



U  
N  
E  
X  
P  
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

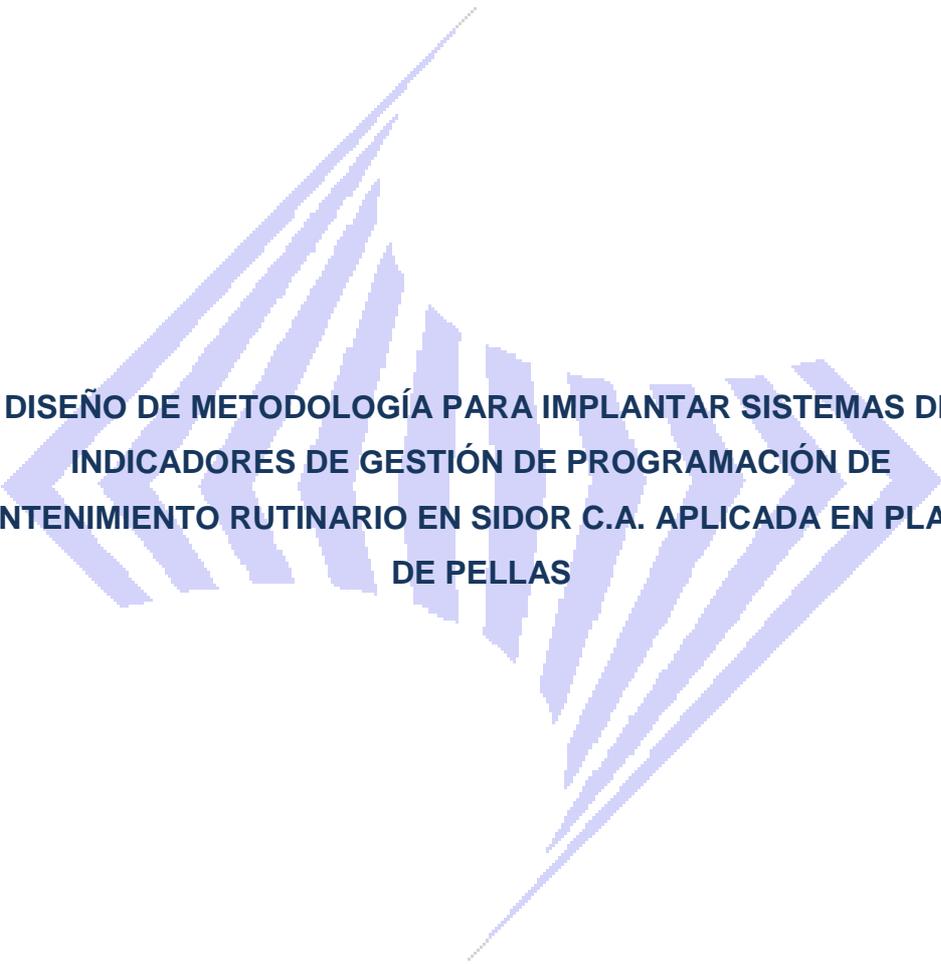


DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR SISTEMAS DE  
INDICADORES DE GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN DE  
MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SIDOR C.A. APLICADA EN PLANTA  
DE PELLAS

Autor: Br. Avendaño, Mariana

CI: 18.450.510

Ciudad Guayana, Julio de 2011



**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR SISTEMAS DE  
INDICADORES DE GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN DE  
MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SIDOR C.A. APLICADA EN PLANTA  
DE PELLAS**



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”

VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO



**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR SISTEMAS DE  
INDICADORES DE GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN DE  
MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SIDOR C.A. APLICADA EN PLANTA  
DE PELLAS**

Trabajo de Grado presentado en el Vice-rectorado Puerto Ordaz ante el  
Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO como requisito para  
optar al título de Ingeniero Industrial

Mariana I. Avendaño R.

-----  
Ing. Natasha Alarcón  
**Tutor Académico**

-----  
Lcda. Juliana González  
**Tutor Industrial**

**MARÍANA ISABEL AVENDAÑO ROJAS**

**DISEÑO DE METODOLOGIA PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE INDICADORES DE GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTOS RUTINARIOS EN SIDOR, APLICADA EN PLANTA DE PELLAS**

157 Páginas.  
Trabajo de Grado.

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

**Tutor Académico:** Ing. Natasha Alarcón  
**Tutor Industrial:** Lcda. Juliana Gonzalez

Bibliografía Pág. 133  
Referencias Web Pág. 134

Capítulos: I. El Problema. II Marco Teórico. III Marco Metodológico. IV Diagnostico y Resultados. V Propuesta. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Anexos.

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**TRABAJO DE GRADO**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnico “Antonio José de Sucre”, Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por la ciudadana: **Mariana Isabel Avendaño Rojas**, con Cédula de Identidad N° 18.450.510. Titulado: **DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE INDICADORES DE GESTIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO RUTINARIO DE SIDOR, APLICADA EN PLANTA DE PELLAS**, para optar al título de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho Trabajo de Grado cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos aprobado

En la Ciudad de Puerto Ordaz a los 06 días del mes de julio de 2011

---

**Ing. Natasha Alarcón**  
**Tutor Académico**

---

**Lcda. Juliana Gonzalez**  
**Tutor Industrial**

---

**Ing. María Cadenas**  
**Jurado Evaluador**

---

**Ing. Andrés Eloy Blanco**  
**Jurado Evaluador**



## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
1.2.-JUSTIFICACIÓN .....	9
1.3.-DELIMITACIÓN .....	10
1.4.- LIMITACIONES .....	11
1.5.-OBJETIVOS .....	13
1.5.1.-OBJETIVO GENERAL .....	13
1.5.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>15</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1.- GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	15
2.1.1.- Nombre de la empresa.....	15
2.1.2.- Descripción de la empresa.....	15
2.1.3.- Ubicación Geográfica .....	16
2.1.4.- Misión de la empresa .....	16
2.1.5.- Visión de la empresa.....	17
2.1.6.- Valores .....	17
2.1.7.- Políticas.....	17
2.1.8.- Estructura organizativa.....	19
2.1.9.- Descripción del área de estudio .....	19
2.1.10.- Flujograma de proceso de planta de pellas.....	21



2.2.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	21
2.3.- BASES TEÓRICAS .....	24
2.3.1.- Programación de Mantenimiento.....	24
2.3.2.- Principios de Programación de mantenimiento .....	26
2.3.3.- Métodos de Programación .....	31
2.3.4.- Sistemas de indicadores de Gestión .....	32
2.4.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	32
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>36</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>36</b>
3.1.- TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.2.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
3.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.4.- TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	38
3.5.1.- Observación directa .....	39
3.5.2.- Entrevistas .....	39
3.5.3.- Materiales.....	39
3.5.4.- Documentación .....	40
3.5.5.- Software .....	40
3.6.- PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	40
3.7.- PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. ....	44
3.8.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	44
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>46</b>
<b>DIAGNÓSTICOS Y RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
4.1.- ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TEÓRICA. ....	46
4.1.1.- Metodologías existentes para elaboración de sistemas de indicadores. ....	46



4.2.- PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA.....	48
4.2.1.- Paso 1: Definición y diagnóstico de la situación actual de programación de mantenimiento .....	48
4.2.2.- Paso 2. Definición de misión, visión, objetivos e identificación de la unidad de estudio. ....	61
4.2.3.- Paso 3. Selección y definición de las variables que se deben monitorear para el logro de los objetivos y criterios con los que se evaluarán.....	63
4.2.4.- Paso 4. Jerarquización de las variables y estudio de las mismas. ....	70
4.2.5.- Paso 5. Definición del sistema de indicadores a emplear para el control de las variables. ....	79
4.3.- PERFILES DE LOS INDICADORES PROPUESTOS .....	91
4.3.1.- Indicadores de Efectividad .....	91
4.3.2.- Indicadores de Rendimiento.....	99
4.4.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	100
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>102</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>102</b>
5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	102
5.2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA PROPUESTA.....	103
5.3.- ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....	105
5.3.1.- Fase I: Diagnóstico de la situación actual .....	105
5.3.2.- Fase II: Definición de los procesos.....	105
5.3.3.- Fase III: Definición de los indicadores.....	106
5.3.4.- Fase IV: Creación de los parámetros de evaluación.....	107
5.4.- PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO:.....	107
5.4.1.- Estructura Metodológica de la propuesta: .....	109
5.5.- ANÁLISIS DE VIABILIDAD Y POSIBILIDAD DE REALIZACIÓN	125



<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>130</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>133</b>
<b>REFERENCIAS WEB .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>		<b>Página</b>
1	Práctica PRAMAN01010	49
2	Práctica PRAMAN01018	50
3	Causas de desvío de la programación	56
4	Aplicación de los principios de la Planificación del Mantenimiento	57
5	Aplicación de los principios de la Programación del Mantenimiento	58
6	Identificación Clientes-Proveedores	62
7	Identificación del proceso medular	63
8	Variables Discriminadas Del Análisis De Caja Negra	66
9	Escala de Saaty	71
10	Valoración de los criterios de comparación	72
11	Matriz De Comparación	72
12	Matriz De Comparación Normalizada	73
13	Matriz Normalizada Con Vector De Pesos	73
14	Matriz Normalizada Con vector Ymáx	74
15	Razón de Inconsistencia	75
16	Pesos De Los Criterios	75
17	Ponderación De Relevancia de Saaty	76
18	Ponderación De Las Variables	77
19	Valoración Individual de Cada Variable	78
20	Tabla De Jerarquización De Las Variables	78
21	Posibles Indicadores Para El Control De Las Variables Jerarquizadas	79
22	Datos De La Gestión De Mantenimiento Rutinario	83
23	Perfil De Índice De Efectividad	91
24	Perfil De Relación Adicional vs. Programado	93



25	Perfil De Backlog	95
26	Perfil de Desvío De La Planificación	96
27	Perfil De Índice De rechazo	97
28	Perfil De Índice De Adicionales	98
29	Perfil De Presentismo	99
30	Perfil De Sobretiem po	100
31	Identificación de La Unidad de Estudio	111
32	Identificación De Los Criterios Para El Control De Las variables De Programación De Mantenimiento	112
33	Objetivos Esperados De Los Pasos Recomendados Para La Elaboración De Los Programas	114
34	Objetivos Esperados De Los Pasos Recomendados Para El Seguimiento De Los Programas	117
35	Diagnóstico De La Aplicación De Los Indicadores Prediseñados	120



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Organigrama de la empresa	19
2	Flujograma de Proceso De Planta De Pellas	21
3	Flujograma de proceso de elaboración de programa semanal	52
4	Flujograma de proceso para el seguimiento del programa semanal	53
5	Diagrama “Caja Negra” de Programación de Mantenimiento	65
6	Pesos De Los Criterios	75



## **DEDICATORIA**

Este trabajo esta dedicado a toda mi familia, por estar siempre alli para mi, proporcionarme su apoyo y amor incondicional.

*Esto es por y para ustedes...*



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y realizar mi carrera universitaria, así como la fuerza para seguir adelante luego de cada caída en este largo trayecto universitario.

A mi madre Nancy Rojas y mis abuelos Elide de Rojas y José Manuel Rojas, le doy mi más grande agradecimiento porque sé que sin ellos no hubiese podido realizar mis estudios, agradezco infinitamente todo su amor y apoyo brindado durante la realización de mi trabajo de grado. Realmente no tengo palabras para expresar la gratitud que siento por su generosidad, paciencia e inestimable ayuda los amo profundamente.

A mi novio, Reyes Sánchez, quien colaboro y presto su apoyo incondicional con la realización de este informe, me motivo a seguir adelante y a no decaer por los inconvenientes que se presentaron en el camino. Gracias amor por estar a mi lado.

A la Ing. Natasha Alarcón mi tutor académico por su amistad, apoyo y colaboración durante mi carrera y la realización de este proyecto, desde que la conocí hasta la actualidad le he tomado un gran aprecio, cariño y respeto. Gracias profesora.

A la Lic. Juliana González mi tutor industrial, quien ha sido un apoyo fundamental durante toda mi estadía en Planta de Pellas, primeramente por brindarme su amistad, excelente profesional que fue una escuela de primera para mí, por alentarme y motivarme cuando lo necesite, por depositar su confianza en mí y creer en mi cuando yo



dudaba. Le agradezco enormemente su colaboración durante la realización de este proyecto. De más está decir el gran aprecio, cariño y respeto que le tengo. Muchas gracias Juliana.

A las Ing. Raíza Bellorin y Ornela Duarte, quienes con esfuerzo me consiguieron el cupo de pasante tesista en SIDOR C.A, excelentes profesionales a quien respeto mucho, muchas gracias por su ayuda y apoyo.

A todos mis amigos en la universidad como los de afuera por compartir junto a mí, todos los momentos alegres, tristes y ofrecerme su amistad verdadera. En especial a María Carolina Rojas, Mariana Arzola y Lizee González, Yenny René y Yasmin Ordenes, amigas las quiero mucho.

