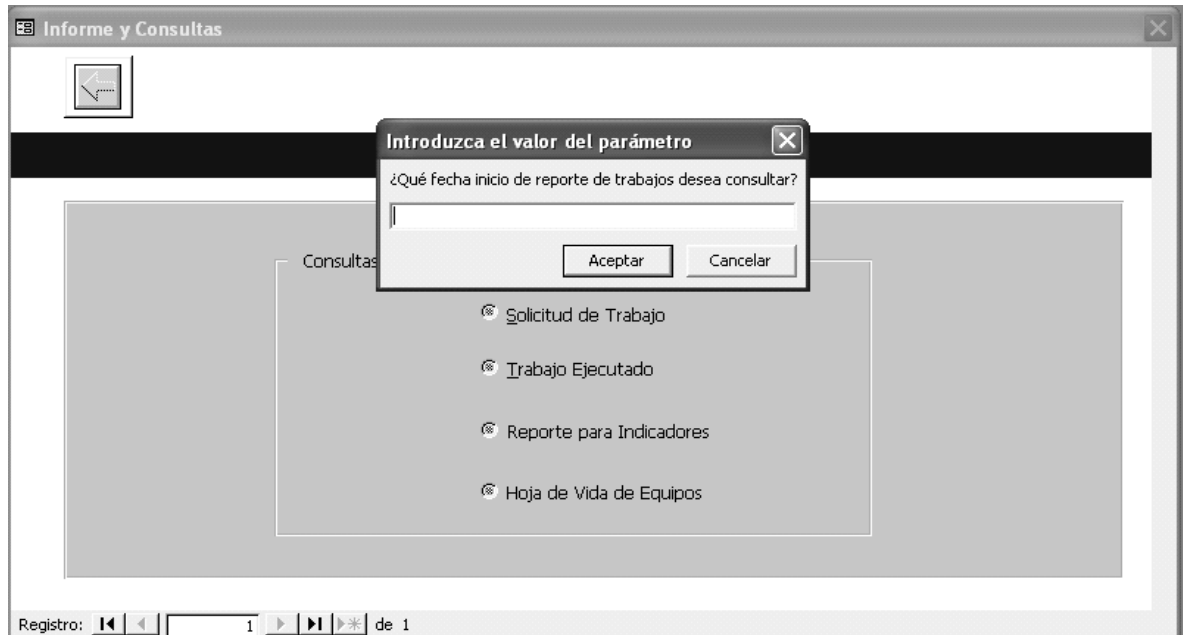


Figura 14. Consulta Trabajo Ejecutado

- Reporte para Indicadores: Ventana en construcción. Este vínculo permite al usuario acceder a la información necesaria para el manejo y aplicación de los Indicadores de Gestión de la Dirección de Mantenimiento, y su uso será exclusivo para el Director y la Gerencia.
- Hoja de Vida de Equipos: La consulta se genera dando doble click sobre el texto. Seguidamente, el sistema genera la pregunta: ¿Escriba el N° o Referencia del Equipo que desea consultar? Después de especificar el dato solicitado, el usuario debe dar click sobre **“Aceptar”** para lograr acceder a la información (Ver figura 15).

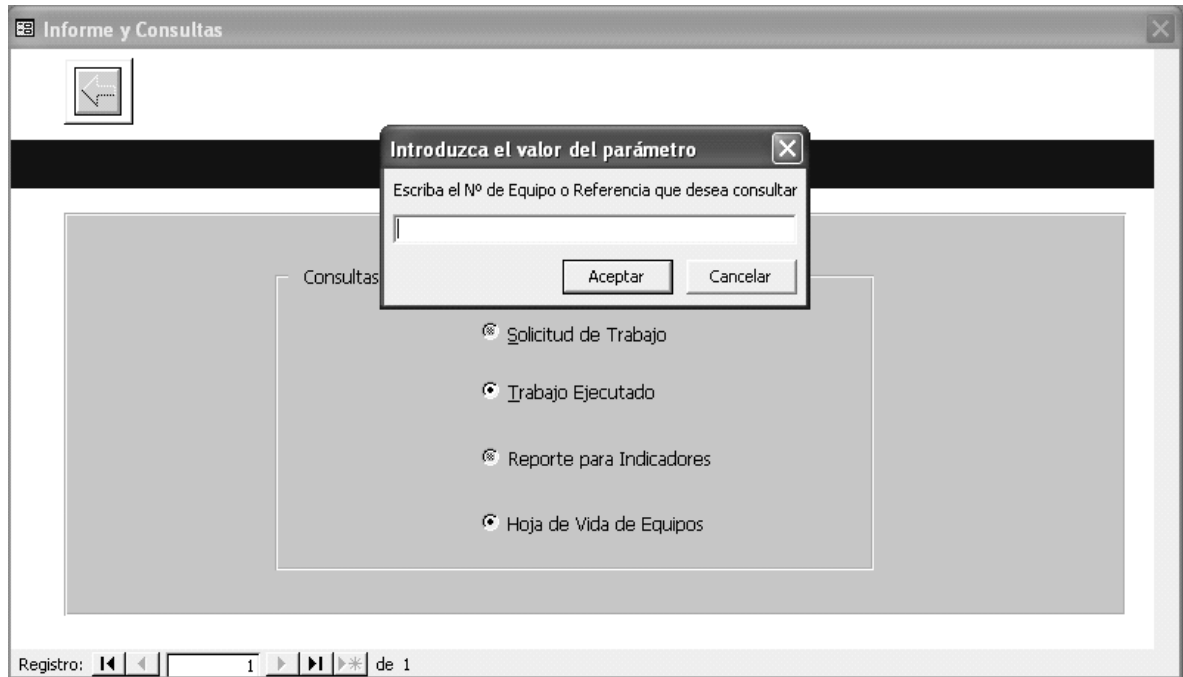




Figura 15. Consulta Hoja de Vida de Equipos


- ☑ Para salir del formulario, se da click sobre el icono ubicado en la parte superior izquierda  , el cual permite regresar nuevamente a la presentación del sistema.

5.6. Esquema para la Administración de Usuarios.

Esta opción del sistema se encuentra en la presentación administrador SIM (Ver figura 3) y esta representada por una llave que al pulsar click sobre el icono  , permite al Administrador crear y asignar usuarios con sus respectivas claves de acceso de acuerdo con los niveles de información necesarios (Ver figura 16).

5.6.1. Pasos

- ☑ Ingresar al Sistema de Información de Mantenimiento (SIM);
- ☑ Seleccionar en el asistente de Búsqueda el nombre del usuario, digitar el Password asignado y oprimir el botón “**Entrar**” (Ver figura 2);
- ☑ Oprimir el icono “**Claves de Usuarios**”;
- ☑ Diligenciar cada una de los puntos enunciados, determinando los Niveles de Acceso dependiendo del tipo de usuario que requiera acceder al Sistema:

- ID Usuario: Identificación automática que determina el número de usuario.
 - Nombre de Usuario: Nombre asignado al usuario.
 - Password: Contraseña asignada para uso exclusivo de los usuarios.
 - Nivel de Acceso: En este ítem es necesario que el administrador conozca hasta donde puede dar permisos a los usuarios y los clasifique en los siguientes niveles: Admin, User1, User2, User3 User4, los cuales fueron explicados en el punto 4 (Presentación del Sistema).
- ☑ Si el administrador va a asignar o crear varios usuarios, debe emplear la barra de Registro, con el fin de generar uno nuevo;
- ☑ Finalmente se da click sobre el icono ubicado en la parte superior derecha  para salir del formulario de “Administración de Usuarios”.

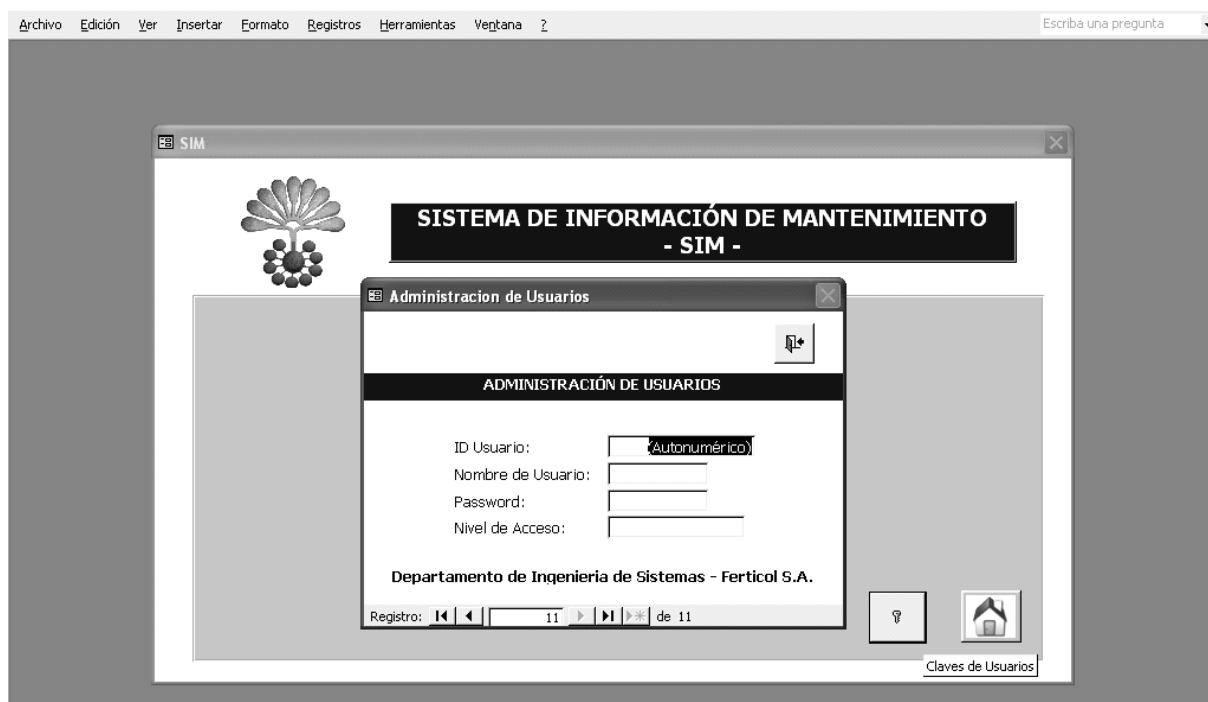


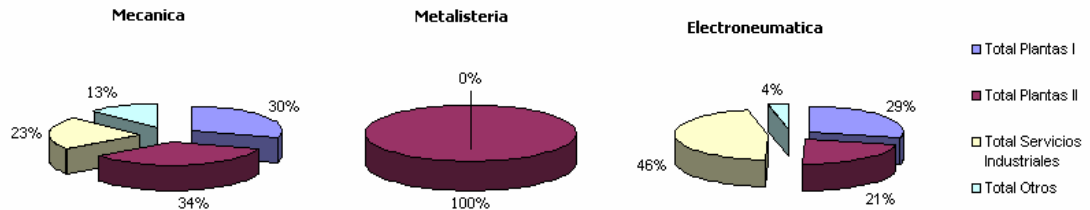
Figura 16. Administración de Usuarios

Presupuesto de Inversiones

B. Materiales de Mantenimiento

	Departamento de Mantenimiento			Total
	Mecanica	Metalisteria	Electroneumatica	
Plantas I				
Amoniaco	60.000.000,00	0,00	192.500.000,00	252.500.000,00
Acido Nitrico	0,00	0,00	65.500.000,00	65.500.000,00
Nitrato de Calcio	0,00	0,00	5.000.000,00	5.000.000,00
Plantas II				
Bodega de Empaques	0,00	0,00	15.000.000,00	15.000.000,00
Urea	49.000.000,00	14.000.000,00	6.500.000,00	69.500.000,00
Arcilla	4.000.000,00	0,00	20.000.000,00	24.000.000,00
Nitrato de Amonio	16.500.000,00	36.750.000,00	152.500.000,00	205.750.000,00
Sevicios industriales				
Planta Electrica	0,00	0,00	242.000.000,00	242.000.000,00
Plantas de Agua	45.000.000,00	0,00	35.000.000,00	80.000.000,00
Cienaga/Subestaciones/Lotes/Aire	0,00	0,00	136.000.000,00	136.000.000,00
Otros				
Mantenimiento	25.000.000,00	0,00	33.000.000,00	58.000.000,00