Agradezco a todos mis amigos del edificio de planificación Pellas, y mis compañeros de trabajo en JF, por compartir conmigo durante toda mi estadía en planta, haciendo más ameno mi estudio y ayudándome durante todo el proyecto.

A todos mis profesores de la UNEXPO que a lo largo del tiempo han sabido ofrecerme su amistad y ha contribuido enormemente con mi formación integral.

A la empresa SIDOR C.A por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado en sus instalaciones.

*Muchas Gracias.*



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE - RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TRABAJO DE GRADO**

**DISEÑO DE METODOLOGÍA PARA IMPLANTAR SISTEMAS DE  
INDICADORES DE GESTIÓN DE PROGRAMACIÓN DE  
MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SIDOR C.A. APLICADA EN  
PLANTA DE PELLAS**

Autor: Br. Mariana Isabel Avendaño Rojas  
Tutor Académico: Ing. Natasha Alarcón  
Tutor Industrial: Lic. Juliana González

**RESUMEN**

El control y evaluación de la gestión de mantenimiento en una empresa resulta de la implantación, estudio y análisis de un conjunto de indicadores. Los objetivos principales del presente estudio son, el establecimiento de un sistema de indicadores para la programación de mantenimientos rutinarios en la planta de pellas y el diseño de una metodología para implantar este sistema en otras plantas de SIDOR. Para lograrlo se fusionaron y adaptaron pasos de metodologías existentes para diseñar indicadores de gestión y se aplicaron en el departamento de Programación de Mantenimiento de Planta de Pellas SIDOR. Evaluando las variables que influyen en los procesos de programación y usando el método AHP para jerarquizarlas. Se demostró que es posible establecer una metodología común para implantar un sistema de indicadores y determinar los parámetros de evaluación inherentes a cada planta. El análisis de los procesos y métodos utilizados en Planta de Pellas para la programación de mantenimientos rutinarios permitió estructurar un diseño conceptual de los mecanismos a emplear para el control, manejo y seguimiento de la programación de mantenimientos rutinarios en otras plantas.

**Palabras Claves:** Indicadores, Planificación, Programación, Mantenimientos rutinarios, Gerencia de Pre-Reducidos, SIDOR.



## INTRODUCCIÓN

Es de suma importancia el control y evaluación del mantenimiento en las empresas, todos los recursos empleados en él generan altos costos y es necesario justificarlos. La planificación y programación del mantenimiento, ofrecen mecanismos de control para la evaluación del mantenimiento en las plantas.

La programación de los mantenimientos rutinarios ocupa una de las principales actividades de los departamentos de programación de mantenimiento en las plantas de SIDOR, sin embargo los procedimientos, métodos y prácticas para llevar a cabo la programación de estos mantenimientos, no se encuentran establecidos bajo ninguna normativa.

La disparidad en la presentación de información y la falta de parámetros de evaluación para la gestión de programación de mantenimientos rutinarios, presenta un problema para el departamento de planificación y control del mantenimiento.

Al normalizar los principales procedimientos para el seguimiento del mantenimiento rutinario, por medio de la implementación de un sistema de indicadores de gestión, se puede realizar el diseño conceptual de los mecanismos a emplear para el control, manejo y seguimiento de la información.

El objetivo principal de este estudio es el diseño de una metodología para la implementación de indicadores de gestión de la programación de mantenimientos rutinarios de SIDOR, aplicada en la Planta de Pellas. Para estructurar el diseño de esta propuesta, se fusionaron metodologías



existentes para creación de indicadores de gestión y se aplicaron análisis de evaluación multi-criterio para diseñar una propuesta de un sistema de indicadores de gestión a usar para la programación de mantenimientos rutinarios en la Planta de Pellas, aplicable a otras plantas de SIDOR.

El presente informe se encuentra constituido por 5 capítulos distribuidos de la siguiente manera:

- ✚ Capítulo I. El Problema, abarca la definición de la problemática actual, los factores asociados, los objetivos del trabajo tanto general como específicos, la justificación o importancia, la delimitación, alcance y las limitaciones presentadas.
- ✚ Capítulo II. Marco Teórico, presenta una primera parte de generalidades de la empresa, y una segunda parte donde se presentan las bases teóricas referentes al proyecto.
- ✚ Capítulo III. Marco Metodológico, menciona la metodología, los aspectos procedimentales, las técnicas e instrumentos de recolección de información.
- ✚ Capítulo IV. Diagnóstico y Resultados, define el escenario existente y plantea el análisis de los resultados obtenidos
- ✚ Capítulo V. Propuesta, presenta la descripción del diseño de la propuesta, fundamentos teóricos, su estructura y procedimiento metodológico, y el análisis de viabilidad y posibilidad de realización.

Y por último la emisión de conclusiones, recomendaciones, y como material complementario bibliografía y anexos.



## **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

### **1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La programación del mantenimiento implica la planificación estratégica de la distribución de los recursos empleados, tomando en cuenta principalmente las necesidades de la planta y la disponibilidad de los materiales e insumos requeridos para la ejecución de las actividades programadas. De esta manera es posible realizar un mantenimiento sistemático, efectuado de acuerdo a un programa establecido, que reduce las posibilidades de falla y prolonga el tiempo de vida útil de los equipos e instalaciones.

En la gerencia de mantenimiento de SIDOR existe el departamento de Planificación y Control de Mantenimiento, este se encarga de planificar y programar todas las actividades de mantenimiento preventivo, que luego se llevarán a cabo en las paradas de planta.

En SIDOR, se distinguen dos tipos de paradas de planta, que son las paradas de Reparaciones Programadas (RP) y las paradas de Reparaciones Extraordinarias (REX). Las paradas RP se hacen generalmente, de forma mensual con una duración aproximada de 8 a 48 horas acorde al caso. Por otra parte, las paradas REX son paradas mayores, en donde la planta se mantiene inactiva por un mayor periodo



de tiempo, que puede variar desde 14 hasta 60 días en función de la envergadura del trabajo que requiera hacerse. Aunque la labor del departamento es realizar la programación del mantenimiento preventivo, es práctica común no establecida, la planificación y programación de las actividades de mantenimiento correctivo.

En el caso particular de Planta de Pellas SIDOR, se programan diariamente actividades de mantenimiento para todas las áreas de la planta, que por razones asociadas al plan de producción y la necesidad de mantener los equipos operativos, no pueden esperar a ser ejecutadas en la parada programada mensual (RP) y deben ser ejecutadas a lo sumo una semana después de ser programadas. Estas actividades son ejecutadas con la planta operativa, en las líneas que se mantienen inactivas por causas asociadas al plan de producción y no por causas asociadas al mantenimiento.

Estas actividades se definen a partir de cuatro fuentes, la primera se refiere a planes de mantenimiento preestablecidos según las especificaciones de los equipos, la segunda fuente es el resultado de las inspecciones diarias en donde se determina la necesidad de intervenir determinado equipo, la tercera viene dada por las reuniones diarias entre operaciones y mantenimiento donde se tratan las necesidades operativas y por último la revisión de la bitácora, en donde el equipo de mantenimiento correctivo refleja todo lo que aconteció en su turno y las actividades que están pendiente por realizar. Para efectos de este informe se denominarán todas estas actividades como *mantenimientos rutinarios*.

Sin embargo; la programación de esta clase de mantenimiento, no se encuentra normalizada bajo ninguna práctica, a pesar de que es



precisamente la programación de los *mantenimientos rutinarios*, la actividad del día a día del departamento de Programación de Mantenimiento de Planta de Pellas. Los únicos procedimientos que se encuentran establecidos en la documentación vigente, son las prácticas de trabajo PRAMAN01010, que establece los pasos y responsabilidades que rigen las actividades de planificación y control de mantenimiento. Y la práctica PRAMAN01018, que establece las normas básicas y el proceso para llevar a cabo la planificación, programación y control de una reparación programada (RP).

Esta condición representa un problema para la gestión del departamento de planificación y control del mantenimiento de SIDOR. La falta de normalización en cuanto al seguimiento y control del *mantenimiento rutinario*, permite que se introduzcan atributos personales en la ejecución del trabajo de los programadores y crea disparidad en cuanto a la presentación de la gestión de programación en las distintas plantas de SIDOR, puesto que cada programador y analista de programación y control, asignado a una respectiva área, ejecuta mecanismos de control diferentes para llevar a cabo su gestión y no existe unificación de criterios en cuanto a la metodología de trabajo, ni de los controles e indicadores que se deben manejar. Tampoco existen parámetros de evaluación de los indicadores, que establezcan un rango de aceptación e indiquen en qué estado se encuentra la gestión de la programación de mantenimiento.

Por otro lado, la ejecución del mantenimiento de SIDOR es llevado a cabo, en gran parte, por empresas contratistas que ofrecen la mano de obra especializada para la ejecución de las reparaciones y demás actividades de mantenimiento. Esto genera la necesidad de establecer un



control minucioso sobre los recursos empleados para así poder justificar los costos asociados a la presencia de dichas empresas en planta.

La razón por la cual existe esta carencia en Programación de Mantenimiento es debido a que es complicado establecer a nivel de SIDOR una práctica que determine como debe ser llevado el seguimiento de las actividades de mantenimiento rutinario, ya que cada una de las plantas de SIDOR posee necesidades y condiciones específicas, por lo tanto los métodos de programación y el seguimiento de las actividades difieren un poco entre las plantas. Pero a pesar de esto, es necesario que en todas las plantas se manejen los mismos indicadores para la evaluación de la gestión de la programación del mantenimiento.

Debido a la necesidad de implementar mecanismos de control sobre los recursos empleados para la justificación de los mismos, surgió la metodología implementada para llevar la gestión de la programación del mantenimiento rutinario en Planta de Pellas SIDOR, y actualmente se está llevando a las otras plantas de la Gerencia de Pre-Reducidos, en miras de buscar unificación de criterios para la gestión del departamento de Programación de Mantenimiento en toda la gerencia.

Este nuevo método de trabajo se basa en la formulación de planes de mantenimiento, semanales y diarios, para la programación de los *mantenimientos rutinarios*. Siendo una innovación principalmente la implementación de programas diarios, que son hechos a base de la programación semanal, con la intención de minimizar la diferencia entre las actividades de mantenimiento programadas y las actividades de mantenimiento realizadas. Hasta ahora este método de trabajo ha mostrado buenos resultados, donde se ha observado que la clave para



una eficiente gestión de programación es la interacción directa y por separado entre el ente ejecutor y el programador y, el grupo técnico y el programador.

Es importante hacer mención que el *departamento de Programación de Mantenimiento Pellas* ha sido proactivo e innovador en cuanto al seguimiento del *mantenimiento rutinario*, desarrollando a través del tiempo, mecanismos de control según surgen las necesidades, respondiendo a las condiciones propias de la planta. Este proceso de mejora aún sigue en desarrollo, implementando técnicas de ensayo error e incorporando estrategias para la mejora continua. Es durante esta búsqueda de excelencia, que se plantean las inquietudes sobre cómo cuantificar la gestión de la programación de estos *mantenimientos rutinarios*.

Se realizó un primer planteamiento para resolver las diferencias que se manejan en la presentación de la gestión de la programación de *mantenimiento rutinario* en SIDOR, mediante la implementación de un sistema de indicadores de gestión, de modo tal que involucre y oriente a los programadores a trabajar bajo un mismo esquema en cuanto al seguimiento de las actividades, manejar los mismos mecanismos de control y poder utilizar los parámetros de evaluación correspondientes para cada área según sus necesidades de planta.

Para esto es necesario en primer lugar, definir los indicadores de gestión de la programación de *mantenimiento rutinario* y luego establecer los parámetros de evaluación para ellos. Pero se debe recordar que cada planta de SIDOR maneja condiciones y necesidades específicas, por lo que estos parámetros posiblemente varíen en cada planta.



De aquí surge la propuesta de diseño de una metodología para implementar sistemas de indicadores de gestión para las actividades de *mantenimientos rutinarios* en todas las plantas de SIDOR. El primer paso para esto será la consolidación de los indicadores de gestión del *mantenimiento rutinario* y creación de los parámetros de evaluación para ellos, aplicados a la Planta de Pellas SIDOR y ofrecer una propuesta general de esta metodología, que pueda ser llevada a diversas plantas de SIDOR, con el objeto de que finalmente se valide un sistema de indicadores de gestión de programación de *mantenimientos rutinarios*, adaptable a cada planta de SIDOR, y que exista una unificación de criterios sobre cuáles mecanismos de control se deben llevar a cabo para el seguimiento de la programación del *mantenimiento rutinario*.

La razón por la que se escoge la planta de Pellas para aplicar este análisis es que, en esta planta el seguimiento y control de la gestión de la programación de los *mantenimientos rutinarios* están mucho más avanzada y organizada que en las demás plantas de SIDOR, esto fue dado a conocer por el departamento de Planificación y Control del Mantenimiento de SIDOR.