Total Plantas I	60.000.000,00	0,00	263.000.000,00	323.000.000,00
Total Plantas II	69.500.000,00	50.750.000,00	194.000.000,00	314.250.000,00
Total Servicios Industriales	45.000.000,00	0,00	413.000.000,00	458.000.000,00
Total Otros	25.000.000,00	0,00	33.000.000,00	58.000.000,00
Total General de Compras (Plantas)	\$ 199.500.000,00	\$ 50.750.000,00	\$ 903.000.000,00	\$ 1.153.250.000,00



Dir Mantenimiento

Adquisicion de Equipos	73.000.000,00
------------------------	---------------

Total Presupuesto Inversiones \$ 1.226.250.000,00

Anexo C. Presupuesto Anual de Personal

Costos de Personal				
Metalisteria				
Cargo	Costos Dias	Costos Semanas	Costos Mes	Costos Años
TD	162.600,00	975.600,00	3.902.400,00	46.828.800,00
TM	62.270,00	373.620,00	1.494.480,00	17.933.760,00
T1	179.496,00	1.076.976,00	4.307.904,00	51.694.848,00
T2	57.648,00	345.888,00	1.383.552,00	16.602.624,00
T3	55.860,00	335.160,00	1.340.640,00	16.087.680,00
O	27.157,00	162.942,00	651.768,00	7.821.216,00
A	-	-	-	-
Total	545.031	3.270.186	13.080.744	156.968.928
Costos de Horas Extras				
TD	-	-	-	-
TM	23.351,25	147.891,25	599.348,75	7.176.617,50
T1	74.790,00	433.782,00	1.720.170,00	20.679.435,00
T2	21.618,00	136.914,00	554.862,00	6.643.932,00
T3	20.947,50	132.667,50	537.652,50	6.437.865,00
O	13.578,50	67.892,50	257.991,50	3.129.844,25
A	-	-	-	-
Total	154.285	919.147	3.670.025	44.067.694
Mecanica				
Cargo	Costos Dias	Costos Semanas	Costos Mes	Costos Años
TD	-	-	-	-
TM	62.270,00	373.620,00	1.494.480,00	17.933.760,00
T1	89.748,00	538.488,00	2.153.952,00	25.847.424,00
T2	144.120,00	864.720,00	3.458.880,00	41.506.560,00
T3	-	-	-	-
O	-	-	-	-
A	9.537,50	57.225,00	228.900,00	2.746.800,00
Total	305.676	1.834.053	7.336.212	88.034.544
Costos de Horas Extras				
TD	-	-	-	-
TM	23.351,25	147.891,25	599.348,75	7.176.617,50
T1	37.395,00	216.891,00	860.085,00	10.335.978,00
T2	57.648,00	345.888,00	1.383.552,00	16.602.624,00
T3	-	-	-	-
O	-	-	-	-
A	-	-	-	-
Total	118.394	710.670	2.842.986	34.115.220
Electroneumatica				
Cargo	Costos Dias	Costos Semanas	Costos Mes	Costos Años
TD	121.950,00	731.700,00	2.926.800,00	35.121.600,00
TM	-	-	-	-
T1	-	-	-	-
T2	86.472,00	518.832,00	2.075.328,00	24.903.936,00
T3	27.930,00	167.580,00	670.320,00	8.043.840,00
O	-	-	-	-
A	-	-	-	-
Total	236.352	1.418.112	5.672.448	68.069.376
Costos de Horas Extras				
TD	-	-	-	-
TM	-	-	-	-
T1	-	-	-	-
T2	36.030,00	208.974,00	828.690,00	9.958.692,00
T3	13.965,00	69.825,00	265.335,00	3.218.932,50
O	-	-	-	-
A	-	-	-	-
Total	49.995	278.799	1.094.025	13.177.625

Anexo D. Presupuesto de Contratos

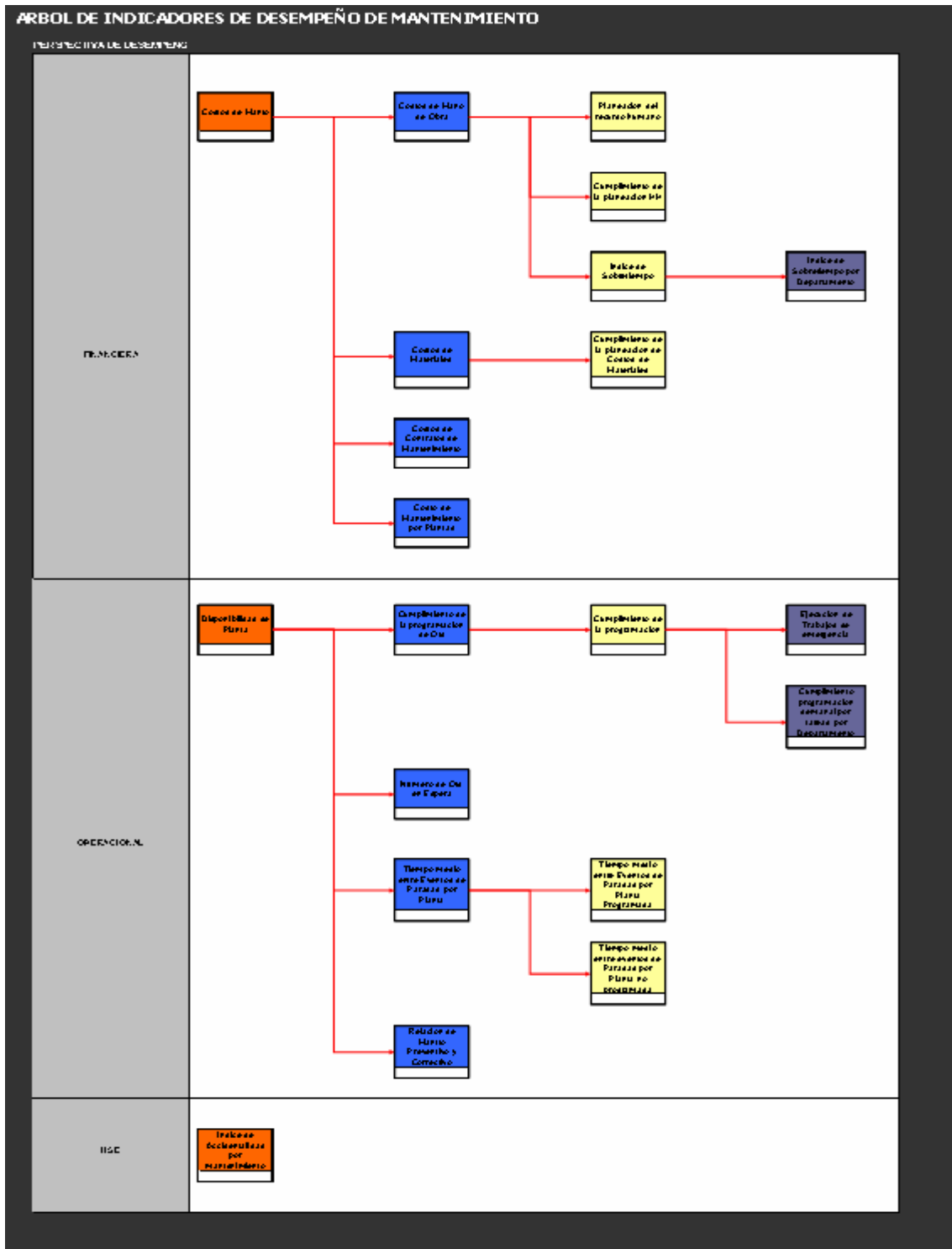
Presupuesto de Contratos				
D. Contratos de Mantenimiento				
	Departamento de Mantenimiento			Total
	Mecanica	Metalisteria	Electroneumatica	
Plantas I				
Amoniaco	0,00	55.440.000,00	20.000.000,00	75.440.000,00
Acido Nitrico	0,00	0,00	45.000.000,00	45.000.000,00
Nitrato de Calcio	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantas II				
Bodega de Empaques	0,00	0,00	0,00	0,00
Urea	7.000.000,00	25.000.000,00	10.000.000,00	42.000.000,00
Arcilla	0,00	0,00	20.000.000,00	20.000.000,00
Nitrato de Amonio	0,00	25.000.000,00	0,00	25.000.000,00
Sevicios industriales				
Planta Electrica	0,00	0,00	30.000.000,00	30.000.000,00
Plantas de Agua	240.000.000,00	5.000.000,00	10.000.000,00	255.000.000,00
Cienaga/Subestaciones/Lotes/Aire	0,00	0,00	66.000.000,00	66.000.000,00
Otros				
Mantenimiento	20.500.000,00	20.650.000,00	0,00	41.150.000,00
Total General de Contratos (Plantas)				
Total Plantas I	0,00	55.440.000,00	65.000.000,00	120.440.000,00
Total Plantas II	7.000.000,00	50.000.000,00	30.000.000,00	87.000.000,00
Total Servicios Industriales	240.000.000,00	5.000.000,00	106.000.000,00	351.000.000,00
Total Otros	20.500.000,00	20.650.000,00	0,00	41.150.000,00
Total General de Contratos (Plantas)	\$ 267.500.000,00	\$ 131.090.000,00	\$ 201.000.000,00	\$ 599.590.000,00

Mecanica	Metalisteria	Electroneumatica
8%	4%	53%
0%	16%	0%
0%	42%	32%
89%	38%	15%

The pie charts illustrate the distribution of the contract budget across three departments: Mecanica, Metalisteria, and Electroneumatica. The legend indicates four categories: Total Plantas I (blue), Total Plantas II (red), Total Servicios Industriales (green), and Total Otros (yellow).

- Mecanica:** Total Servicios Industriales (89%), Total Otros (8%), Total Plantas I (0%), Total Plantas II (0%).
- Metalisteria:** Total Servicios Industriales (42%), Total Otros (38%), Total Plantas I (16%), Total Plantas II (4%).
- Electroneumatica:** Total Servicios Industriales (53%), Total Otros (32%), Total Plantas I (15%), Total Plantas II (0%).

Anexo E. Árbol de Indicadores



Anexo F. Hoja de Vida de Indicadores Claves de Desempeño

 FERTICOL S.A.		FICHA TECNICA DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO DE MANTENIMIENTO COSTOS DE MANTENIMIENTO			
Fecha Actualización:				Abreviatura: C-MTTO	
Descripción:		Costos de Mantenimiento de la Dirección de Mantenimiento			
Objetivo:		Medir los Costos de Mantenimiento para Optimizar los Costos Operacionales			
Frecuencia para Generarlo:		Mensual			
Frecuencia para Revisarlo:		Mensual			
Cargo responsable de Calcularlo:		Coordinador de Planeación de Mantenimiento			
Cargo responsable de Reportarlo:		Coordinador de Planeación de Mantenimiento			
Cargo responsable de Revisarlo:		Director de Mantenimiento			
Reunión en la cual se revisa el Indicador:		Reunión Semanal en la Dirección de Mantenimiento			
Formula para el Cálculo (\$):		Costos Mano de Obra + Costos de Materiales + Costos de Contratos			
Descripción Componentes		Fuente de Información		Responsable Medición	
Costos de Mano de Obra		SIM / SIG		Coordinador Planeación	
Costos de Materiales		SIM/ SIG		Coordinador Planeación	
Costos de Contratos		SIM/ SIG		Coordinador Planeación	
Histórico de la Medición (llenar si existen datos)					
	2006 (1º Trimestre)	2006 (2º Trimestre)	2006 (3º Trimestre)	2006 (4º Trimestre)	2007 (1º Trimestre)
REAL					
PLAN					
Herramientas informáticas de soporte			SIM – SIG – EXCEL		

DESCRIPCION DEL INDICADOR

1. Nombre: Costos de Mantenimiento

2. Costos de mantenimiento: Es la suma de los componentes del costo (Costos de Mano de Obra, Costos de materiales y Costos de Contratos).

3. Herramientas informáticas utilizadas para generar el indicador

- SIG
- SIM
- Microsoft Excel o similar

4. Habilidades / Capacitaciones requeridas para la generación del indicador

- Conocimiento de la herramienta SIG
- Conocimiento de los componentes del costo de mantenimiento
- Conocimiento de los procesos administrativos de mantenimiento (Planeación)
- Conocimiento del árbol de Indicadores de Desempeño de la Dirección de mantenimiento

5. Requerimientos adicionales

- Autorización de acceso a las herramientas informáticas mencionadas.
- Disponibilidad de tiempo suficiente para el cálculo y análisis de los resultados.



FERTICOL S.A.

**FICHA TECNICA DE INDICADORES CLAVES DE
DESEMPEÑO DE MANTENIMIENTO**

DISPONIBILIDAD DE PLANTA

Fecha Actualización:		Abreviatura:	D-PLANTA		
Descripción:	Es el porcentaje en que cada una de las unidades de proceso esta disponible para la operación, incluyendo en el cálculo las paradas por mantenimiento no programadas, disminución de carga por mantenimiento y las inspecciones programadas de las unidades (anual, mensual, etc.)				
Objetivo:	Identificar las causas de no disponibilidad de las unidades por razones de mantenimiento				
Frecuencia para Generarlo:	Mensual				
Frecuencia para Revisarlo:	Mensual				
Cargo responsable de Calcularlo:	Coordinador de Planeación de Mantenimiento				
Cargo responsable de Reportarlo:	Director de Producción				
Cargo responsable de Revisarlo:	Director de Producción				
Reunión en la cual se revisa el Indicador:	Reunión Semanal en la Dirección de Mantenimiento/Dirección de Producción				
Formula para el Cálculo (%):	$(\text{Tiempo de Operación Real} / \text{Tiempo Calendario de Operación Planeado}) * 100$				
Descripción Componentes	Fuente de Información	Responsable Medición			
Tiempo de Operación Real	Registros manuales	Coordinador Planeación/ Director de Producción			
Tiempo Calendario de Operación Planeado	Planeación de Producción	Director de Producción			
Histórico de la Medición (llenar si existen datos)					
	2006 (1º Trimestre)	2006 (2º Trimestre)	2006 (3º Trimestre)	2006 (4º Trimestre)	2007 (1º Trimestre)
REAL					
PLAN					
Herramientas informáticas de soporte			SIG - EXCEL		

DESCRIPCION DEL INDICADOR

1. **Nombre:** Disponibilidad de Planta

2. **Disponibilidad de Planta:** Es el cociente determinado entre el tiempo de operación real sobre el tiempo calendario de operación planeado.

3. **Herramientas informáticas utilizadas para generar el indicador**

- SIG
- Microsoft Excel o similar

4. **Habilidades / Capacitaciones requeridas para la generación del indicador**

- Conocimiento de la herramienta SIG
- Conocimiento de la planeación y programación de la producción
- Conocimiento de los procesos administrativos de mantenimiento (Planeación y programación)
- Conocimiento del árbol de Indicadores de Desempeño de la Dirección de Mantenimiento

5. **Requerimientos adicionales**

- Autorización de acceso a las herramientas informáticas mencionadas.
- Disponibilidad de tiempo suficiente para el cálculo y análisis de los resultados.



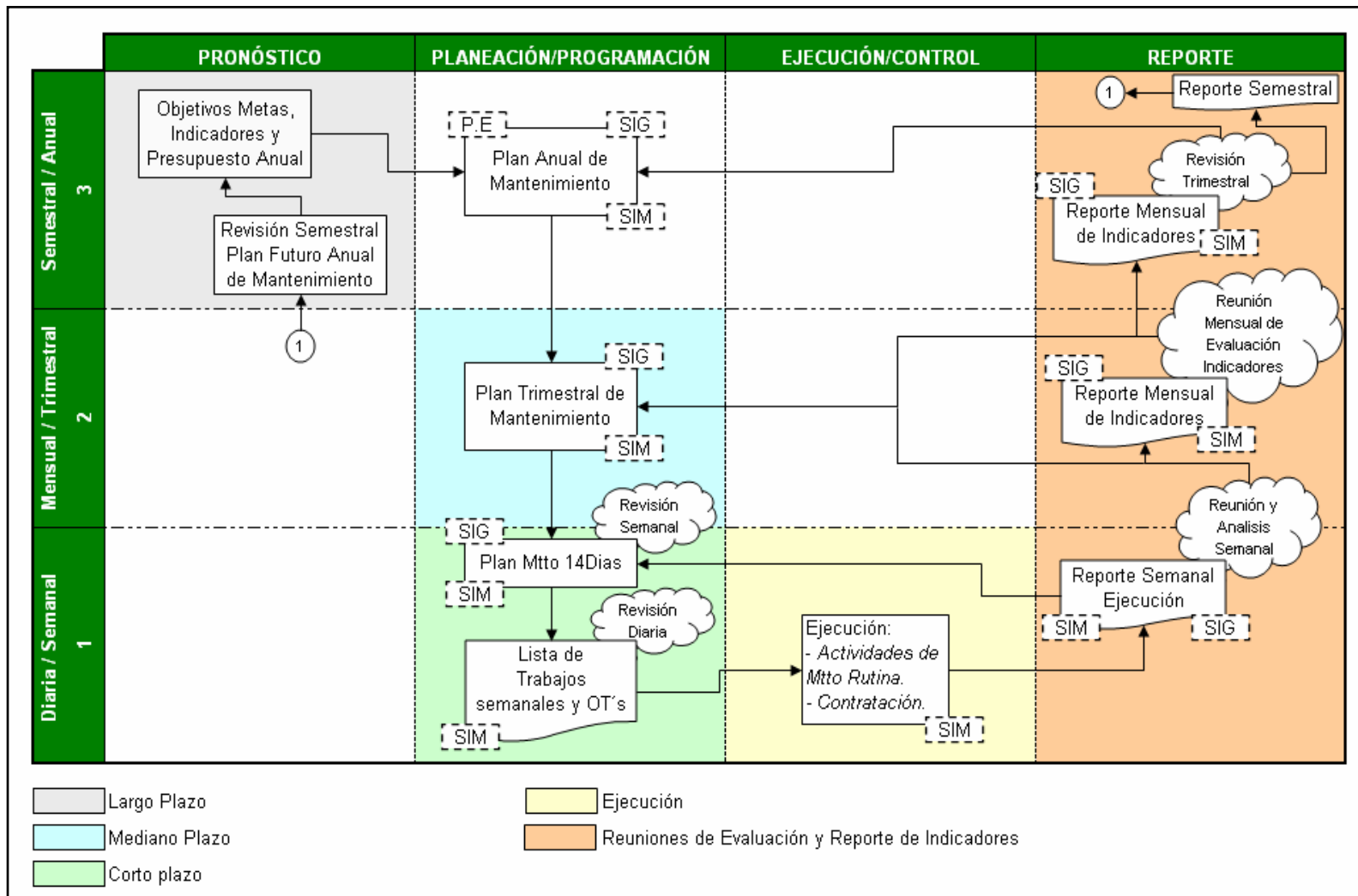
**FICHA TECNICA DE INDICADORES CLAVES DE
DESEMPEÑO DE MANTENIMIENTO
ÍNDICE DE ACCIDENTALIDAD
DE MANTENIMIENTO**

Fecha Actualización:		Abreviatura:	IA-MTTO		
Descripción:	Indica el número de accidentes que se producen dentro de las actividades de mantenimiento.				
Objetivo:	Controlar y prevenir la accidentalidad en el trabajo.				
Frecuencia para Generarlo:	Mensual				
Frecuencia para Revisarlo:	Mensual				
Cargo responsable de Calcularlo:	Coordinador de Planeación de Mantenimiento				
Cargo responsable de Reportarlo:	Jefe de Salud ocupacional				
Cargo responsable de Revisarlo:	Director de Mantenimiento/Jefe de Salud ocupacional				
Reunión en la cual se revisa el Indicador:	Reunión Semanal en la Dirección de Mantenimiento/Jefe de Salud ocupacional				
Formula para el Cálculo (#):	(# de Accidentes Reportados)				
Descripción Componentes	Fuente de Información	Responsable Medición			
# de Accidentes Reportados	SIM	Coordinador Planeación			
Histórico de la Medición (llenar si existen datos)					
	2006 (1º Trimestre)	2006 (2º Trimestre)	2006 (3º Trimestre)	2006 (4º Trimestre)	2007 (1º Trimestre)
REAL					
PLAN					
Herramientas informáticas de soporte			SIM - SIG		

DESCRIPCION DEL INDICADOR

1. **Nombre:** Índice de Accidentalidad de Mantenimiento
2. **Índice de Accidentalidad de Mantenimiento:** Es igual al número total de accidentes reportados dentro de las actividades de Mantenimiento.
3. **Herramientas informáticas utilizadas para generar el indicador**
 - SIM
 - SIG
4. **Habilidades / Capacitaciones requeridas para la generación del indicador**
 - Conocimiento de la herramienta SIM - SIG
 - Conocimiento de las metas administrativas propuestas por la Gerencia en cuanto a Seguridad Industrial de los trabajadores
 - Conocimiento de los riesgos y diferenciación entre Incidentes/Accidentes
 - Conocimiento del árbol de Indicadores de Desempeño de la Dirección de Mantenimiento
5. **Requerimientos adicionales**
 - Autorización de acceso a las herramientas informáticas mencionadas.
 - Disponibilidad de tiempo suficiente para el análisis de los resultados.

Anexo G. Plan de Control de Gestión de Mantenimiento



Anexo H. Capacitación

Anexo I. Manual del Sistema de Información SIG

MANUAL DEL SISTEMA DE INFORMACION GERENCIAL



TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	3
1. INSTALACIÓN	4
1.1. REQUERIMIENTOS	5
2. INTRODUCCIÓN AL SIG	5
2.1. FUNCIONAMIENTO BÁSICO	7
3. FUENTES DE INFORMACIÓN	11
3.1 INFORMACIÓN MANUAL	12
3.2 INFORMACIÓN AUTOMÁTICA	14
4. ÁRBOL DE INDICADORES	16
4.1 PERSPECTIVAS	17
4.1.1 Perspectiva Financiera	18
4.1.2 Perspectiva Operacional	20
4.1.3 Perspectiva Interna	23

5. MÓDULOS DE RESULTADOS DE INDICADORES	25
6. SEGUIMIENTO MENSUAL DE LOS INDICADORES CLAVES	26
7. PLANEACIÓN ADMINISTRATIVA	28



INTRODUCCION

Actualmente, el desempeño de las empresas y la toma de decisiones han ido especializándose cada vez más, pasando de ser un “arte” creativo y basado en la intuición, a ser una “ciencia” con procesos controlables y medibles.

El control del desempeño de las empresas, basado esencialmente en el uso del SIG, nos ofrece una visión clara acerca del rendimiento dentro del área de aplicación, poniendo énfasis en perfeccionar el control y análisis de la información.

El Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG, es un material didáctico de soporte a la ingeniería de mantenimiento que permite cuantificar y cualificar la función mantenimiento, mediante el uso y monitoreo continuo de indicadores claves de desempeño, los cuales ejercen un control inteligente sobre las actividades, a fin de brindar a la alta gerencia una gestión basada en datos y hechos reales y que a su vez sirva como herramienta soporte en el momento de tomar decisiones.

El presente manual del usuario expone las características de los componentes principales del Sistema de Información Gerencial; también hace una descripción de los criterios utilizados para el diseño de SIG, reuniendo factores importantes de relación entre los elementos que contiene y su organización e informa al usuario sobre los requerimientos de hardware y software. Este manual además, es la base para el proceso de capacitación de los usuarios que comenzarán a emplear esta solución en su salida en vivo, así como de cualquier otro proceso de capacitación posterior.