Para el diseño de la metodología para implantación de sistemas de indicadores de gestión para los *mantenimientos rutinarios* de SIDOR, se plantea fusionar pasos de las metodologías existentes de creación de indicadores de gestión y adaptar los pasos para su aplicación en el departamento de Programación de Planta de Pellas SIDOR. De esta manera se espera definir los indicadores y parámetros de evaluación para la planta de Pellas.



Es de observar que los indicadores de gestión para la programación de los *mantenimientos rutinarios*, deben ser iguales para todas las plantas de SIDOR.

Luego de ser evaluados los indicadores propuestos, en la planta de Pellas, se espera diseñar una estructura metodológica para ser implantada en otras áreas de SIDOR y definir los parámetros de evaluación para estos indicadores con base en la realidad de cada planta.

Durante la formulación de esta propuesta se plantea utilizar los siguientes instrumentos de análisis: en primer lugar para deducir los Indicadores, el Método Analítico Jerárquico (Método AHP de Saaty, de análisis multi-criterio) y en segundo lugar análisis estadísticos básicos para la creación de los parámetros de evaluación de los indicadores. Con esto se pretende evaluar la gestión actual de la programación de los mantenimientos rutinarios en Planta de Pellas, con base en los mecanismos usados para la programación y seguimiento de los *mantenimientos rutinarios*.

Tomando en consideración todo lo anterior se planteó el problema de investigación del presente proyecto de Trabajo de grado como:

*La disparidad en la presentación de información y la falta de parámetros de evaluación para la gestión de programación de mantenimientos rutinarios.*

## **1.2.-JUSTIFICACIÓN**

Es de suma importancia el control y evaluación del mantenimiento en las empresas, todos los recursos empleados en él generan altos



costos y es necesario justificarlos. Por otra parte se necesita saber cuán eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para el entorno productivo de la empresa.

Esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles del mantenimiento. Una buena política para controlar y evaluar la gestión de mantenimiento en la empresa resulta de la implantación, estudio y análisis de un conjunto de indicadores. Por lo tanto es necesaria la estandarización de los indicadores para la evaluación de la gestión de la programación del mantenimiento.

De esta misma manera, la implementación de un sistema de indicadores, implicará una mejora en la calidad del trabajo, evitando retrabajos y obteniendo información de manera certera, oportuna, efectiva y veraz, que pueda ser utilizada después para programar las actividades según la realidad y necesidad de cada planta, disminuyendo así el alto índice de desvíos que se obtienen en la relación de actividades programadas versus actividades ejecutadas.

La sistematización de los procesos por medio de uso de formatos normalizados también agilizará y facilitará la entrega de los reportes de gestión de mantenimiento, unificando los criterios y permitiendo un mejor entendimiento de la información de manera tal que sea fácilmente evaluable la gestión de la programación mantenimiento.

### **1.3.-DELIMITACIÓN**

El estudio y análisis que se ha de realizar para la consolidación de los indicadores de gestión de la programación de los *mantenimientos rutinarios* será elaborado en el departamento de programación de mantenimiento de la Planta de Pellas SIDOR, por lo tanto este será



limitado a las necesidades de la programación de mantenimiento de la planta, sin embargo, una vez establecidos y probados los indicadores de gestión en Planta de Pellas, estos serán presentados a los responsables de la programación del mantenimiento de otras plantas, para estudiar la posibilidad de extrapolarlos a las Plantas circunvecinas de la Gerencia de Pre-Reducidos SIDOR (Midrex y HyL) en búsqueda de la normalización de la gestión de mantenimiento rutinario en la gerencia.

Así, el diseño de la metodología para elaboración de sistemas de indicadores de gestión de Programación de Mantenimiento, será elaborado de manera genérica, de modo que el trabajo pueda ser llevado a diversas plantas de SIDOR. Aun cuando el estudio y la aplicación de la metodología serán efectuados únicamente en la Planta de Pellas SIDOR.

De igual manera, a pesar que la elaboración de la metodología involucra relacionarse con los grupos técnicos y la mano de obra de mantenimiento, estos solo serán tomados en cuenta para los resultados finales en la presentación de los indicadores de gestión de Programación de Mantenimiento, puesto que la información arrojada por los índices refleja en parte la gestión de ellos. Así que, para el estudio, únicamente se trabajará directamente con los programadores de mantenimiento.

#### **1.4.- LIMITACIONES**

Tanto el diseño de la metodología para la elaboración del sistema de indicadores de gestión como el posterior planteamiento de estrategias para el seguimiento del mantenimiento, enfrentan una serie de obstáculos. El primer obstáculo que enfrenta el departamento de planificación y control de mantenimiento es la certificación de los procedimientos de trabajo, esto es la correcta definición de cada una de las actividades realizadas por los programadores y analistas de



programación y control. Estas actividades se encuentran parcialmente representadas en el manual de descripción de cargo, sin embargo han sufrido variaciones en el tiempo que no han sido especificadas allí y actualmente están siendo revisadas.

Una vez definidas las actividades de cada responsable de la programación, deben de ser analizadas, corregidas y simplificadas, para su posterior normalización, Este proceso ha de tomar un determinado tiempo debido a que, en cada planta de SIDOR hay condiciones diferentes. Es justo en este proceso, cuando se presenta el siguiente obstáculo: La validación de esa información por los miembros del departamento de planificación y control del mantenimiento. Esto implica aclarar las responsabilidades de todos los involucrados en el proceso de la programación, un análisis de sus requerimientos, así como también, establecer un nivel de control y seguimiento por parte de los jefes y responsables.

Por lo expuesto anteriormente y muy a pesar de que se está buscando llegar a una estandarización de los procedimientos para la gestión de la programación a nivel SIDOR, las diferentes condiciones de cada planta, dificultan el establecimiento de directrices que muestren cómo se ha de llevar la gestión del *mantenimiento rutinario* y por ello es necesario un estudio particular a cada una de las plantas para la elaboración de la practicas para el seguimiento de la programación. Sin embargo el presente estudio puede servir de base para llegar a la estandarización de estos procedimientos.

Otra de las principales limitantes dentro del proceso investigativo, está asociada a la naturaleza intrínseca del proceso de gestión del mantenimiento, el cual posee horarios estrictos, turnística y procesos continuos dependiendo de las necesidades de la Planta.



## **1.5.-OBJETIVOS**

Ya una vez especificado las limitaciones del proyecto, se definen los objetivos, para su realización. Dichos objetivos son los siguientes:

### **1.5.1.-OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una metodología para la implementación de Sistemas de Indicadores de Gestión para la de programación de mantenimiento rutinario de SIDOR C.A., aplicada a Planta de Pellas.

### **1.5.2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Establecer los lineamientos generales del modelo a proponer.
2. Diagnosticar la situación actual de la programación de mantenimiento rutinario de Planta de Pellas SIDOR, con base en los lineamientos establecidos.
3. Diseñar la misión, visión y objetivos del departamento de programación del mantenimiento de Planta de Pellas SIDOR.
4. Elaborar el diagrama de “Caja Negra” y diagramas de flujo de los procesos de la programación de mantenimiento rutinario de Planta de Pellas SIDOR.
5. Definir las variables que se deben monitorear para la evaluación de la programación de los mantenimientos rutinarios.



6. Jerarquizar las variables definidas por medio del Método Analítico Jerárquico (AHP).
7. Diseñar una propuesta de un sistema de indicadores de gestión a usar para la programación de mantenimientos rutinarios en la Planta de Pellas SIDOR.
8. Validar la propuesta del sistema de indicadores de gestión propuesto para la programación de mantenimientos rutinarios, para ser aplicados en otras plantas de SIDOR.
9. Establecer los lineamientos para la aplicación y uso de la metodología propuesta.



## CAPITULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1.- GENERALIDADES DE LA EMPRESA

#### 2.1.1.- Nombre de la empresa

La empresa seleccionada, en la que se efectuara el presente estudio para la creación de un trabajo de elaboración de prácticas de trabajo seguro es **Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR)** empresa del estado perteneciente a la industria del hierro venezolano.

#### 2.1.2.- Descripción de la empresa

La Siderúrgica del Orinoco Alfredo Maneiro (SIDOR) es una empresa perteneciente al estado venezolano; dedicada a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero destinados al mercado nacional e internacional. Su capacidad instalada de producción es de seis millones seiscientos mil toneladas métricas de acero crudo al año.

El desarrollo de esta empresa permite el aprovechamiento de los recursos naturales y da inicio a la cadena de transformación de la materia prima (mineral de hierro) en productos terminados y semi-terminados, al mismo tiempo que proporciona el desarrollo del país.

SIDOR, elabora más de 1500 productos siderúrgicos en sus instalaciones que ocupa 2838 hectáreas, tiene una red ferroviaria de



155Km de extensión, además de 74Km. en carreteras pavimentadas en el área industrial. La materia prima es llevada a la planta por vía férrea, que comprende una extensión de 132Km.

Para convertir el mineral de hierro en producto semielaborado o elaborado, SIDOR desarrolla dos grandes procesos, los primarios que tienen la finalidad de darle al mineral de hierro las características que lo convertirán en acero de buena calidad y los procesos de fabricación: cuyo objetivo es darle al acero las dimensiones y formas físicas requeridas.

### **2.1.3.- Ubicación Geográfica**

La planta industrial de la Siderúrgica Alfredo Maneiro se encuentra ubicada en la zona industrial Matanzas, Ciudad Guayana, estado Bolívar sobre la margen derecha del río Orinoco a 282 km de su desembocadura en el océano Atlántico y a 17 kilómetros de la confluencia con el río Caroní. Está conectada con el resto del país por vía terrestre, y por vía fluvial- marítima con el resto del mundo, a través de los ríos Orinoco y Caroní.

### **2.1.4.- Misión de la empresa**

Comercializar y fabricar productos de acero con altos niveles de productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector transformador nacional como base del desarrollo endógeno, con eficiencia productiva y talento humano altamente calificado, comprometido en la utilización racional de los recursos naturales disponibles; para generar desarrollo social y bienestar a los trabajadores, a los clientes y a la Nación.



### **2.1.5.- Visión de la empresa**

Ser la empresa socialista siderúrgica del Estado venezolano, que prioriza el desarrollo del Mercado nacional con miras a los mercados del ALBA, andino, caribeño y del MERCOSUR, para la fabricación de productos de acero con alto valor agregado, alineada con los objetivos estratégicos de la Nación, a los fines de alcanzar la soberanía productiva y el desarrollo sustentable del país.

### **2.1.6.- Valores**

Humanismo, Patriotismo, Ética Socialista, Disciplina, Eficiencia, Lealtad, Excelencia, Visión colectiva, Honestidad y Solidaridad.

### **2.1.7.- Políticas**

SIDOR C.A. tiene como compromiso la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicios y la preservación del medio ambiente.

Para ello se requiere especial atención en:

- ✓ Definir anualmente los objetivos y planes de calidad.
- ✓ Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- ✓ Implementar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales más exigentes.



- ✓ Seleccionar a los proveedores en base a sus sistemas de aseguramiento, calidad de sus productos y prestaciones de servicios, desarrollando relaciones duraderas y confiables.
- ✓ Asumir cada área de la empresa el doble papel de cliente y proveedor, desarrollando la gestión con criterios preventivos.
- ✓ Educar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad en el trabajo y en todas sus manifestaciones.
- ✓ Verificar la efectividad del sistema a través de las auditorias de la calidad.
- ✓ Mejorar constantemente los procesos y servicios, incorporando nuevas tecnologías.
- ✓ Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- ✓ Asegurar el liderazgo competitivo de la empresa, entendiendo que la calidad, productividad y seguridad son factores esenciales que actúan conjuntamente.