1. INSTALACIÓN

Antes de instalar y usar SIG tenga en cuenta lo siguiente:

- SIG es compatible con Microsoft Excel XP y superior.
- Al iniciar SIG, es posible que Excel le muestre un aviso conforme el libro que se intenta abrir contiene macros y que estas pueden ser potencialmente peligrosas. SIG le garantiza que las macros incluidas son absolutamente seguras, por lo que deberá habilitar el uso de las macros para poder usarlo. Para activar la opción de ejecutar macros en Excel, puede hacerlo de dos (2) formas:

1) Si en el mensaje que aparece tiene la opción de “Habilitar macros”, pulse ese botón para iniciar SIG, en caso contrario,

2) Abra un nuevo libro de Excel y diríjase a la opción Menú/Herramientas/Macro/Seguridad y seleccione la opción “Medio. Lo anterior provoca que se muestre el botón “Habilitar macros” al iniciar SIG, el cual debe ser pulsado para hacer uso de la aplicación.

SIG consta de los siguientes elementos:

- Una aplicación desarrollada en Microsoft Excel.
- Un manual de guía para el usuario.
- Un documento texto de licencia de uso y aplicación.

1.1. REQUERIMIENTOS

- Ordenador Pentium III con 128Mb Ram y 100Mb de espacio libre de disco.
- Sistema Operativo Windows XP o superior.
- Microsoft Excel XP y superior.

2. INTRODUCCIÓN AL SIG

Se empezará el recorrido por el SIG, enseñándoles a los usuarios la presentación de bienvenida al Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento, la cual encontrarán al abrir la aplicación. Es importante recordar, que el software se encuentra diseñado dentro de un fichero de Microsoft Excel, por lo que inicialmente el usuario debe abrir **SIG.xls**, o ubicar dentro del mismo fichero o en un acceso directo, el icono que representa el sistema. Inicialmente, se abrirá la aplicación Microsoft Excel y posteriormente se podrá acceder al SIG, presentando una pantalla de bienvenida y un mensaje para extraer los datos, en el cual el usuario tendrá autonomía de decidir como desea cargar la información al sistema, si en forma manual o automática. (Figura 1)

Figura 1. Bienvenida al SIG



Dentro de esta presentación de Bienvenida SIG, el usuario puede observar los diferentes módulos que ofrece el sistema, entre los cuales se encuentran:

- **Árbol de Indicadores**
 - Perspectiva Financiera
 - Perspectiva Operacional
 - Perspectiva Interna
- **Gráficos**
- **Planeación**

Además, en la parte inferior izquierda de la presentación se encuentra un botón de selección múltiple “Mes”, el cual le permite al usuario definir el periodo que desea consultar. Es requisito indispensable, que el usuario seleccione un mes antes de ingresar a los módulos (Perspectiva Financiera, Perspectiva Operacional, Perspectiva Interna y Gráficos), pues si no lo define, el sistema no extraerá datos necesarios para efectuar los cálculos.

Figura 2. Entorno del SIG.



2.1. FUNCIONAMIENTO BÁSICO

Todo el trabajo de cálculo de los indicadores se efectúa en la presentación “Entorno del SIG” (Figura 2), en donde los usuarios seguidamente de definir el

modo de uso con base en la fuente de información (Referirse al capítulo 3) podrán tener acceso a los

resultados obtenidos durante los periodos de estudio establecidos por el usuario.

El SIG se prepara mensualmente, el reporte se realiza el mes siguiente al reportado, es decir, si se está reportando Enero, este se elabora en Febrero (en un tiempo no mayor a los 15 primeros días del mes); durante este mes se recomienda realizar 2 revisiones con el Director de Mantenimiento antes de ser presentado a la Gerencia General.

Los módulos alternos (botones de acción) están diseñados exclusivamente para realizar consultas mes a mes de las mediciones, por lo cual estos se encuentran completamente bloqueados; es decir, no permiten modificaciones ni en su diseño, ni en su contenido, pues los resultados mostrados son datos calculados en base a la información que el propio usuario carga dentro de la base de datos del sistema bien sea en forma “Manual” o “Automática”.

En la figura 3 se presenta de manera general los 5 módulos que conforman el Sistema de Información Gerencial SIG así:

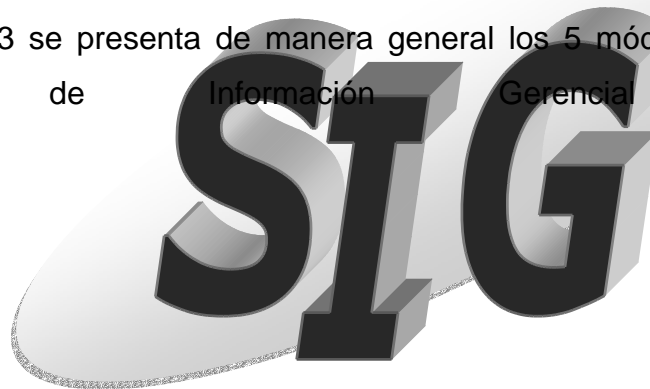
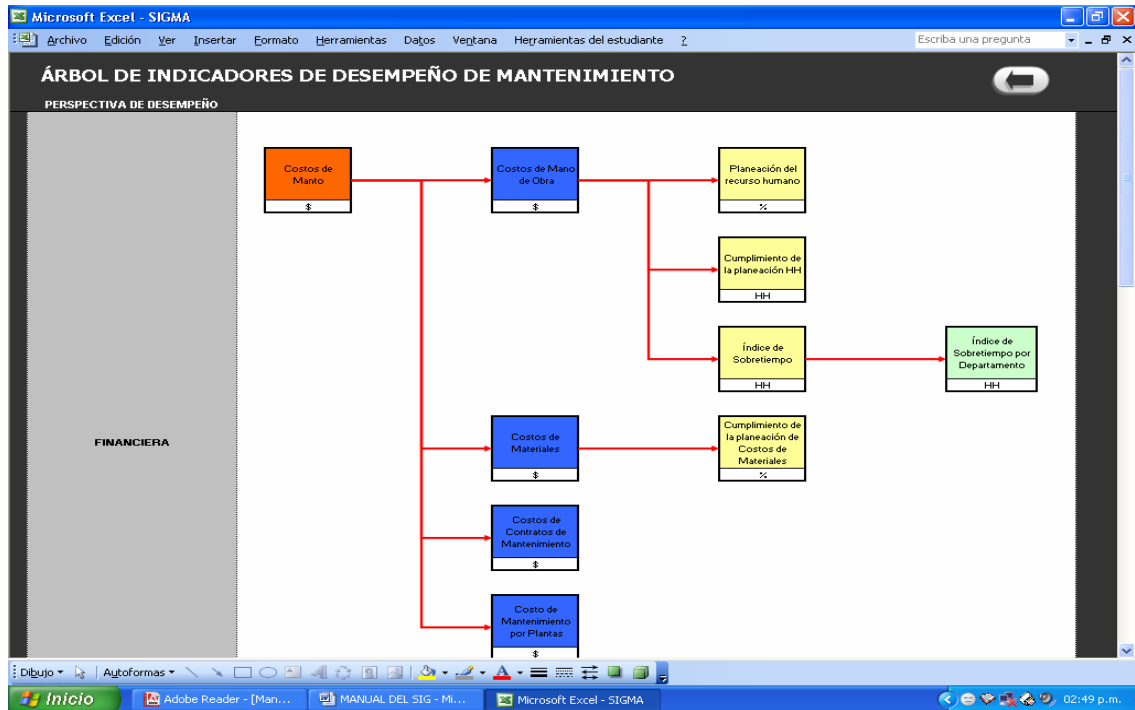
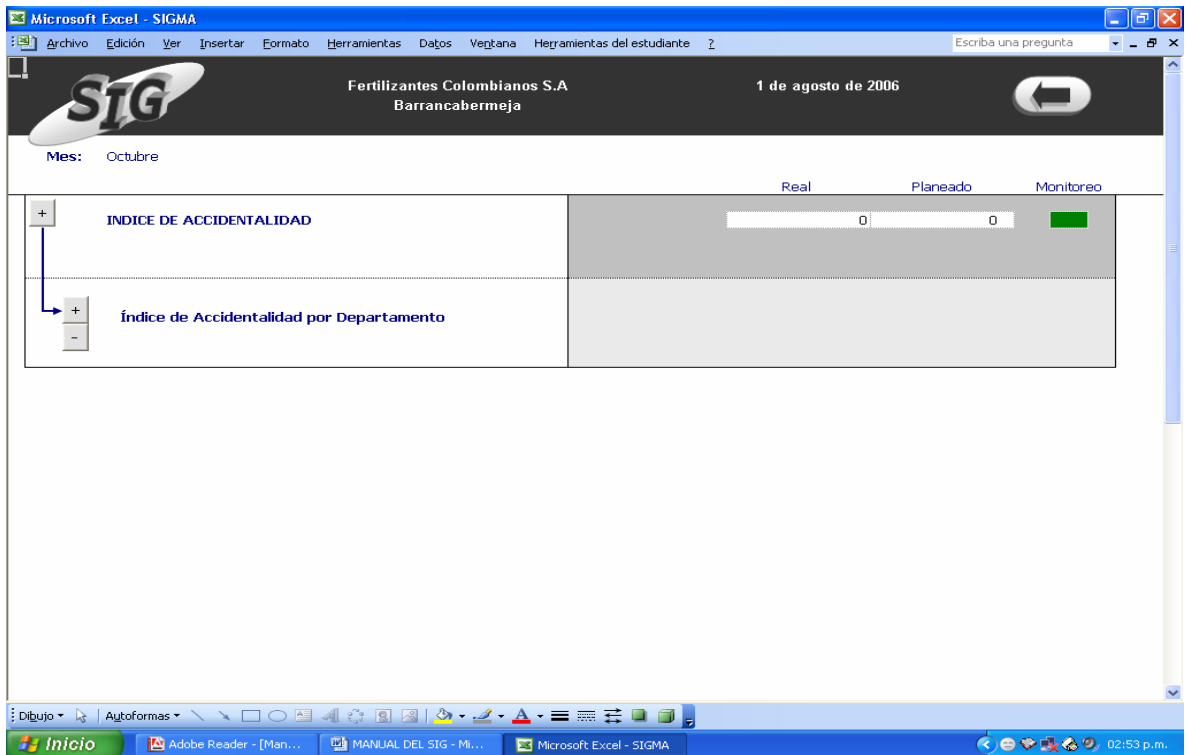
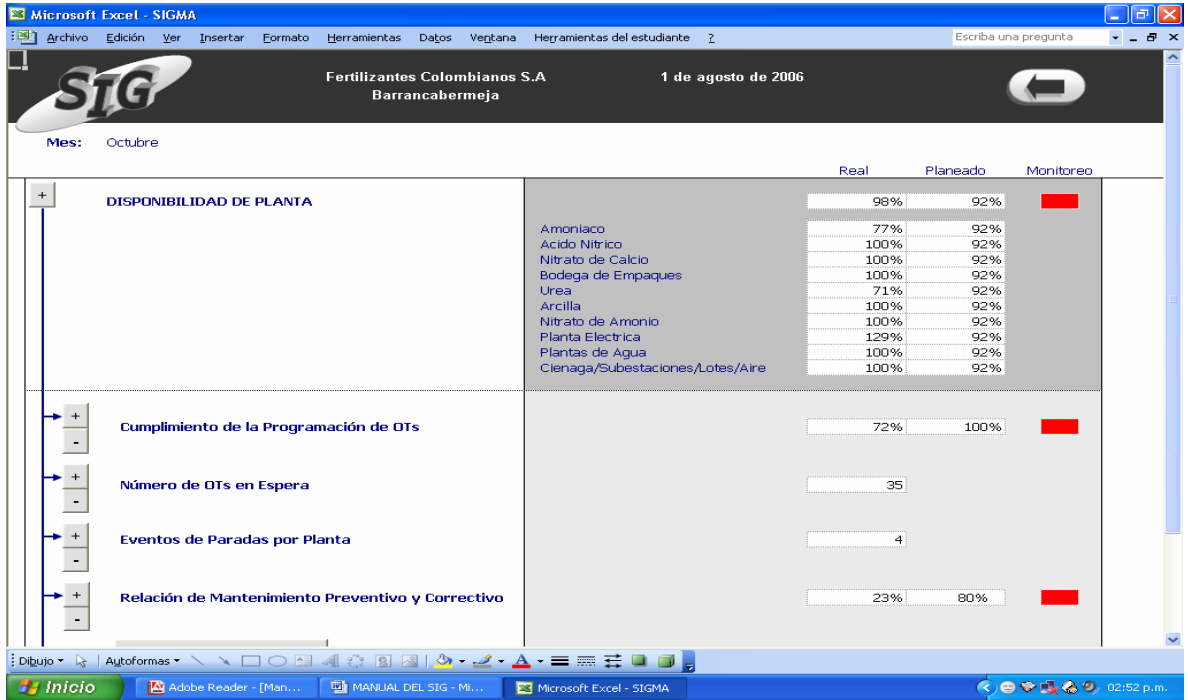
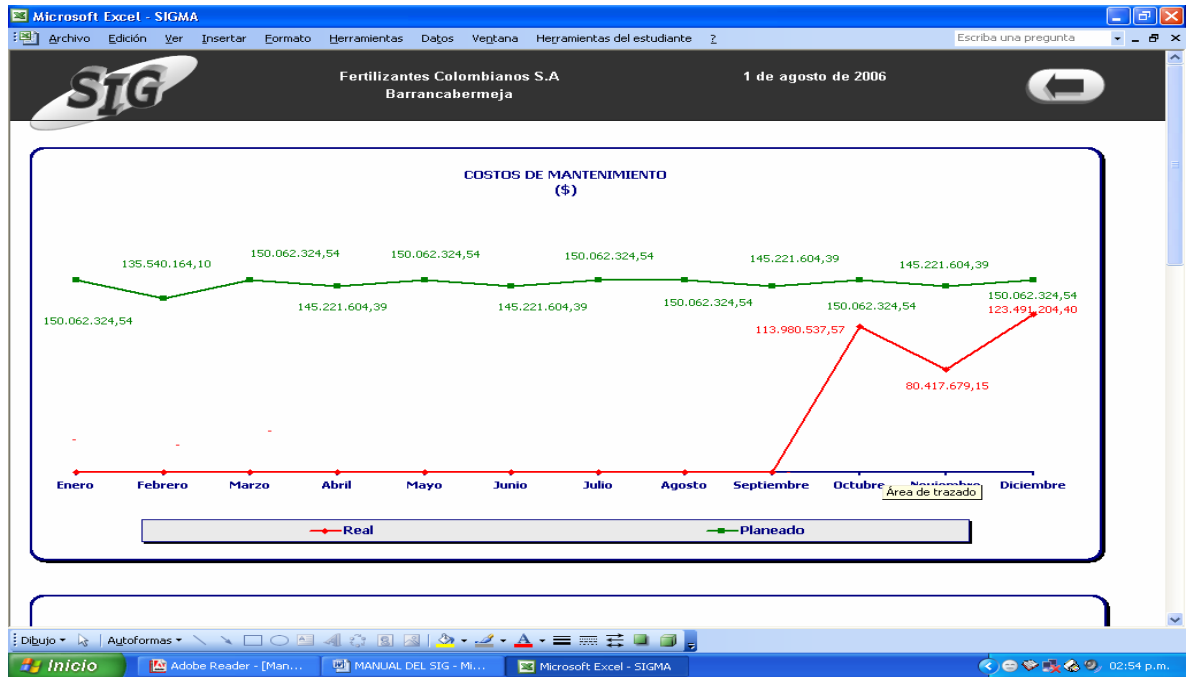


Figura 3. Presentación de Módulos







3. FUENTES DE INFORMACIÓN

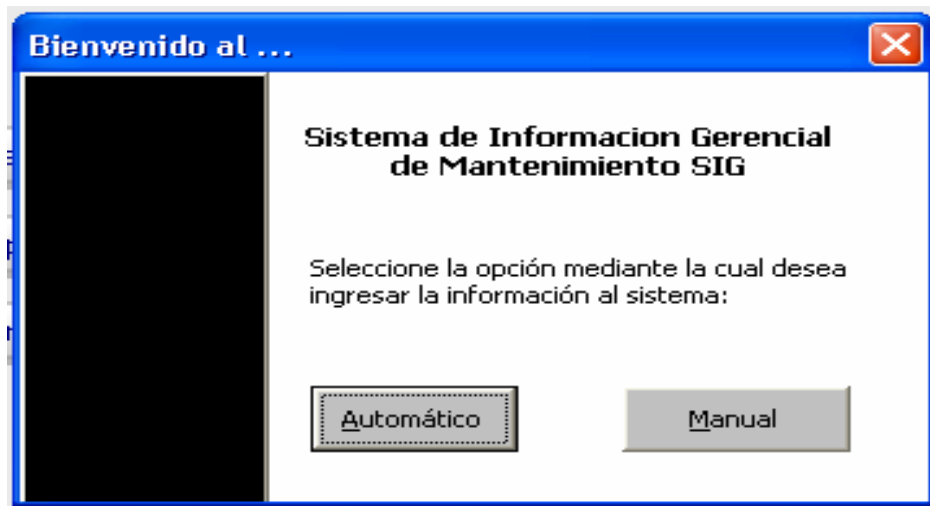
En el capítulo anterior se dio un vistazo a modo de resumen de los elementos principales que componen el SIG. Ahora se van a explicar paso a paso las dos (2) opciones que ofrece el sistema para extraer la información necesaria para el cálculo de los Indicadores de Desempeño de Mantenimiento con SIG, la cual se determina según las herramientas administrativas disponibles por la Empresa.

Para empezar, es necesario que el usuario se encuentre situado en la presentación de “Bienvenida del SIG” (Figura 1) y suponer que es la primera vez que va a emplear la herramienta informática para el cálculo de los indicadores, por lo cual, se empezará por dar a conocer a los usuarios el procedimiento necesario para extraer la fuente de información, a fin de garantizar el buen funcionamiento del SIG.

En este punto, es necesario que el usuario defina de que forma cargará la información al Sistema, pues como se mencionó anteriormente, SIG ofrece la opción de extraer la información de dos formas alternas, dependiendo del Sistema

de Información con el que cuenta la Empresa, el cual puede ser Manual o Computarizado.

Figura 4. Opciones para Extraer Información



3.1 INFORMACIÓN MANUAL

Cuando la Empresa cuenta con un Sistema de Información Manual, es necesario que designe una persona para que recopile los datos solicitados por el sistema, pues estos son requisito indispensable para el cálculo de los indicadores.

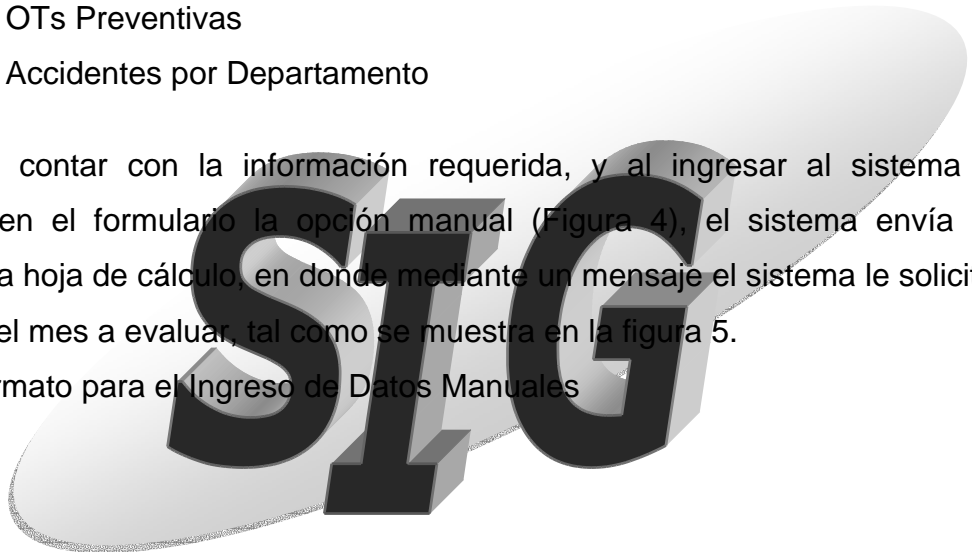
Bien sea que estos datos se ingresen digitalmente o mediante la vinculación de una hoja de cálculo en Excel el usuario debe contar con la siguiente información:

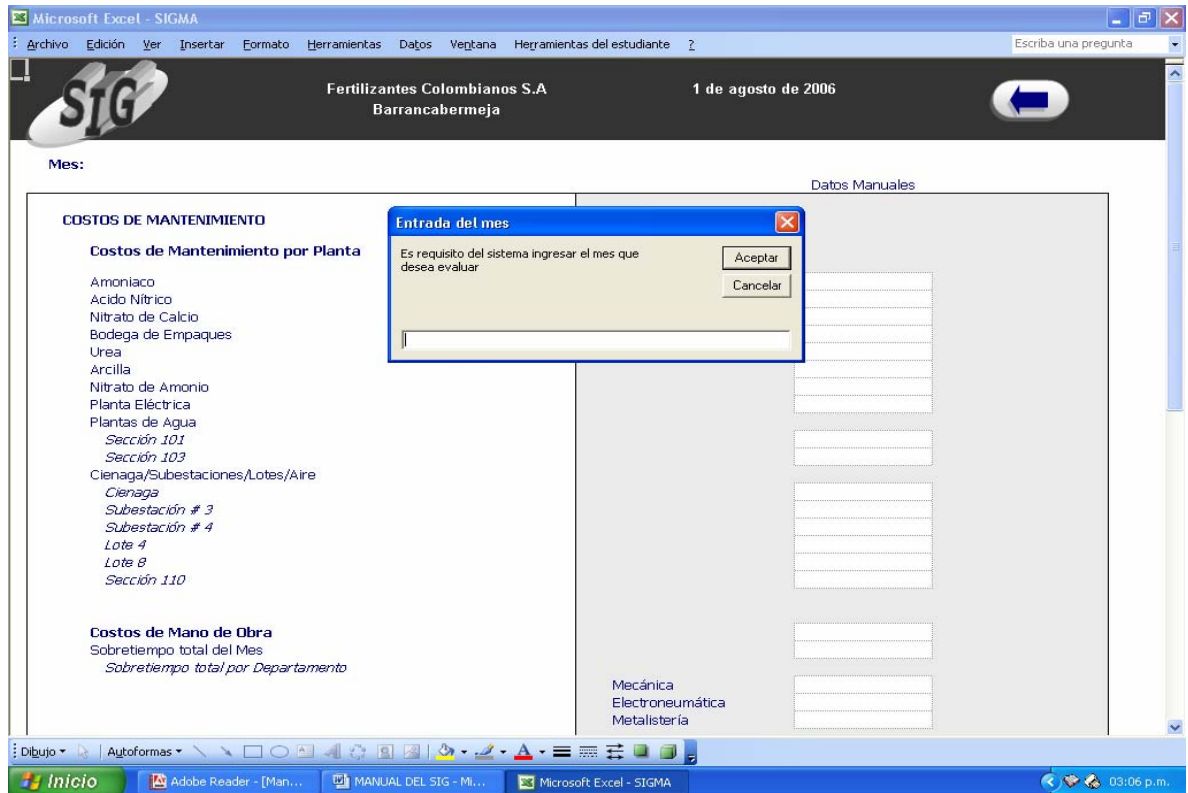
- Costos de Mantenimiento por Planta
- Costos de Mano de Obra
- Sobre-tiempo total del Mes
- Sobre-tiempo total por Departamento
- Horas-Hombre del Mes
- Costos de Material
- Costos de Contratos de Mantenimiento
- Disponibilidad por Planta