### 2.1.8.- Estructura organizativa

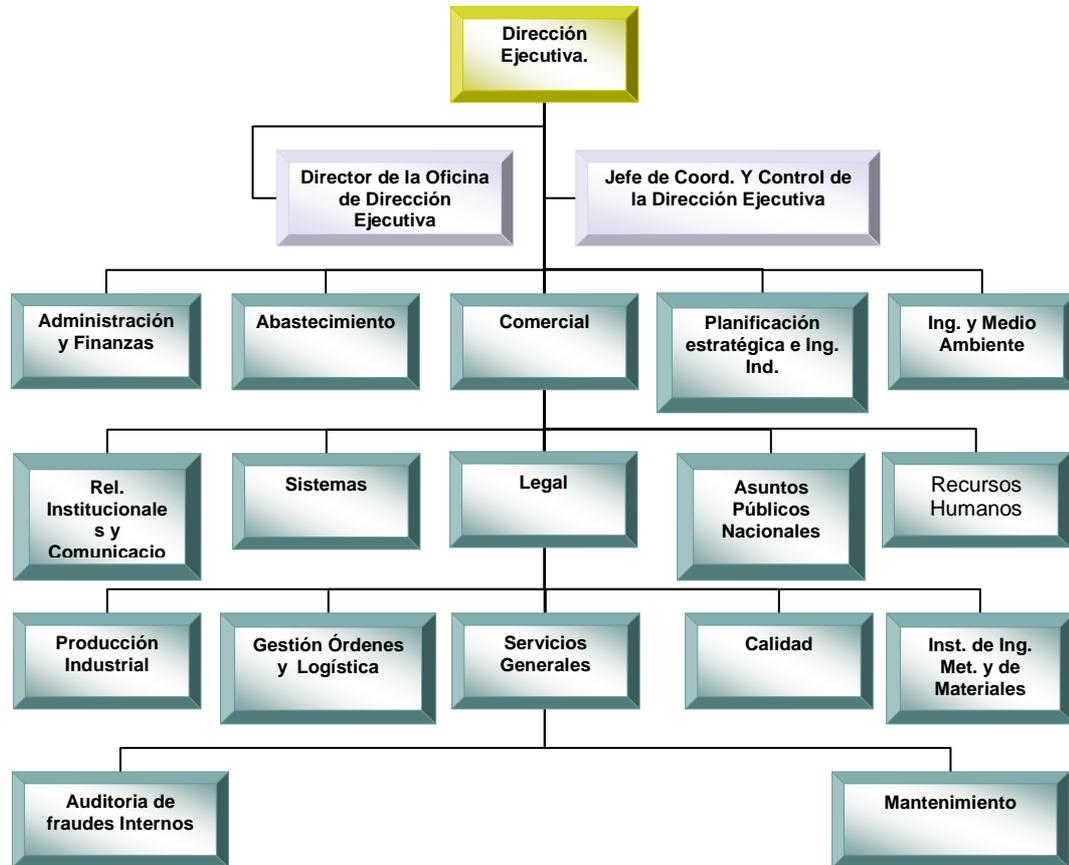


Figura 1. Organigrama de la empresa

### 2.1.9.- Descripción del área de estudio

La planta de Pellas es una planta diseñada para fabricar materia prima adecuada para los procesos de reducción, tomando en cuenta la dificultad de esos procesos en operar con materiales muy finos o con alta proporción de finos.

El producto fabricado recibe el nombre de Pellas, y es un aglomerado de mineral de hierro con unas características predeterminadas de granulometría, propiedades físicas y composición química. Las pellas se fabrican utilizando como materia prima el mineral



de hierro fino, sometiéndolo a las diferentes fases de procesos hasta darle las características antes mencionadas. Estas fases son las siguientes:

1. Dosificación: Se alimenta el mineral de hierro, dosificándole los aditivos para darles las características químicas, el combustible sólido y el aglomerante.
2. Secado: El mineral que se recibe en estado natural es sometido a un proceso de secado en secadores de tambor, hasta obtener un valor de humedad inferior al 1%.
3. Molienda: El mineral es sometido a molienda en un circuito cerrado con molinos de bolas, hasta obtener una granulometría de 60-70% menor a 45 micrones, adecuada para paletizar.
4. Peletizado: El mineral se aglomera en discos peletizadores giratorios, obteniendo las llamadas pellas verdes, que son aglomerados esféricos con granulometría predominantemente entre 5/8" y 3/8".
5. Quemado: Las pellas verdes son sometidas a un proceso de endurecimiento por quemado, en un horno túnel de parrilla móvil, confiriéndole las propiedades físicas finales.
6. Cribado: Finalmente las pellas quemadas son sometidas a un cribado para eliminar la fracción minina fina menor a 1/4".

### 2.1.10.- Flujo de proceso de planta de pellas

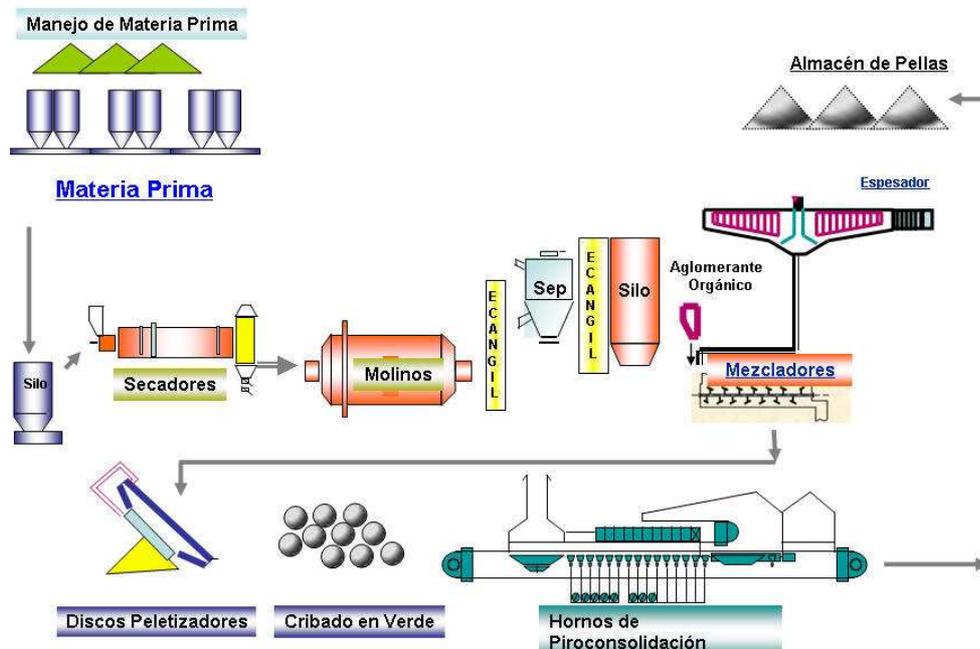


Figura 2. Flujo de Proceso De Planta De Pellas

### 2.2.- ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

No existen antecedentes de estudios previos relacionados con la programación del mantenimiento rutinario preventivo en SIDOR, las prácticas que se tienen dentro del departamento de Planificación y Programación hablan exclusivamente sobre las paradas RP (Reparaciones Programadas) y las paradas REX (Reparaciones Extraordinarias)

Sin embargo durante el proceso investigativo, se encontró un Informe técnico de mantenimiento central que abordaban el tema de la programación de mantenimiento.

UNIDAD DE COORDINACIÓN Y CONTROL (1998, SIDOR)  
*“Evaluación de actividades de planificación y programación”* El informe



toca el tema de las actividades de planificación y programación, por un problema debido a la escasez de información, personal calificado y la necesidad de prestar mejor atención al cliente, los coordinadores de planificación ejercían actividades que no eran inherentes a su cargo. La propuesta para esta situación fue de enviar un coordinador de planificación a la empresa brasilera ISUMINAS por 15 días con el fin de darle a conocer la sistemática de la planificación y programación de mantenimiento. El informe no proporciona más información al respecto y se desconoce si esta propuesta fue llevada a cabo.

Además del informe anterior, durante la revisión bibliográfica se encontraron una serie de trabajos los cuales se usaran como base para la elaboración de los análisis necesarios para la ejecución del presente trabajo de grado.

ARAMIS ALAFONSO LLANES (2004) El trabajo que muestra una metodología para el diseño de un indicador general para la evaluación del nivel de mantenimiento en una empresa para lo cual desarrolla primeramente una jerarquización de los indicadores claves para este fin según su influencia en la toma de decisiones, empleando un trabajo en equipo y mediante la utilización del método AHP de Saaty. El indicador propuesto en este estudio constituye una herramienta para el mejoramiento continuo de la función de mantenimiento en la empresa, analizando el comportamiento de los factores influyentes en el nivel de gestión de mantenimiento para identificar las causas que ocasionan desempeño deficiente y trabajar en función de solventarlo.

IVEPLAN (Instituto Venezolano de Planificación, 2005) Metodología para la construcción de los indicadores de gestión del plan operativo. Esta metodología se fundamenta en el modelo de “caja negra” o “Entrada-Insumo- Proceso- Producto- Efecto- Impacto”. Elaborada en la UNET con



el fin de unificar criterios de las diferentes unidades ejecutoras de la universidad. Este modelo muestra un análisis cualitativo-cuantitativo, empleando métodos multi-criterio para la elaboración de los índices de gestión, a través del estudio de las variables que influyen directa e indirectamente en la gestión, definir las prioridades y generar indicadores para cada variable.

AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2003) Norma Española: Sistemas de gestión de Calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores. Esta norma fue elaborada por el comité técnico de AEN/CTN 66. Gestión de la calidad y evaluación de la conformidad, cuya secretaría desempeña en AENOR. La norma ofrece una guía práctica para el establecimiento de indicadores y cuadros de mando, para la medición de los fenómenos concernientes al funcionamiento de una organización, utilizando como base el ciclo de vida de los indicadores y cuadros de mando.

En el estudio de Llanes, se encuentra un apartado llamado: proceso formal de planificación y programación de los trabajos de mantenimiento, en donde se especifican los elementos claves que debe poseer para una eficaz función de mantenimiento, las cuales sirven de base para la evaluación del departamento de planificación y programación de mantenimiento.

Para el diseño de la metodología para implantación de sistemas de indicadores de gestión para los mantenimientos rutinarios de SIDOR, se plantea fusionar pasos de las metodologías existentes de creación de indicadores de gestión y adaptar los pasos para su aplicación en el departamento de Programación de Planta de Pellas SIDOR, y así definir los indicadores a usar por el departamento, para luego diseñar una estructura metodológica para ser implantados en otras áreas de SIDOR



que defina los parámetros de evaluación a usar para estos indicadores en base a la realidad de cada planta.

Los procedimientos de análisis de la metodología de trabajo para los procesos del día a día del Analista de Programación y Control de mantenimiento nunca han sido realizados, es por ello la autenticidad de este estudio.

## **2.3.- BASES TEÓRICAS**

A continuación se exponen las bases teóricas mínimas necesarias para la realización del proyecto de diseño de un sistema indicadores para la evaluación de la gestión de la programación del mantenimiento rutinario preventivo de la planta de pellas de SIDOR C.A.

### **2.3.1.- Programación de Mantenimiento**

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. En la actualidad, el mantenimiento está destinado a ser uno de los pilares fundamentales de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva. Dentro de las diversas formas de conceptualizar el mantenimiento, la que al parecer presenta más actualidad, y al mismo tiempo resulta más abarcadora, es aquella que lo define como “el conjunto de actividades dirigidas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la producción; visto esto a través de la prevención de la ocurrencia de fallos y de la identificación y señalamiento de las causas del funcionamiento deficiente del equipamiento” (Tavares, 2000).



Para poder hablar concretamente sobre la programación del mantenimiento, se debe de partir por la definición de planificación del mantenimiento.

La planeación del mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria. Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento

#### Principios de la Planeación del Mantenimiento:

- Planificación centrada en la Producción.
- Planificación centrada en los procesos.
- Mejoramiento continuo.

#### La Planeación del Mantenimiento involucra:

- El qué: Alcance del trabajo o proyecto. En este punto se plantea una lista de órdenes de trabajo a efectuarse, incluyendo solo las necesarias
- El cómo: Procedimientos, normas, procesos. Forma a efectuar el trabajo, incluye documentación técnica, procedimientos y maniobras.
- Recursos humanos: Horas hombre necesarias según las especialidades, equipos, herramientas, materiales etc.
- Duración: Tiempo del proyecto o trabajo.



### Diferencias entre Planificación de mantenimiento y Programación de mantenimiento:

La planificación del mantenimiento se basa en establecer, qué actividades se van a hacer, plantear cómo se piensan hacer y qué se necesita para su ejecución. La Programación del mantenimiento establece cuando se van a ejecutar las actividades de mantenimiento que se planificaron, en qué orden se deben de hacer las actividades, cómo se debe organizar los recursos para que puedan ser efectuadas sin interrupciones; de modo de organizar en función del tiempo todas las actividades que se planificaron.

#### **2.3.2.- Principios de Programación de mantenimiento**

1. Equilibrio entre las necesidades y la capacidad de satisfacerlas: Los programas deben estar ajustados en lo posible en la realidad, tomando en cuenta las condiciones existentes en las distintas áreas. Los plazos no cumplidos y los programas deficientes acaban con la confianza del personal de producción y el control de la capacidad y formalidad del departamento de ingeniería de planta.

Cuando ocurre esto el departamento de producción se tornará más exigente y tan pronto como un supervisor se percata de que puede obtener lo que quiere con estas exigencias las mismas irán creciendo paulatinamente. “Las necesidades deben siempre equilibrarse con la capacidad para la ejecución del trabajo”. Su cumplimiento con este requisito se podrán elaborar programas satisfactorios

2. Revisión y provisión para cambios en el programa: Todo sistema de programación debe estar sujeto a cambios, es decir, tiene que ser



flexible ya que resulta imposible mantenerse dentro de una rigidez inmóvil.

Muchas veces se presentan situaciones que requieren que se revise el programa, como ocasiones en que el material ordenado no llega, modificaciones en el plan de producción, desvío del equipo a otros trabajos de preferencia, tiempo real prolongado más de lo previsto, o en que la fuerza de trabajo disponible resultó ser menor de lo planteado. Al estar presente éstas serie de cambios, se necesita mucha colaboración de todos los afectados y principalmente los elementos de producción y control desde el momento que se les notifica. La colaboración de todos es primordial en caso de cualquier modificación. También es posible que ocurran errores en el programa, en esos casos como los anteriores, lo correcto es reconocer el error y enmendarlo, identificar qué fue lo que ocurrió para aprender y evitar que se repita.

### 3. Provisión de emergencias:

Los programas son un medio para conseguir un fin. Su objetivo es asegurar los servicios de personal, material y equipo de mantenimiento con la suficiente antelación para conferir un máximo respaldo a la producción. Las actividades de control de mantenimiento se deben programar de la manera siguiente; aproximadamente 75 % de mano de obra disponible en las áreas y talleres de planta. Y el 25 % restante es una especie de amortiguador para cubrir ausencias o imprevistos y las actividades adicionales que se puedan presentar. Esto garantiza una flexibilidad que permita que todo trabajo urgente o imprevisto que suceda en la semana pueda ser ejecutado. Estas programación de mantenimiento no siempre pudiera ser de 75 a 25 también se da caso de 70 a 30, 65 a 35.



Es errado sustraer trabajadores calificados incluidos en un programa de un área bien organizada, para sacar a flote otra área mal organizada, que padece de una sobrecarga de emergencia. En estos casos lo recomendado es estudiar las solicitudes de reparaciones de emergencia y determinar las causas de los paros de máquinas tan pronto como sea posible. Esas causas pueden obedecer a un mantenimiento deficiente o al hecho de que producción no esté trabajando como debe ser. Es necesario llevar registros de los casos de urgencia por áreas a efecto de ponerles remedio. Cuando el problema es grave, puede hacerse necesario iniciar el proyecto asignado horas-hombre de mantenimiento a las diversas zonas. Sin embargo, reviste una importancia especial tener en cuenta la posibilidad de excepciones en donde la responsabilidad recaiga en un funcionario, a efecto de que los programadores demasiado entusiastas no vayan a causar serios problemas de producción por querer imponer a ultranza, sus planes.

#### 4. Provisión de Tiempos Flotantes

El control de mantenimiento debe tener un grupo de órdenes de trabajos para realizarse en los próximos quince días, con el material preparado o pedido y las herramientas especiales que se necesiten debidamente enumeradas. Pero tal vez no sea indispensable tener a la mano todo el material correspondiente a la zona de mantenimiento. Mientras se pueda contar con los repuestos en el momento con se vaya a ejecutar la obra, será suficiente para que se programe y libere la orden de trabajo.

Con un plazo normal de preparación permite efectuar la planeación para establecer una corriente de trabajo, de los materiales, herramientas y equipo al punto de trabajo. Al acelerar indebidamente ciertas obras para recortar el plazo de preparación normal, se puede



perjudicar otras labores que estén programadas. A fin de llevar un programa ajustado a la realidad, es indispensable mantener al mínimo el número de trabajos activados, pues de otra forma todo el sistema se desintegrará. Las órdenes de trabajo deben fluir de manera fácil y ordenada, sin interrupciones por emergencia esto asegura una eficacia máxima del control de mantenimiento y lograr una reducción de su costo.

#### 5. Registros Prácticos.

La programación del mantenimiento debe ser práctica y precisa aun cuando se suele recurrir a tableros de programas u otros medios mecánicos. Estos a menudo no satisfacen los objetivos perseguidos porque suelen ser muy detallados. El tablero tiene como objetivo suministrar la historia completa pero breve de las principales órdenes de trabajos. Explicando el desarrollo planeado y el trabajo real. Estos tableros pueden ser pizarrones, tablas forradas de material plástico. Cuando sea impráctico un tablero por el gran número de órdenes de trabajo a manejar, se puede recurrir a un sistema de tarjetas visibles en el que se destinarán una tarjeta para cada trabajo. Esto nos indica que los informes a los programadores deberán ser lo más sencillos posible. Las órdenes pendientes y la mano de obra disponible no necesitan constar más que de tabulaciones y estar elaborados en forma manual o electrónicamente.

#### 6. Coordinación de materiales, personal, herramientas, equipo y producción

El programador debe elaborar informes precisos para que pueda arribar a decisiones y así obtener un eficaz desempeño. Aunque a



veces no siempre se alcanza el objetivo. Para dar con este informe el programado debe contar con los siguientes datos:

- Órdenes de Trabajo
- Plan de Trabajo
- Mano de Obra Disponible
- Acumulación de Órdenes
- Situación de Materiales
- Programación de Producción

#### 7. Consideración de costos y tiempos de entrega

Al realizar su trabajo, el programador deberá apoyarse en su experiencia y conocimiento de la organización del mantenimiento y operatividad de la planta. Necesita estar familiarizado con el equipo de taller a efecto de que pueda asignar equipo sustituto en el caso de que haya dos trabajos simultáneos en los cuales se requiera el mismo equipo. De la misma manera debe tener un buen criterio para disponer una correcta combinación de hombre, material, equipo, máquinas y tiempo.

Hay varias maneras de combinar los distintos elementos del programa donde el programador considere debidamente las distintas combinaciones factibles de las operaciones proyectadas. Se deben tomar decisiones sensatas y bien discutidas para obtener como resultado planos de acción económicos y de bajo costo.



### **2.3.3.- Métodos de Programación**

Los métodos de programación estándar generalmente son: Programación diaria, Programación semanal, Métodos gráficos de programación. En primer lugar se debe iniciar con estudio de cargas de trabajo y ordenes pendientes, para elaborar la preparación del programa, una vez concretado se deben de realizar informes sobre el seguimiento del mismo.

#### **1. Estudio de cargas de trabajo y OT pendientes**

Se necesita cierta anticipación para la preparación de los programas, enumerando el trabajo de rutina como son las actividades de inspecciones y mantenimiento preventivo, trabajos repetitivos autorizados por órdenes permanentes de trabajo y las órdenes pendientes de tareas no rutinarias de importancia, todo esto de acuerdo a su prioridad y disponibilidad de recursos.

En la actualidad la toma de decisiones respecto al desempeño de los sistemas de mantenimiento, constituye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no solo la adecuada evaluación y control de la gestión del mantenimiento con vistas a lograr su mejoramiento continuado, sino, además, el logro de una mayor disponibilidad de las capacidades productivas instaladas en la entidad bajo estudio; ya que en la práctica el proceso de toma de decisiones en esta área se dificulta por el hecho de disponerse de una amplia gama de indicadores propuestos al respecto sin una definición clara del grado de importancia de cada uno de ellos a la hora de valorar la influencia de la actividad de mantenimiento en la meta de la organización.



### **2.3.4.- Sistemas de indicadores de Gestión**

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por los líderes del proyecto u organización, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados. Para que un indicador de gestión sea útil y efectivo, tiene que cumplir con una serie de características, entre las que destacan:

- Relevante: que tenga que ver con los objetivos estratégicos de la organización.
- Claramente Definido: que asegure su correcta recopilación y justa comparación.
- Fácil de Comprender, Usar y Comparable: que se pueda comparar sus valores entre organizaciones, y en la misma organización a lo largo del tiempo.
- Verificable y Costo-Efectivo: que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo.

### **2.4.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

Es importante tener bien definido la siguiente terminología para trabajar con la gestión de la programación del mantenimiento:

Indicadores de Gestión: Parámetros numéricos que facilitan la información de un factor crítico que permiten conocer el comportamiento de la gestión para la evaluación del desempeño de las actividades de mantenimiento, al compararse con parámetros previamente establecidos que definan claramente el nivel deseado de desempeño.



Planificación: Consiste en establecer que actividades son las que se van a ejecutar, en base a los planes de mantenimiento estandarizados de los equipos e instalaciones (bien sean dados por el proveedor o elaborados en base a un histórico de fallas) y las inspecciones rutinarias para detectar las necesidades de los equipos.

Programación: Consiste en establecer cuando serán realizadas las actividades anteriormente planificadas, para ellos se priorizan las actividades, dándole relevancia a aquellas consideradas críticas, y la disponibilidad de los recursos (Mano de obra, Herramientas, Repuestos, Tiempo, etc.)

Órdenes de Trabajo: Son solicitudes de trabajo generadas cada vez que se contempla que un trabajo de mantenimiento es necesario. Estas son generadas por los inspectores de las áreas a través del sistema SAP de SIDOR, una vez abierta una OT (Orden de Trabajo) debe ser liberada por el responsable o jefe del área para que pueda ser programada.

Falla: Alteración de la aptitud de un bien para cumplir con una función requerida.

Parada: Cesación de la aptitud de un bien para cumplir con una función requerida.

Reparación: Intervención definitiva de mantenimiento correctivo.

Durabilidad: Es considerada como la esperanza de vida de un bien.

Confiabilidad: Aptitud de un bien para cumplir una función requerida en unas condiciones dadas en un tiempo dado.



Mantenimiento Preventivo: Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

Los tipos de mantenimiento analizados son los principales; en la aplicación de estos mantenimientos a los equipos apreciamos que se requiere de una mezcla de ellos, es por esto que hablaremos en los párrafos siguientes de los modelos de mantenimiento que son aplicables a cada uno de los equipos.

Mantenimiento Correctivo: Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:

- No planificado: Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- Planificado: Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente

Mantenimiento Predictivo: Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.



Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

Mantenimiento Sistemático: Es el efectuado según el programa establecido de acuerdo con el tiempo de trabajo u otro factor. En este modelo se realizan una serie de tareas sin importar las condiciones del equipo, realizamos una serie de pruebas y ensayos para planificar tareas de mayor importancia, se aplica este modelo a equipos que deben tener tareas constantes de mantenimiento que pueden ser planificadas en el tiempo; sin importar el tiempo que lleve funcionando el equipo.



## CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

### 3.1.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según el *nivel de conocimiento científico* al que se espera llegar, se ha formulado el tipo de estudio de acuerdo con el tipo de información que se espera obtener así como el nivel de análisis realizado.

La investigación, *según el nivel*, es de tipo **exploratoria** ya que el tema a tratar nunca ha sido estudiado anteriormente, por lo tanto se debe hacer una exploración que arrojen resultados que conlleve a una visión aproximada del objeto de estudio para obtener nuevo datos y elementos que pueden conducir a formular con mayor precisión las preguntas de investigación, referente a las actividades de programación del mantenimiento diario de planta de pellas de SIDOR. Además se considera que el estudio es de **campo**, debido a que el mismo fue realizado con la percepción directa en las áreas de procesamiento de mineral de hierro.

Según Arias Fidias, 1999:

**“La investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurran los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”**

Se puede afirmar que el estudio es **evaluativo**, ya que la función de este es evaluar de manera crítica y dar recomendaciones y propuestas para la



mejora de gestión de la programación diaria del mantenimiento rutinario de planta de pellas SIDOR.

**Aplicado**, ya que permite la creación de nuevos procedimientos y pasos que se usaran como guía para las actividades que realizan los Programadores y Analistas de Programación y Control.

### **3.2.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Diseño de la investigación es de **campo**. Se considera que el estudio es de campo, debido a que el mismo fue realizado con la percepción directa en las áreas de planta de pellas.

Según Arias Fidias, 1999:

**“La investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurran los hechos, sin manipular o controlar variable alguna”**

La investigación, *según la maniobra*, es de tipo **no experimental**, debido a que no hubo manipulación alguna de las variables de estudio; además toda la información fue recogida en su contexto natural.

Según Hernández, 1991:

**“Se observa el fenómeno tal y como da en su contexto natural; se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador”**



### **3.3.- POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **Población.**

En el marco del desarrollo conceptual de la metodología de elaboración de Sistemas de Indicadores de gestión de Programación de mantenimiento, se define el universo como los procesos de la gestión de planificación estratégica del mantenimiento a nivel SIDOR.

#### **Muestra.**

Bajo los intereses específicos del diseño de la metodología, se establece como prioridad del departamento de Programación de Mantenimiento. Por lo tanto la muestra queda definida como la gestión de programación de mantenimiento rutinario en la Planta de Pellas de SIDOR. La cual será la base estructural para el diseño de la metodología de trabajo. La naturaleza de la muestra es carácter cualitativo.

### **3.4.- TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información fue recopilada de manera directa, de tal forma de poder observar todo lo referente al proceso actual en que se desempeñan las actividades de programación diaria del mantenimiento rutinario de planta de Pellas, empleándose como instrumento de recolección de información, la entrevista personal, sistematizándose la información por medio de diagramas y tablas.

Se utiliza el análisis cualitativo, en el cual, se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema de investigación. Procurando



realizar una investigación holística en donde se analiza exhaustivamente y con sumo detalle una actividad en particular.