- Cumplimiento de la Programación de OTs
- Cumplimiento de la programación por Departamento
- Ejecución de Trabajos de Emergencia
- Número de OTs en Espera por Recursos
- Número de OTs en Espera por Materiales
- Número de OTs en Espera por Producción
- Eventos de Paradas de Planta Programada
- Eventos de Paradas por Planta no Programada
- Número de OTs Correctivas
- Número de OTs Preventivas
- Número de Accidentes por Departamento

Después de contar con la información requerida, y al ingresar al sistema y seleccionar en el formulario la opción manual (Figura 4), el sistema envía al usuario a otra hoja de cálculo, en donde mediante un mensaje el sistema le solicita que ingrese el mes a evaluar, tal como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Formato para el Ingreso de Datos Manuales

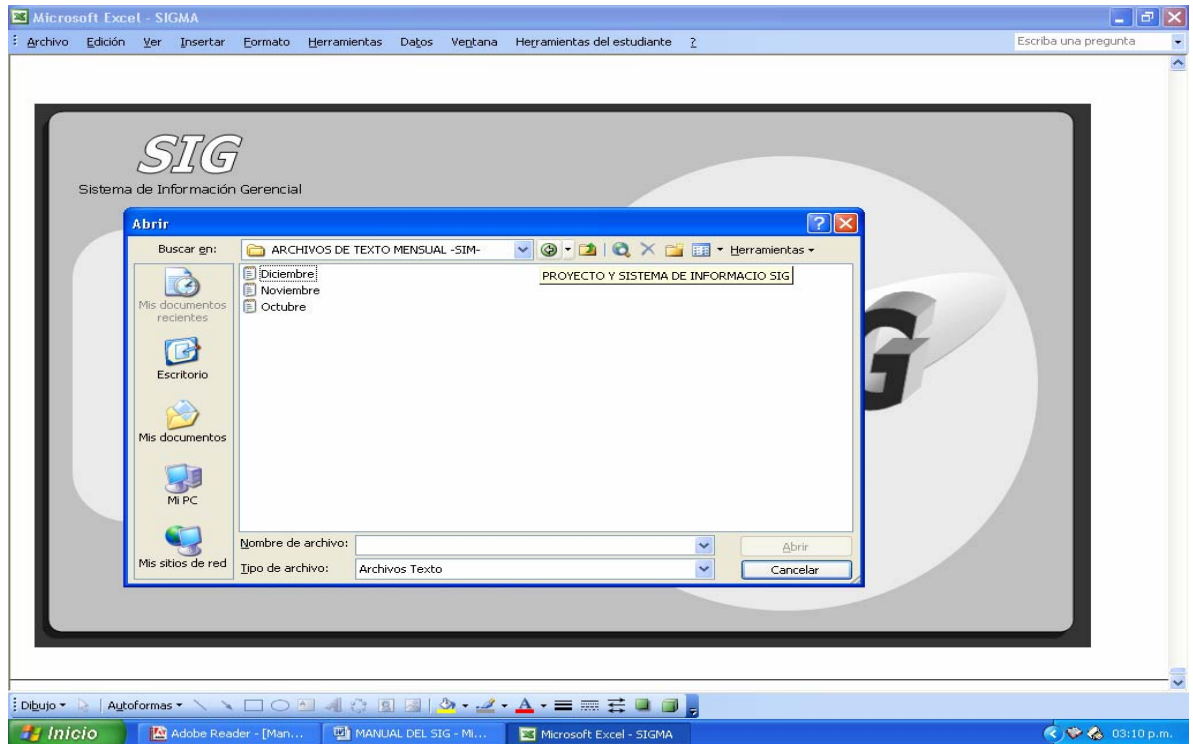




Finalmente, después de haber cargado toda la información, el usuario regresará a la presentación inicial del sistema, mediante el botón "Ir a inicio", esto con el fin de que SIG logre capturar la información y que automáticamente le genere resultados del cálculo y sus respectivas gráficas.

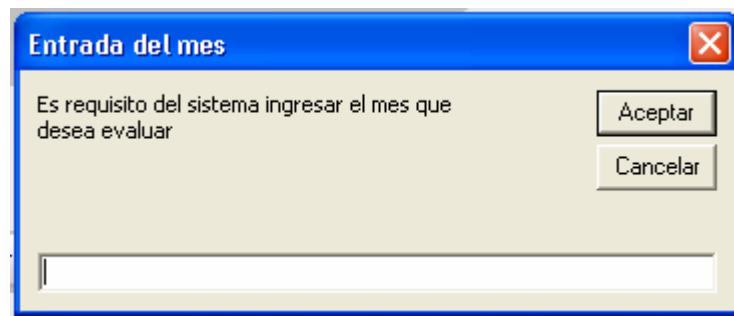
3.2 INFORMACIÓN AUTOMÁTICA

En caso contrario al manual, en la opción automática el sistema asumirá que la Empresa cuenta con un sistema de información computarizado que pueda extraer la información solicitada mediante un archivo de texto, el cual a su vez se vinculará al SIG al ser solicitado, en el momento en que el usuario selecciona la opción automática como lo muestra la figura 6.



Luego el Sistema se encarga de extraer los archivos y guardar los datos necesarios dentro de una base de datos, la cual está diseñada para almacenar toda la información correspondiente a los doce (12) meses del año. Y automáticamente generará un mensaje de texto (Figura 7), en el que solicita al usuario ingresar el nombre del mes a evaluar y al oprimir el botón “Aceptar” el sistema nuevamente lo ubica en la presentación Entorno del SIG. (Figura 2).

Figura 7. Entrada del Mes



4. ARBOL DE INDICADORES

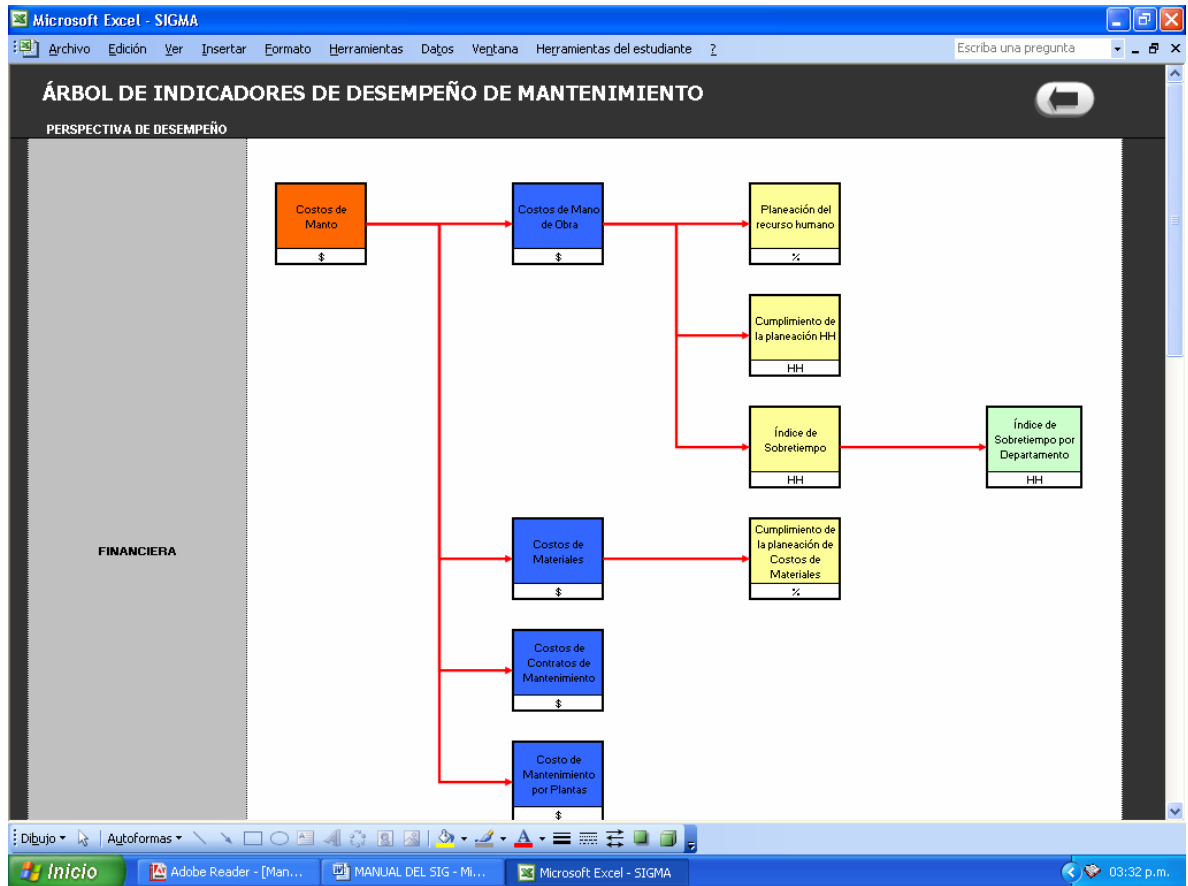
Para ingresar al módulo “Árbol de Indicadores” de Mantenimiento, el usuario debe encontrarse ubicado en la presentación “Entorno del SIG” (Figura 2) y posteriormente dar click sobre el botón seleccionado.

En esta opción el sistema le permitirá visualizar el “Árbol de indicadores” diseñado para facilitar la claridad organizacional en torno a cómo los resultados de área contribuirán con el resultado del negocio. Dentro del árbol se muestra el enlace entre los indicadores de desempeño (PI) con sus respectivos indicadores claves de desempeño (KPI) y la unidad sobre la cual se mide cada uno, lo cual permite relacionar fácilmente cada perspectiva con la planeación estratégica, a fin de visualizar cada una de las iteraciones de dichos indicadores dentro de la función mantenimiento. (Ver Figura8)

Este módulo fue diseñado, con el fin de poner a la mano del usuario una herramienta clave para el conocimiento estructurado de los diferentes indicadores planteados, además de permitirle a quien ingrese por primera vez al Sistema ubicarse en forma fácil y detallada dentro de los parámetros de medición y control definidos dentro del área de estudio.

Es importante, que el usuario tenga presente que esta investigación se realiza con base en las necesidades de la Dirección de Mantenimiento de Fertilizantes Colombianos S.A.

Figura 8. Modulo Árbol de Indicadores



Cabe destacar, que este es un archivo de solo lectura (protegido contra escritura), por lo cual, solo puede ser movilizad mediante el uso de la barra de desplazamiento vertical que se encuentra disponible al lateral derecho de la aplicación y a su vez, si desea regresar a la Entorno de Sistema (Figura 2) debe oprimirse el botón “Ir a inicio” ubicado en el extremo superior derecho del formato.