Este análisis permite lograr con precisión y confiabilidad las cualidades que se consideran importantes para la investigación. Se realiza de manera verbal. Las técnicas empleadas para la recolección de la información y compilación de datos son los siguientes

### **3.5.1.- Observación directa**

La información recopilada se obtuvo mediante la observación del proceso de elaboración de la programación de mantenimiento rutinario de la planta de pellas.

### **3.5.2.- Entrevistas**

Las entrevistas realizadas fueron de carácter personal, a los trabajadores involucrados, directa e indirectamente en el proceso de la elaboración de la programación de mantenimiento rutinario y de tipo no estructurada, lo que permitió realizar preguntas abiertas que ampliaron y confirmaron la información obtenida a través de la observación directa.

### **3.5.3.- Materiales**

- Cámara Digital.
- Cuaderno.
- Carpetas.
- Lápiz y bolígrafo
- Hojas
- Servicio de computador.



#### **3.5.4.- Documentación**

- Libros asociados a los sistemas de gestión de mantenimiento, Planificación y Programación y el manejo de personal.
- Internet e Intranet SIDOR.
- Documentos oficiales y Prácticas de gestión de mantenimiento de Paradas de Planta.

#### **3.5.5.- Software**

- Software procesadores de texto. (Word, Excel, Project, entre otros)
- Software para el diseño de la programación. (Project 2008)

### **3.6.- PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN, ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

1. Investigar por medio de revisión bibliográfica, estudios previos y experiencia consultora, sobre:
  - a. Metodologías de diseño de sistemas de indicadores de gestión
  - b. Gestión de Programación de Mantenimiento.
2. Estudiar, cotejar y analizar las metodologías de diseño de indicadores investigadas.
3. Especificar los conceptos a considerar para el desarrollo exitoso de la planificación del mantenimiento y cuáles son los indicadores de gestión recomendados, según la teoría.



4. Seleccionar aquellas metodologías que mejor se adapten a las necesidades de la programación de mantenimiento.
5. Establecer qué pasos de las metodologías seleccionadas aplicar para definir los indicadores de gestión de la programación de mantenimiento rutinario.
6. Analizar los procedimientos de trabajo actual de la programación de mantenimiento Rutinario en Planta de Pellas SIDOR.
7. Revisar toda la documentación existente sobre las actividades de programación de mantenimiento en SIDOR.
8. Recopilar toda la información sobre los procedimientos actuales usados para el seguimiento del mantenimiento rutinario. Tomando en cuenta:
  - a. Distribución del recurso.
  - b. Programa Semanal.
  - c. Informe de gestión Semanal.
  - d. Procedimiento y formatos para la recaudación de la información.
  - e. Indicadores de gestión actuales.
9. Analizar la situación actual de programación de mantenimiento rutinario de Planta de Pellas SIDOR evaluando la aplicación de los principios de planificación y programación del mantenimiento.
10. Elaborar diagramas de flujo para los procesos de la programación de mantenimiento rutinario con seguimiento a la información.
11. Formular de acuerdo a la investigación anterior y en conjunto con el Analista de programación y control, la misión, visión, y objetivos del departamento programación de mantenimiento.



12. Revisar con el Coordinador de Programación y realizar las modificaciones en caso de ser necesarias.
13. Elaborar el diagrama PEPSP (proveedor, entrada, proceso, salida, cliente) para definir qué variables influyen en cada aspecto de la programación del mantenimiento rutinario de Planta de Pellas SIDOR.
14. Establecer los criterios de ponderación y jerarquizar las variables que influyen en los procesos de la programación de mantenimientos rutinarios con el método AHP de Saaty.
15. Analizar cada variable en base a la jerarquía de prioridades obtenida.
16. Definir los indicadores de gestión para el control de las variables y elaborar los perfiles de los indicadores.
17. Investigar qué análisis estadísticos pueden ser aplicados para los datos históricos de los indicadores usados actualmente en planta de Pellas.
18. Realizar los cálculos estadísticos necesarios para establecer los parámetros de evaluación de los indicadores, diseñados con la información proporcionada por la investigación bibliográfica sobre indicadores de gestión de programación de mantenimiento y los datos reales arrojados en el año 2010 de los indicadores actuales de programación de mantenimiento rutinario.
19. Revisar con el Coordinador de Programación y realizar las modificaciones en caso de ser necesarias.
20. Diseñar una propuesta del Sistema de Indicadores para la programación de mantenimiento rutinario para la gerencia de Pre-reducidos en base al estudio previo en Planta de Pellas SIDOR



21. Realizar una presentación a los Coordinadores de Programación de Mantenimiento de las distintas gerencias de SIDOR con los resultados de la propuesta del sistema de indicadores diseñados para el departamento de programación de mantenimiento de planta de Pellas y como obtener los parámetros de control reales para cada planta.
22. Revisar con los coordinadores de programación de las gerencias de SIDOR los procedimientos utilizados y realizar modificaciones a la propuesta en caso de ser necesario.
23. Realizar un diseño conceptual de los procedimientos y mecanismos de control y seguimiento de información para la programación de mantenimiento rutinario.
24. Establecer estrategias para el mayor aprovechamiento de la información e interpretación de los indicadores.
25. Estructurar un diseño conceptual de la metodología de formulación de sistemas de indicadores y parámetros de control.
26. Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.
27. Entrega y correcciones del informe final.
28. Presentación oral del Trabajo de Grado.

La duración en la ejecución de cada una de las actividades dependerá de la disponibilidad de los funcionarios involucrados en cada uno de los departamentos considerados.

El tiempo de estadía en planta inicio el nueve de agosto de 2010, durante un periodo de 16 semanas, culminando la estadía en planta el 26 de noviembre de 2010.



### **3.7.- PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Una vez establecidos los objetivos se llevará a cabo la recolección de datos, el procesamiento y análisis de la información, según los pasos establecidos para el análisis de los indicadores de gestión para la programación de mantenimiento rutinario. Se seleccionará, evaluarán y verificará la información relevante en conjunto con los programadores y analistas de programación y control mediante la percepción, y a partir de ella se presentaron las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Para la creación de los parámetros de evaluación de los indicadores, serán tomados los datos de la gestión de la programación de mantenimientos rutinarios en Planta de Pellas del año 2010. Los datos serán tabulados de manera mecánica en hojas de cálculo en Excel.

### **3.8.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los análisis se realizaron según cada uno de los objetivos específicos, basados en técnicas de medida: cuantitativas y cualitativas que tienen por objeto elaborar y procesar datos relevantes.

El análisis de la información será efectuado de modo evaluativo, utilizando técnicas analíticas lógicas, para la selección de los pasos a utilizar de las metodologías existentes de creación de indicadores. Por medio de la metodología de evaluación multi-criterio, AHP de Saaty para la ponderación de las variables influyentes en la programación de mantenimientos rutinarios, y por último serán efectuados procedimientos de análisis estadísticos básicos para la definición de los parámetros de evaluación de los indicadores consolidados.



Relacionado con esto Tamayo y Tamayo (2002) establece: “Los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador. De nada servirá una abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico; para esto pueden utilizarse técnicas lógicas y estadísticas”.



## **CAPITULO IV DIAGNÓSTICOS Y RESULTADOS**

### **4.1.- ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TEÓRICA.**

El primer paso para el diagnóstico de la situación actual, fue el análisis de la documentación obtenida de las investigaciones sobre metodologías existentes para implementación de sistemas de indicadores, y deducir cuales pasos que aplican para el diseño de la Nueva Metodología tomando en cuenta los requerimientos de Programación de Mantenimiento.

#### **4.1.1.- Metodologías existentes para elaboración de sistemas de indicadores.**

Entre todas las metodologías estudiadas se analizaron dos, que se consideraron más completas y explícitas para la creación de indicadores de gestión. Estas son las siguientes:

##### **1. Norma Española UNE 66175: Sistemas de gestión de calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores.**

El proceso de elaboración de indicadores de esta guía es muy completo en cuanto a la elaboración de los perfiles de los indicadores. El proceso de selección de indicadores está basado en análisis netamente cualitativos, en base al desarrollo de planes de actuación para el logro de los objetivos.



## **2. Metodología para la construcción de los indicadores de gestión del plan operativo 2005. UNET. Modelo del IVEPLAN (Instituto Venezolano de Planificación).**

Este modelo muestra un análisis cualitativo-cuantitativo, empleando métodos multi-criterio para la elaboración de los índices de gestión, a través del estudio de las variables que influyen directa e indirectamente en la gestión, definir las prioridades y generar indicadores para cada variable.

Las metodologías seleccionadas son las que mejor se adaptan a la data que maneja programación de mantenimiento. Se combinarán aspectos de ambos métodos para el diseño de la Nueva metodología.

Para el estudio de las variables se empleará una combinación de los análisis cualitativos-cuantitativos del modelo presentado por el IVEPLAN y el Método Analítico Jerárquico (AHP) de Thomas Saaty, utilizando el modelo cuantitativo para la ponderación de los criterios de evaluación de las variables y el modelo cualitativo para la jerarquización final de las variables.

Así se definieron los lineamientos para la definición del modelo a proponer, mediante el siguiente procedimiento para la obtención de los indicadores de gestión de programación de mantenimiento:

- **Paso 1.** Definición y diagnóstico de la situación actual
- **Paso 2.** Definición de misión, visión, objetivos e identificación de la unidad de estudio.
- **Paso 3.** Selección y definición de las variables que se deben monitorear para el logro de los objetivos y los criterios con los que se evaluarán las variables.



- **Paso 4.** Jerarquización de las variables y estudio de las mismas.
- **Paso 5.** Definición del sistema de indicadores para el control de las variables.

Estos pasos serán ejecutados en función de la Planta de Pellas, tomando en cuenta sus necesidades, una vez implementados en ella, se buscara globalizar estos pasos en función de diseñar una nueva metodología que podrá ser implementada en todas las plantas de SIDOR y así obtener parámetros de desempeño de los indicadores de gestión definidos para cada planta.

## **4.2.- PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS PARA EL DISEÑO DE LA METODOLOGÍA**

### **4.2.1.- Paso 1: Definición y diagnóstico de la situación actual de programación de mantenimiento**

En el capítulo II del informe se establece todo el marco conceptual sobre la programación de mantenimiento. De acuerdo con esa investigación, se procede a continuación a realizar una descripción y diagnóstico de la situación actual de la Programación de Mantenimiento en la gerencia de Pre-Reducidos.

Empezando con una revisión general de la documentación actual de programación, descripción de los procedimientos y formatos empleados y por último el análisis de los principios de la planificación y programación de mantenimiento.

#### 4.2.1.1.- Revisión de la Documentación Vigente

Tabla 1. Práctica PRAMAN01010

Documento	
Práctica PRAMAN01010	
Propósito	
Establece los pasos y responsabilidades que rigen las actividades de planificación y control de mantenimiento, con la finalidad de proveer a las gerencias operativas de la empresa SIDOR; equipos aptos para la producción, en cantidad y calidad.	
Resumen	
Responsabilidades del Supervisor de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los avisos diarios M9 y los reportes de averías M2 del turno anterior</li> <li>• Reportar durante su turno los avisos M9 y en caso de avería los M2.</li> </ul>
Responsabilidades del Inspector del grupo Técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detecta las necesidades de mantenimiento de acuerdo a los avisos de avería o los avisos de inspección.</li> <li>• Define la secuencia de ejecución, determina materiales y repuestos a utilizar, mano de obra por especialidad y tarjetas de seguridad. Estima la duración de la actividad y define procedimientos de seguridad.</li> <li>• Crea las ordenes de mantenimiento manual (OT) y las planifica con el programador.</li> <li>• Notifica en SAP las actividades realizadas y reprograma o notifica como no cumplidas las actividades no ejecutadas.</li> </ul>

Responsabilidades del Líder del grupo técnico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisa las órdenes de mantenimiento manuales creadas y de acuerdo a la disponibilidad de recursos bloquea o libera las OT para que sean programadas.</li> </ul>
---	--

Tabla 2. Práctica PRAMAN01018

<b>Documento</b>	
Práctica PRAMAN01018	
<b>Propósito</b>	
Establece las normas básicas y el proceso para llevar a cabo la planificación, programación y control de una reparación programada.	
<b>Resumen</b>	
Actividades previas a fin de mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El programador emite el cronograma preliminar.</li> <li>• Discusión y consenso del cronograma preliminar entre el programador, GEGO, jefes de área y/o sector.</li> <li>• El programador publica el cronograma definitivo en el SITE de mantenimiento.</li> </ul>
Actividades previas a la parada. (6 días antes de la parada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los grupos técnicos emiten las órdenes de mantenimiento y las áreas externas emiten el programa de mantenimiento.</li> </ul>
Actividades inherentes a la definición del programa de mantenimiento final. (entre 5 a 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El programador ejecuta la bajada para generar el programa preliminar.</li> <li>• Ajuste de la versión del programa de mantenimiento en función de los recursos, por parte del programador y los GT, y asignan prioridades a las actividades.</li> </ul>



día antes de la parada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El programador genera las tarjetas de seguridad correspondientes a la parada.</li> <li>•Reunión final pre-parada de programador, ejecutores y GT.</li> </ul>
Actividades durante y después de la RP	<ul style="list-style-type: none"> <li>•El programador monitorea desde el inicio hasta la culminación de las tareas según el programa.</li> <li>•Los supervisores contratistas y asignados evidencian el status de las actividades en el programa.</li> <li>•El programador emite el informe de post-parada (máximo dos días después de la parada).</li> </ul>

Actualmente está por revisión la Práctica PRAIN02002 en donde se establece las normas e instrucciones para el seguimiento de la gestión de mantenimiento de una parada mayor REX (Reparación Extraordinaria)

La anterior es la única documentación existente actualmente en el departamento de planificación y aplican para todas las gerencias de SIDOR.