4.1 PERSPECTIVAS

Partiendo del punto de que el usuario se encuentra ubicado en la presentación “Entorno del SIG” y que ya ha definido la forma de cómo va a extraer la información (referirse al capítulo 3), es requisito seleccionar primero el mes en el

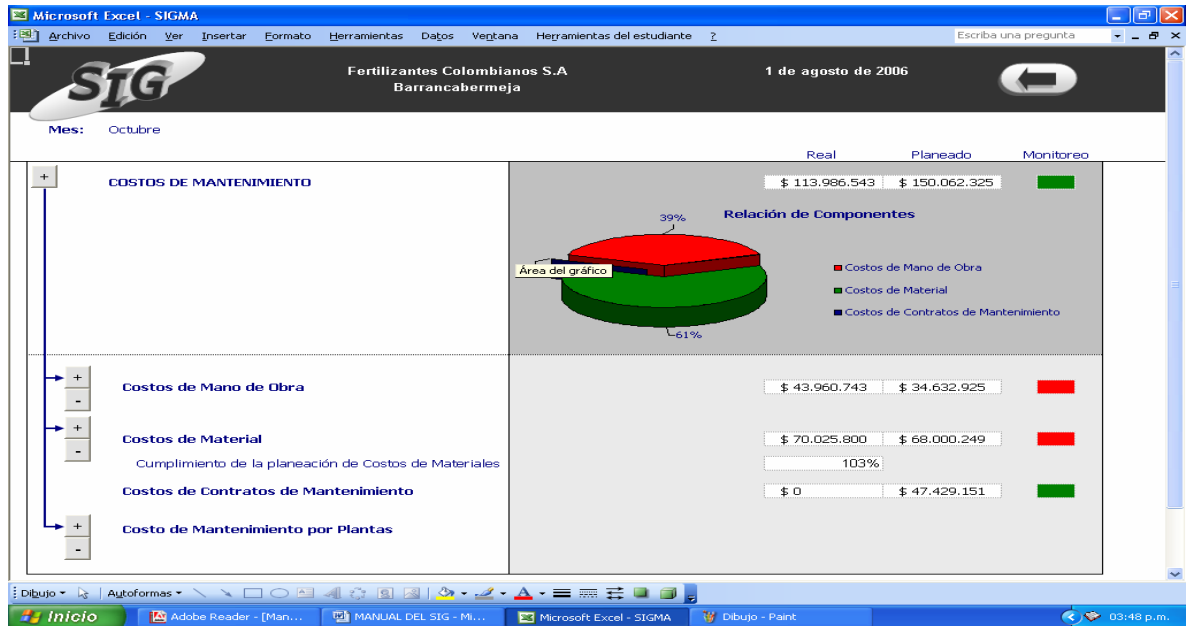
cual desea consultar los resultados antes de ingresar a cualquiera de las tres perspectivas de desempeño, pues de lo contrario el sistema no asumirá los datos necesarios para el calculo de los Indicadores, y por ende no presentara valor dentro del modulo.

4.1.1. Perspectiva Financiera

La perspectiva financiera relaciona las medidas claves de desempeño de mantenimiento que permitan a la alta gerencia cuantificar mediante resultados reales el impacto que mantenimiento representa sobre las ganancias y los costos en que se puede incurrir.

Para obtener acceso a este modulo es necesario oprimir el botón Perspectiva Financiera y enseguidamente el sistema presentara los resultados del calculo de los indicadores correspondientes a dicha perspectiva y la distribución mensual del presupuesto anual de los Costos de Mantenimiento, el monitoreo de los Indicadores mediante los colores verde y rojo según corresponda. (Ver figura 9)

Figura 9. Modulo Perspectiva Financiera



Dentro de este módulo, el usuario también encontrará una serie de botones unidos mediante conectores y cuyo objetivo es permitir el despliegue de las filas dentro del formato, a fin de presentar los indicadores de menor nivel que se encuentran ocultos. Estos botones se encuentran representados así:

- El Botón “+” le permite al usuario mostrar las filas ocultas en donde se encuentran los indicadores de tercer nivel, y el
- El Botón “-” oculta las celdas de los indicadores de menos nivel.

Este modulo le ofrece al usuario graficas que le permiten tener una vision real del resultado del indicador en algunos puntos clave para la toma de decisiones como por ejemplo:

- Relación de componentes: Muestra la distribución porcentual de cada uno de los elementos del costo de mantenimiento (Mano de Obra, Materiales y Contratos).

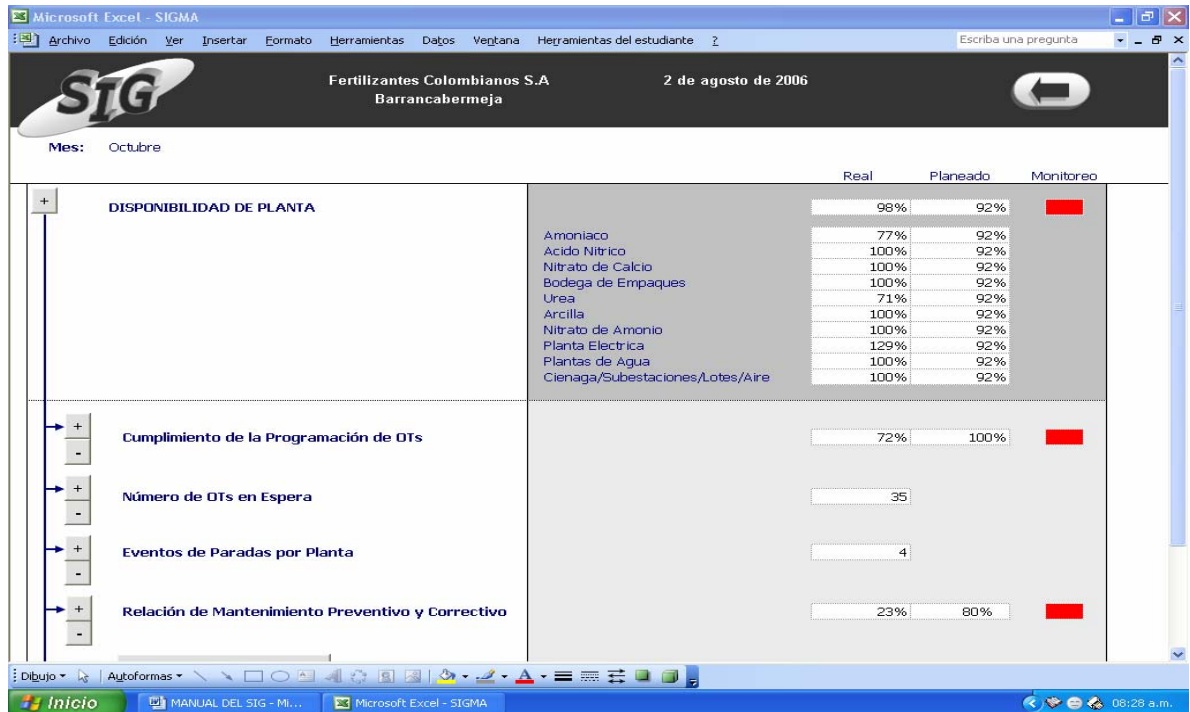
- Sobre tiempos vs. Departamentos: Aquí se presenta la comparación mensual entre el índice de sobretiempos por departamento, respecto a los resultados reales obtenidos durante el mes de estudio.
- Relación de Costo por Plantas: Representa la distribución porcentual de los costos de mantenimiento respecto a cada una de las unidades operativas.

4.1.2 Perspectiva Operacional

Relaciona la función mantenimiento con la Disponibilidad de las plantas, logrando garantizar el buen funcionamiento de las mismas y su óptimo rendimiento.

Los indicadores que enmarcan la Perspectiva Operacional pueden ser revisados mensualmente, e igual que los financieros, el modulo contiene los botones de mostrar “+” y ocultar “-” las filas que encierran los indicadores de tercer nivel, así como las columnas en las que se muestran los resultados obtenidos en el calculo y monitoreo de los mismos. (Ver figura 10)

Figura 10. Modulo Perspectiva Operacional

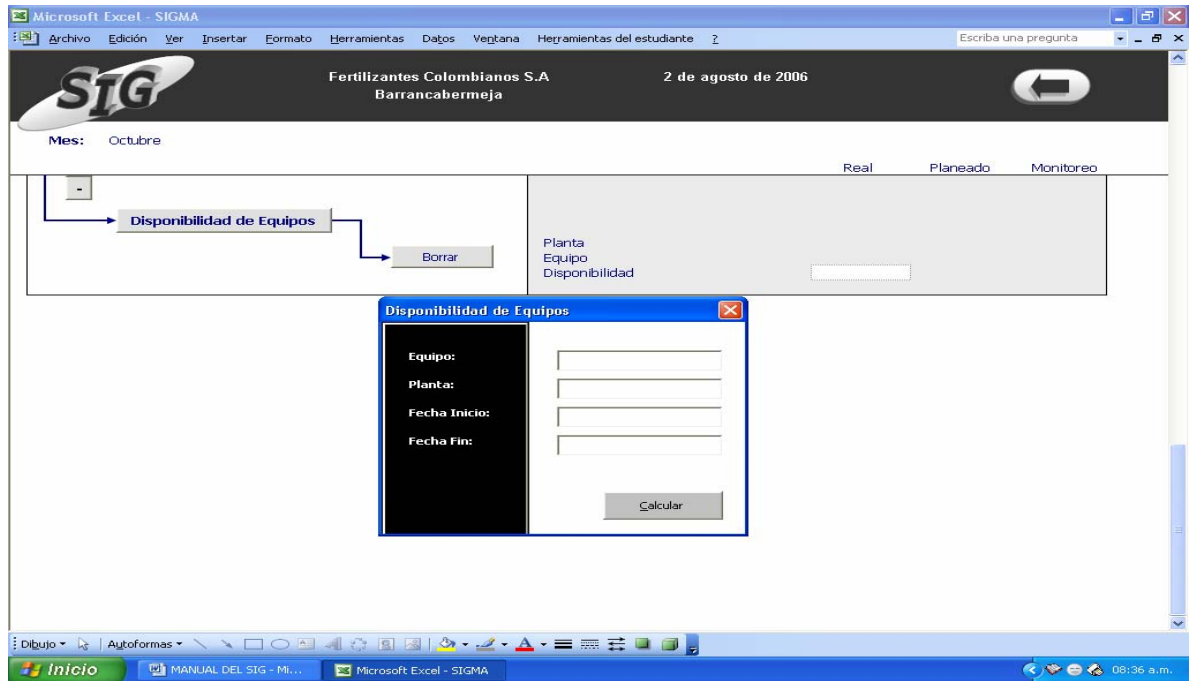


Al igual que la Perspectiva Financiera, este modulo tambien contiene gráficos que proporcionan una visión real del resultado del indicador en puntos claves para el proceso de toma de decisiones a nivel gerencial, tales como:

- **Cumplimiento de la Programación:** Presenta la comparación entre el cumplimiento de las actividades planeadas por departamento respecto a los resultados obtenidos durante el mes de estudio.
- **Relación de OTs en espera:** Representa la distribución porcentual entre el número de OTs en Espera por Recursos, Materiales, y por Producción.

Este modulo presenta algo particular, que es el cálculo del indicador “Disponibilidad de Equipos”, el cual se efectúa en forma manual dentro del mismo modulo “Operacional” (Ver figura 11) así:

Figura 11. Disponibilidad de Equipos



- Primero se oprime el botón “Disponibilidad de Equipos” el cual trae un pequeño formulario que debe ser cargado manualmente y que pregunta los siguientes datos necesarios para el calculo:
- Equipo: La identificación del equipo que se desea evaluar.
- Planta: Ubicación operativa del equipo.
- Fecha Inicio: Fecha en la cual se sacó de servicio el equipo.
- Fecha Fin: Fecha en que se restablece el equipo a operación.

Luego se oprime el botón “Calcular” y por último el sistema se encarga de ingresar en el módulo el resultado obtenido (%) en la casilla “Disponibilidad”.

- Finalmente, se oprime el botón “Borrar” para dejar las casillas en blanco para próximos cálculos.

4.1.3 Perspectiva Interna

Actualmente, esta perspectiva ha cobrado gran valor dentro de las Organizaciones, debido a que la Seguridad Industrial del personal es uno de los factores que mayor influye sobre los costos de las áreas, pues el recurso humano implica alta inversión en caso del incumplimiento de lo establecido por la ley.

Por lo cual, el SIG presenta la relación cuantificada del Índice de Accidentalidad dentro de Mantenimiento respecto a lo proyectado mes a mes (cero “0” accidentes), tal como lo muestra la figura 12:


Figura 12. Modulo Perspectiva Interna

Microsoft Excel - SIGMA

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Herramientas del estudiante ? Escriba una pregunta

SIG Fertilizantes Colombianos S.A. 2 de agosto de 2006

Mes: Octubre

	Real	Planeado	Monitoreo
+ INDICE DE ACCIDENTALIDAD	0	0	
+ Índice de Accidentalidad por Departamento			

Dibujo Autoformas

Inicio MANUAL DEL SIG - Mi... Microsoft Excel - SIGMA 08:55 a.m.

Este modulo también contiene los botones mostrar “+” y ocultar “-” las filas, así como las columnas en las que se muestran los resultados obtenidos en el cálculo y monitoreo de los mismos, e igualmente en la parte superior del encabezado presenta el nombre de la Empresa, la fecha actualizada y el botón “Ir a Inicio”.