#### **4.2.1.2.- Descripción breve del procedimiento de la Programación de Mantenimiento en Pre-Reducidos**

La metodología de trabajo actual en la planta de Pellas, en cuanto a la programación de mantenimiento se puede ver en los siguientes flujogramas:

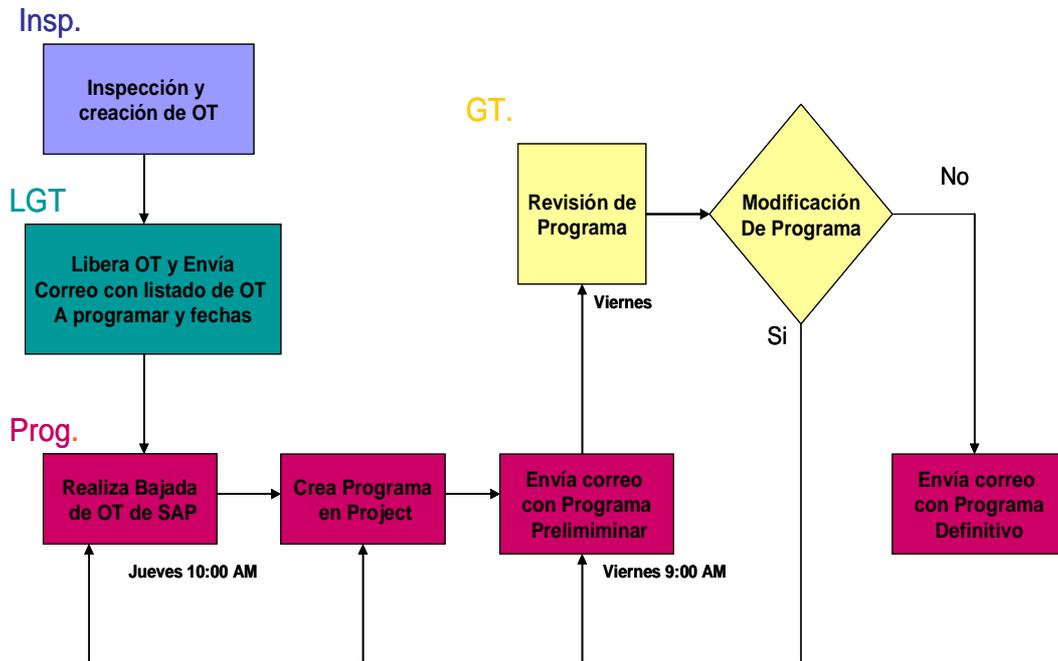


Figura 3. Flujograma de proceso de elaboración de programa semanal

En el flujograma se muestra como es el proceso de elaboración del programa semanal de mantenimiento. En donde el Inspector genera las OT el Líder del grupo técnico las libera y las envía al programador los días jueves antes de las 10:00 AM. El Programador los días jueves a las 10:00 AM realiza la bajada de SAP y crea el programa en Project. Y envía el programa los viernes a las 8:00 AM, Si no se tienen modificaciones este queda como el programa definitivo, en caso contrario el programador realizara las modificaciones según sea el caso y reenviara el programa definitivo.

El siguiente flujograma muestra cómo se lleva a cabo el seguimiento del programa semanal:

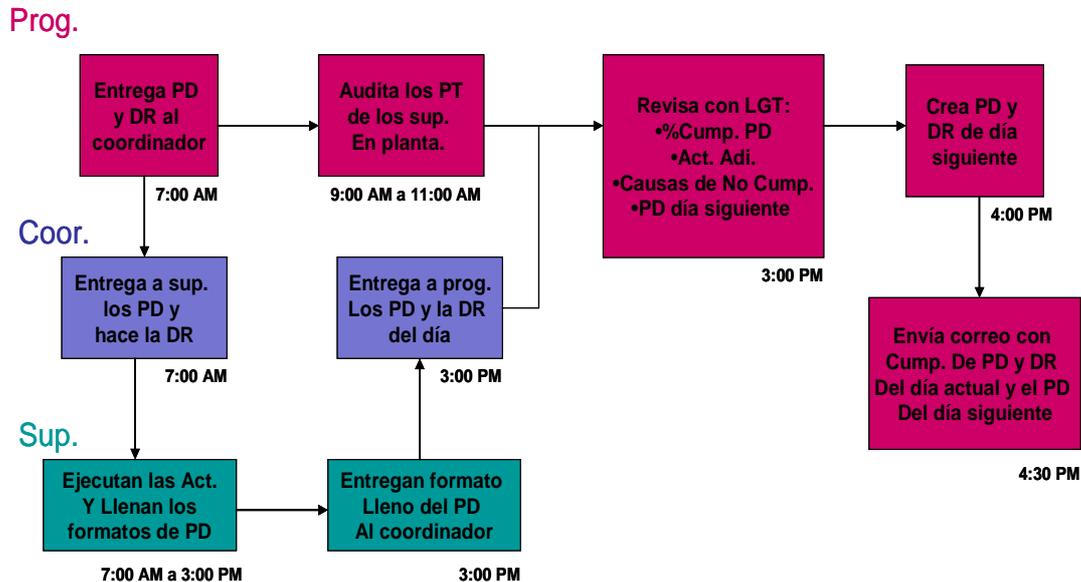


Figura 4. Flujograma de proceso para el seguimiento del programa semanal

El seguimiento del programa semanal se hace mediante el programa diario. Este programa se crea vaciando en un formato Excel las actividades que estaban programadas para el día según lo establecido en el programa semanal. Dicho programa es entregado a primera hora al coordinador de la empresa contratista (en el caso de Planta de Pellas, Univemca) en conjunto con la distribución del recurso del día.

El programador audita los permisos de trabajos abiertos durante la jornada, para tener un listado de las actividades que fueron ejecutadas y actualizar el programa diario.

El coordinador hace llegar el programa a cada uno de los supervisores quienes después de ejecutar las actividades llenan el formato indicando: porcentaje de las actividades programadas ejecutadas, actividades adicionales al programa, tipo de adicional, causas de no cumplimiento del programa, Numero de trabajadores a su cargo por



especialidad (mecánicos, soldadores, electricistas o instrumentistas). El coordinador realiza la distribución del recurso, en base a lo proporcionado por el analista de programación y control, y vacía los números en el formato de modo tal que se obtiene el recurso programado versus el recurso real del día.

Al terminar la faena, el coordinador de la empresa contratista recoge todos los programas diarios llenos y se los hace llegar al analista de programación y control, este discute con los Líderes de los grupos técnico la información proporcionada y acuerdan en base al programa semanal cuales actividades serán programadas para el día siguiente, cuales saldrán reprogramadas y los recursos necesarios. Con esta información el Analista de programación y control crea el programa diario y la distribución del recurso para el día siguiente.

Este proceso se lleva a cabo a diario y día a día se envía la información por correo interno, sobre cuál fue el cumplimiento del programa diario y la distribución del recurso del día y cuál será el programa diario para el día siguiente. Los días lunes se elabora y envía el informe de gestión semanal en donde se reporta el cumplimiento del programa semanal.

#### **4.2.1.3.- Descripción Breve de los formatos empleados en la programación del mantenimiento:**

**Programa semanal:** Se realiza en Microsoft Project, muestra por área las actividades y sus subtareas, los tiempos, recursos asignados y el porcentaje de cumplimiento de cada una, en formato de diagrama de Gantt.



**Distribución de recursos:** Se realiza en Formato Microsoft Excel, muestra los números tabulados por área y especialidad (mecánicos, electricistas, soldadores, instrumentistas y supervisores) de la mano de obra programada versus la mano de obra real del día a día.

**Programa diario:** Se realiza en formato Excel, muestra tabulado por área las actividades de mantenimiento que se programaron para el día, con el supervisor asignado para cada área y la distribución del recurso. Este formato es llenado por los supervisores, colocan el porcentaje de cumplimiento de cada actividad y causas de no cumplimiento (estas causas se encuentran tabuladas en el formato) y en el reverso llenan, de ser necesario, las actividades adicionales al programa que fueron realizadas, tipo de adicional (Emergencia, oportunidad o condición insegura) Horas- Hombre empleadas y recursos empleados. También posee una parte para las observaciones de los supervisores.

**Informe de gestión semanal:** Se realiza en formato Microsoft PowerPoint, muestra la gestión del mantenimiento programada de la semana de manera cuantitativa con datos duros y a través de gráficas.

#### **4.2.1.4.- Descripción Breve de los Indicadores de gestión actuales:**

**Cumplimiento de programa:** Numero de Actividades Programadas, Ejecutadas, Adicionales, En proceso, No ejecutadas. Porcentaje de cumplimiento por área y porcentaje general de cumplimiento del programa.

**Actividades Adicionales:** Número de Actividades Adicionales Totales, Por área y Por día.



**Causas de desvío:** Estas causas están estandarizadas de acuerdo al historial y se encuentran tabuladas de la siguiente manera:

*Tabla 3. Causas de desvío de la programación*

<b>Causas de No Ejecución (Corresponde a la ejecución del Programa)</b>	
1	Prob. Herramientas
2	Falta de Recursos
3	Desvío del recurso
4	Prob. De Repuestos
5	Cambio de alcance
6	Falta de Conocimiento
7	Operaciones No entregó el equipo
8	Calidad de trabajo
9	Falta de Eq. Móvil/Grúa
10	Prob. De Seguridad e Higiene
11	Falla de equipo
12	Suspendida por Usuario
13	Equipo Accidentado
14	Paro Sindical (fuerza mayor)
15	Falta de andamios
16	Protocolo de Permiso de Trabajo
17	Falta de tiempo
18	Inicio tardío de la actividad
19	Incumplimiento del Proveedor
20	Parada de planta

**Justificación de los desvíos:** Explica que actividades o situaciones especiales se presentaron que originan las causas de los desvíos.

**Detalle Horas-Hombre:** Muestra la cantidad de Horas Hombre certificadas durante la semana por especialidad y por área, del grupo fijo y del grupo REX.

#### 4.2.1.5.- Diagnóstico de la situación actual.

El análisis empleado para la evaluación de la gestión actual de la Programación de Mantenimiento, fue realizado mediante un cotejo entre la teoría investigada en cuanto a la planificación y programación de mantenimiento y la realidad de la planta. De esta manera se ve a continuación las tablas de comparación con la revisión bibliográfica que se elaboró sobre la situación actual de la programación de mantenimiento, específicamente en planta de Pellas SIDOR, elaborada punto por punto, según la teoría de la gestión de la planificación y programación del mantenimiento.