5. MODULOS DE LOS RESULTADOS DE INDICADORES

Este capítulo es la base para el control de la gestión de mantenimiento, pues en él se exponen los resultados derivados del cálculo de los indicadores de desempeño establecidos según las necesidades del negocio.

El Sistema de Información Gerencial de Mantenimiento SIG dentro de cada una de las perspectivas establecidas, maneja una serie de indicadores (Referirse al capítulo 4) que están trazados con base en las necesidades de la empresa objeto de estudio.

Es necesario que el usuario comprenda como se encuentra enmarcado el control y/o monitoreo de los indicadores en SIG, pues este maneja la información mediante las filas y columnas así:

- Filas: En ellas se encuentran cada uno de los Indicadores que conforman las Perspectivas de Desarrollo.
- Columnas: Aquí se tienen en cuenta la relación Real vs. Plan para el cálculo de los indicadores, así como el monitoreo del resultado mensual por el indicador clave de la siguiente manera:
 - Real: En esta columna se va incluyendo mes a mes la información real de cada indicador que se reporta.
 - Plan: Aquí se establece la meta distribuida mes a mes por cada uno de los indicadores.

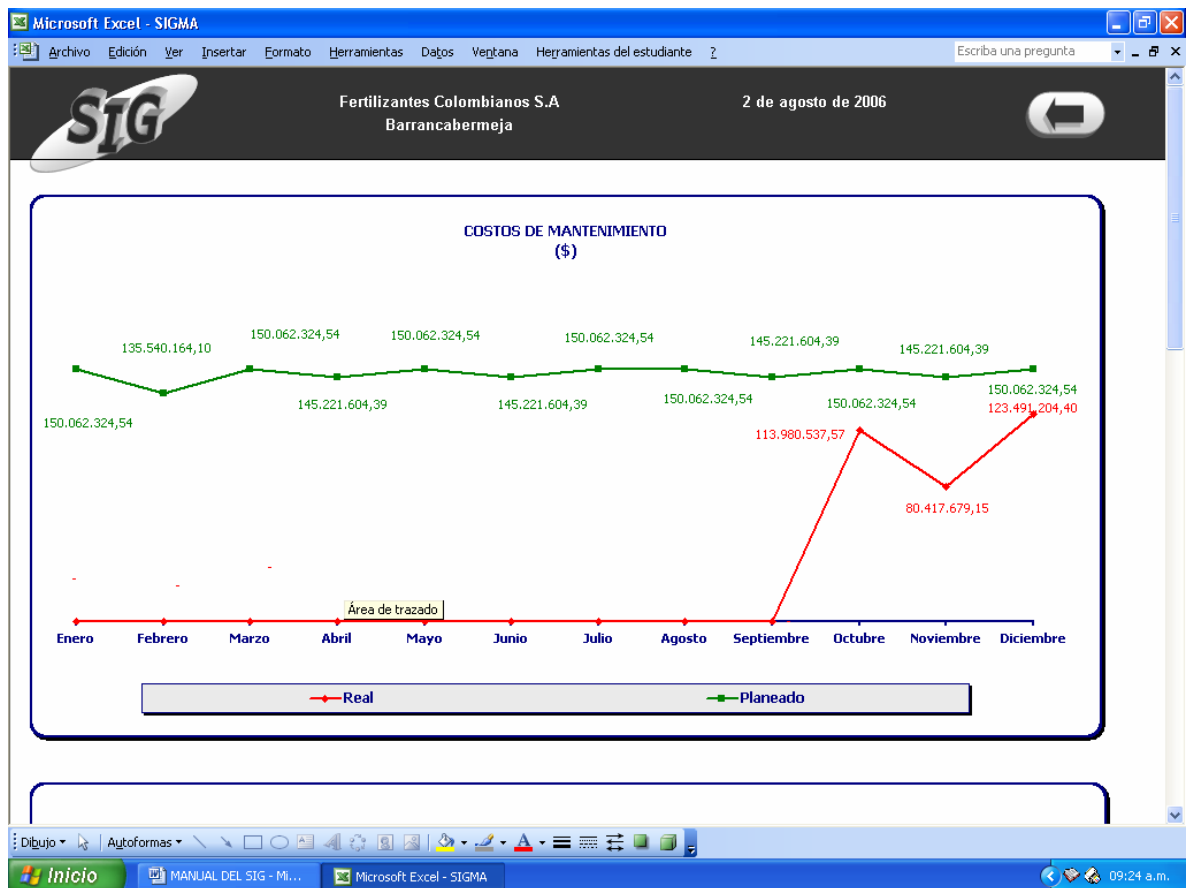
- **Monitoreo:** Es el seguimiento mensual que se le hace a cada indicador clave mediante la aplicación del “Semáforo”, en donde el color “Verde” representa los indicadores que cumplieron la meta establecida y el color “Rojo” indica los que estuvieron fuera del parámetro de medida. Esta metodología es ideal para que los Directivos de Mantenimiento y la Alta Gerencia puedan cuantificar rápidamente los puntos críticos que requieren ser objeto de estudio y valoración en el momento de tomar una decisión.

6. SEGUIMIENTO MENSUAL DE LOS INDICADORES CLAVES

El SIG ofrece además el módulo “Gráfica”, dentro del cual se muestra el seguimiento mes a mes de cada uno de los Indicadores Claves de Desempeño (Costos de Mantenimiento, Disponibilidad de Planta e Índice de Accidentalidad) en donde se presenta la relación entre los resultados de cada uno de los indicadores y los datos planeados para el año en observación. Esta relación se encuentra diferenciada por los colores verde y rojo en donde:

- Verde (Planeado): Representa los datos extraídos de los planes administrativos anuales, distribuidos mes a mes, y el
- Rojo (Real): Simboliza la línea de tendencia de los resultados de la gestión realizada mensualmente dentro de Mantenimiento.

Cabe resaltar, que las graficas que se presentan dentro de este modulo, están organizadas en forma secuencial (una seguida de la otra), por lo cual el usuario debe emplear la barra desplazamiento Vertical para acceder a la información. Además, es importante tener presente, que este modulo es de solo lectura y no permitirá ninguna modificación ni ubicación en las celdas que se encuentran dentro del mismo. (Ver figura 13)



Este tipo de información es la más relevante en la evaluación de la gestión, pues le permite a la Alta Gerencia y a los Directores interpretar fácilmente la información necesaria para el proceso de toma de decisiones dentro de la organización.

Además, este modulo contiene en la parte superior del encabezado del formato el nombre de la Empresa, la fecha actualizada y el botón "Ir a Inicio" que permite salir del modulo ir a la presentación "Entorno de SIG" (Figura 2)

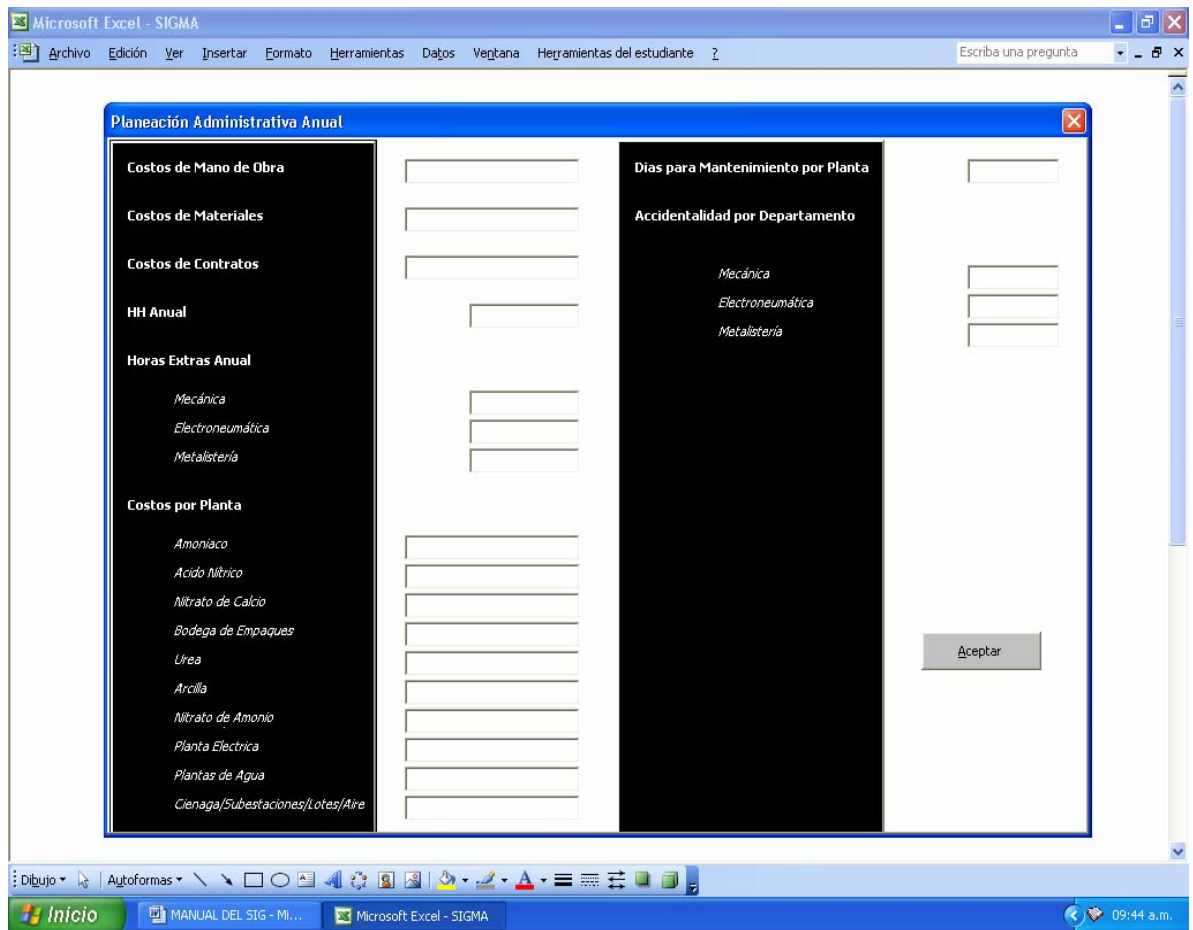
7. PLANEACION ADMINISTRATIVA

Finalmente, el SIG proporciona el módulo “Planeación”, el cual fue diseñado como parte corporativa, necesaria para el proceso de medición. Por ser un plan integrado, la planeación administrativa posee un periodo definido (anual) en el cual se elabora el plan mediante la integración de todos los departamentos que conforman Mantenimiento, y una vez armado entra a jugar un papel importante el SIG, pues este debe ser cargado dentro del sistema, para posteriormente ser controlado y monitoreado mediante el uso de indicadores.

Inicialmente, el usuario debe encontrarse ubicado en la presentación “Entorno del SIG” y posteriormente dar click sobre el botón de “Planeación”, donde seguidamente visualizara un formulario (Ver figura 14), el cual debe ser diligenciado manualmente y en donde el usuario debe contar con la siguiente información, la cual debe ser extraída de la Planeación Administrativa Anual de Mantenimiento, tomando lo siguiente:

- Costo de Mano de Obra
- Costo de Materiales
- Costo de Contratos
- HH Anuales
- Horas Extras Anual (Mecánica, Electroneumatica, Metalisteria)
- Costo por Plantas (Amoniaco, Acido Nítrico, Nitrato de Calcio, Bodega de Empaques, Urea, Arcilla, Nitrato de Amonio, Planta Eléctrica, Planta de Agua y Subestaciones)
- Días para Mantenimiento por Plantas
- Accidentalidad por Departamento (Mecánica, Electroneumatica, Metalistería)

Figura 14. Modulo Planeación



Después de haber cargado toda la información, el usuario oprime el botón “Aceptar” (ubicado en la parte inferior derecha del formulario) para que los datos sean almacenados y procesados y que así mismo pueda ubicarse nuevamente en la presentación “Entorno del SIG” donde podrá acceder a las diferentes opciones ofrecidas dentro del sistema.