##### 4.2.1.5.1.- Aplicación de los principios de la Planificación del Mantenimiento

Tabla 4. Aplicación de los principios de la Planificación del Mantenimiento

Principios	Diagnostico
<b>Planificación centrada en la Producción</b>	Este principio es aplicado en Planta de pellas, ya que los trabajos son realizados para limitar, evitar y corregir fallas en función de seguir la producción.
<b>Planificación Centrada en los Procesos</b>	El mantenimiento programado en Planta de Pellas sigue un proceso preestablecido y planificado, de acuerdo con los manuales de mantenimiento de la empresa.
<b>Mejoramiento Continúo</b>	Este principio se aplica constantemente, ya que la programación elaborada en la planta ayuda a mejorar y evaluar la ejecución del mantenimiento y la producción en la empresa

#### 4.2.1.5.2.- Aplicación de los Principios de Programación de Mantenimiento:

*Tabla 5. Aplicación de los principios de la Programación del Mantenimiento*

Principios	Diagnostico
<p><b>1. Equilibrio entre las necesidades y la capacidad de satisfacerlas</b></p>	<p>Los programas de mantenimiento rutinario de la planta de pellas son generalmente equilibrados y bien ajustados a la realidad del área, sin embargo por ser una planta tan dinámica, surgen muchos detalles a lo largo de la semana que inducen a la ejecución de actividades adicionales que no fueron contempladas en el programa de mantenimiento original.</p> <p>Pero esta situación no siempre afecta negativamente el porcentaje de cumplimiento del programa, la relación entre actividades programadas y actividades adicionales es uno de los indicadores que se llevan actualmente.</p>
<p><b>2. Revisión y provisión para cambios en el programa</b></p>	<p>La revisión de los programas es casi nula en planta de pellas, a pesar de que el analista de programación y control envía por correo, a más tardar los días viernes en la mañana la programación de la semana siguiente, estos correos muy pocas veces son respondidos. La gran mayoría de las veces el programa no posee errores que ameriten cambios, pero cuando esto sucede, estos errores se ven durante la ejecución del programa y es cuando se presentan los problemas y las bajas en el</p>

	<p>porcentaje de cumplimiento del programa.</p> <p>Generalmente una vez publicado el programa de mantenimiento de la semana, no se le hacen cambios al mismo. Las causas de los desvíos del programa luego son justificados en el informe final.</p>
<p><b>3. Provisión de emergencias</b></p>	<p>Generalmente no se prevén las necesidades de emergencia que surgen durante los mantenimientos, la consecuencia de ellos se ve reflejado en los desvíos del programa de mantenimiento semanal, sin embargo siempre se trata de cubrir al máximo el programa de actividades de mantenimiento estipulado para el día, al tiempo en que se respondan de manera oportuna a las necesidades de emergencia.</p>
<p><b>4. Provisión de Tiempos flotantes</b></p>	<p>En este caso las OT incluyen generalmente en su tiempo total de duración, los plazos de tiempo en espera por abrir permiso de trabajos, buscar las herramientas, y demás trámites intrínsecos a la actividad específica. Así que por este lado en su mayoría se tienen tiempos de ejecución reales que incluyen la provisión de estos tiempos flotantes.</p> <p>No obstante, esta situación no es igual para todas las áreas, hay más organización en unos sectores que en otros, por lo que en algunos casos sucede lo contrario en donde las actividades sobrepasan el tiempo definido para la ejecución precisamente por la falta de provisión de tiempos flotantes.</p>

<p><b>5. Registros Prácticos</b></p>	<p>Los únicos registros son llevados por los programadores, no hay tableros ni otros mecanismos electrónicos. Se realiza el seguimiento del programa en Project y se pasan los avances por correo a todos los involucrados.</p>
<p><b>6. Coordinación de materiales, personal, herramientas, equipo y producción</b></p>	<p>En la planta se cuenta con la información oportuna de la situación de personal, herramientas y equipo. El programador realiza mensualmente auditorias de herramientas y equipo. La información sobre la producción y condiciones de los equipos se revisa en la reunión diaria de Operaciones- Mantenimiento. Se debe reforzar la información de la acumulación de órdenes de trabajo pendientes por realizar y la información sobre el stock de materiales necesarios para ejecutar las actividades de mantenimiento.</p>
<p><b>7. Consideración de costos y tiempos de entrega</b></p>	<p>La experiencia y conocimientos del programador es la suficiente como para tomar decisiones adecuadas y sensatas que resultan en planes de acción económicos, en especial ante situaciones de emergencia. Con criterio suficiente para disponer correctamente de la combinación adecuada de recursos, equipos, material, máquinas y tiempo.</p>



#### **4.2.2.- Paso 2. Definición de misión, visión, objetivos e identificación de la unidad de estudio.**

Para el diseño de indicadores, es vital precisar el alcance o área motivo de evaluación, señalando la actividad medular, unidades de análisis y lapso de tiempo seleccionado para practicar la evaluación.

##### **4.2.2.1.- Definición del objeto de estudio**

**Unidad Objeto de estudio:** Estudio de la gestión del departamento de Programación de Mantenimiento de Planta de Pellas SIDOR.

**Misión:** Mejorar la gestión de los recursos a través del diseño de planes de acción para coordinar y realizar actividades de mantenimiento efectivas, que cumplan con las expectativas de producción de la empresa.

**Visión:** Trabajar bajo planes eficientes que satisfagan las necesidades de la planta de manera oportuna y eficaz, implementando las mejores técnicas administrativas, que se refleje en el nivel de producción, minimizando los costos de mantenimiento y tomando en cuenta a la vez los factores de seguridad, ambiente e higiene.

##### **Principales Objetivos:**

1. Coordinar la ejecución de las actividades de mantenimiento en función al tiempo programado para ello.
2. Coordinar todos los requerimientos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento, de modo que no haya interrupciones entre actividades.
3. Minimizar los costos de mantenimiento mediante un eficaz programa de mantenimiento.

4. Diseñar un plan de acción que garantice la ejecución estructurada de las actividades de mantenimiento.
5. Elaborar programas de mantenimiento ajustables a la realidad de las plantas
6. Controlar las actividades de mantenimiento haciéndole seguimiento a las mismas.
7. Colaborar con los grupos técnicos y el ente ejecutor para facilitar los procesos que involucren la ejecución de las actividades de mantenimiento programadas.

#### 4.2.2.2.- Identificación Clientes-Proveedores

*Tabla 6. Identificación Clientes-Proveedores*

<b>Clientes</b>	
<b>Denominación</b>	Todos los Grupos Técnicos de las tres áreas de Planta de Pellas.
<b>Servicios que demanda</b>	Asignación de recursos y requerimientos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento.
<b>Proveedores</b>	
<b>Denominación</b>	Empresas contratistas
<b>Servicios que ofrece</b>	Mano de Obra especializada para la ejecución de las actividades de mantenimiento. Mecánica, Eléctrica, Instrumentación, Equipos móviles, Topografía, Construcción de andamios. Lubricación. Soldadura especial.

#### 4.2.2.3.-Identificación del proceso medular

Tabla 7. Identificación del proceso medular

Parámetros a Evaluar		
<b>Insumos principales</b>	Requerimientos (OT) y Recursos (Mano de obra, Andamios)	
<b>Producto/Servicios</b>	Programa de mantenimiento con distribución de recursos asignada.	
<b>Proceso productivo de la unidad de estudio</b>	Insumos	Calidad de ejecución
	Proceso	Efectividad de la programación
	Producto	Nivel de operación de los equipos
	Actividades medulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener requerimientos</li> <li>• Administrar los recursos</li> <li>• Programar las actividades</li> <li>• Seguimiento del programa</li> <li>• Elaboración de informe</li> </ul>

#### 4.2.3.- Paso 3. Selección y definición de las variables que se deben monitorear para el logro de los objetivos y criterios con los que se evaluarán

Partiendo con la base de los métodos existentes, se inicia la selección de las variables que influyen directa o indirectamente en la gestión de Programación de Mantenimiento. Seguidamente se realiza la jerarquización de las variables, para indicar la prioridad con que se debe analizar cada una de ellas.

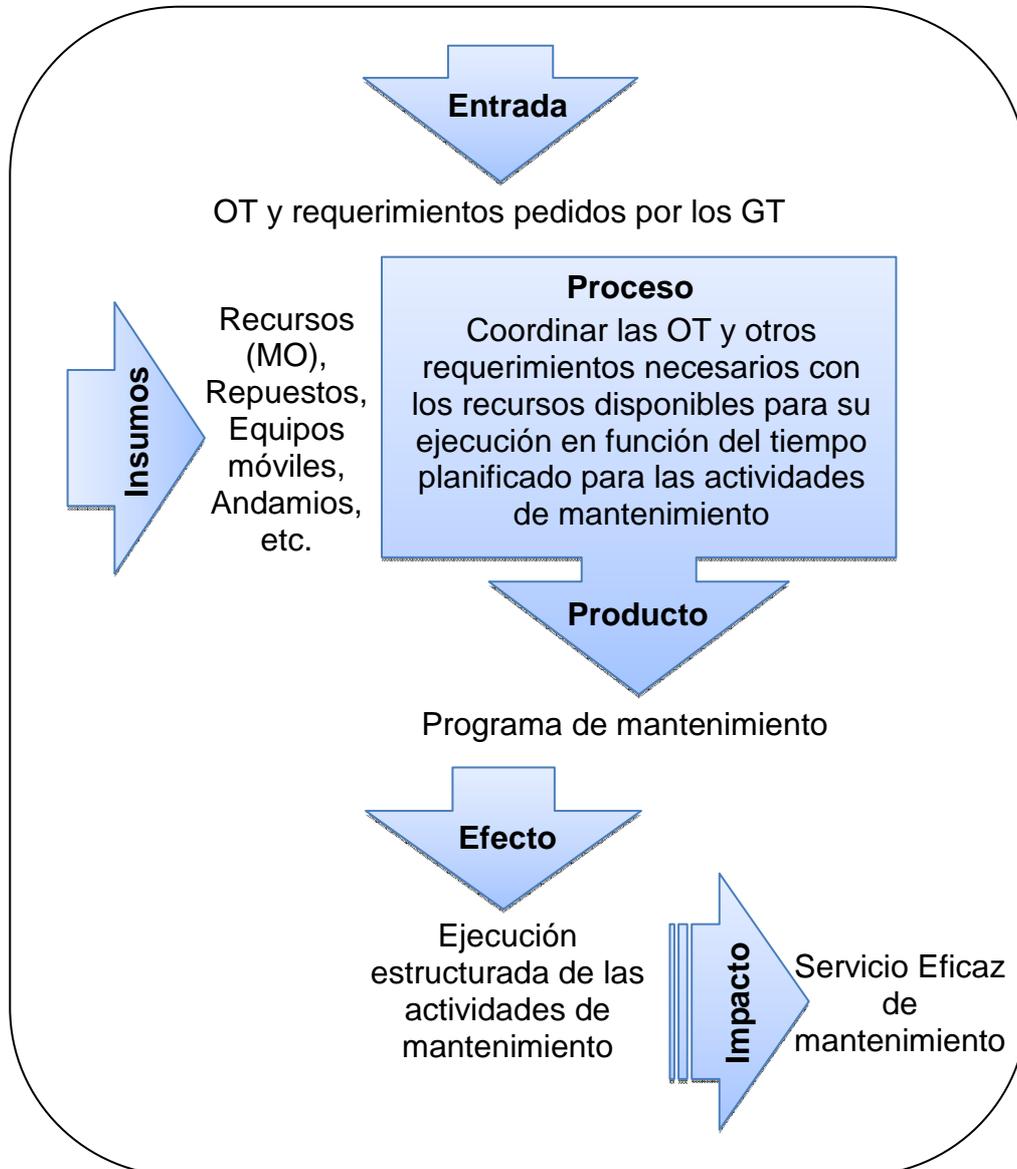


Esta selección se hace tomando en cuenta los requerimientos de la programación de mantenimiento en general, según lo establecido en la teoría de mantenimiento, de modo tal que la metodología quede establecida de una manera genérica, para poder ser aplicada en diferentes gerencias, unificando los criterios de evaluación de la gestión de programación.

#### **4.2.3.1.- Selección y descripción de variables**

Para la selección de las variables, en primer lugar se elaboró diagrama “Caja Negra” de modo de identificar los principales elementos del proceso de la programación del mantenimiento. Una vez definidos cada uno de ellos se procedió a formular las diversas variables que influyen durante todo el proceso, que una vez definidas servirán como base para determinar cuáles indicadores se deben manejar para su control.

**Diagrama “Caja Negra” de Programación de Mantenimiento.**



*Figura 5. Diagrama “Caja Negra” de Programación de Mantenimiento*

Como resultado del análisis del diagrama anterior se obtiene un listado de variables discriminadas por cada uno de los elementos del modelo “caja negra”, para generar las variables que mejor describen la unidad de análisis, el resultado de esto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Variables Discriminadas Del Análisis De Caja Negra

Caja Negra	Prog. Matto.	Variables
<b>Entrada</b>	OT y requerimientos pedidos por los GT	Nivel de información
<b>Insumo</b>	Recursos (MO), Repuestos, Equipos móviles, Andamios, etc.	Disponibilidad y coordinación de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipos
<b>Proceso</b>	Coordinar las OT y otros requerimientos necesarios con los recursos disponibles para su ejecución en función del tiempo planificado para las actividades de mantenimiento.	Planificación previa a la programación.
		Coordinación entre Operaciones y Mantenimiento.
		Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades.
<b>Producto</b>	Programa de mantenimiento	Cantidad de órdenes a tratar (nuevas y pendientes)
<b>Efecto</b>	Ejecución estructurada de las actividades de mantenimiento.	Nivel de cumplimiento del programa y desvió de la planificación.
<b>Impacto</b>	Servicio Eficaz de mantenimiento	Desempeño de la mano de obra.

Después de obtener las variables se procedió con la definición y descripción de las variables, detallando los elementos que las conforman, de modo de conocer conceptualmente las variables diseñadas.

### **1. Nivel de Información:**

Esta variable se refiere sobre la disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas a la gestión de la programación del mantenimiento. De esta forma, se persigue verificar la disponibilidad de toda información técnica, planes de mantenimiento, materiales, repuestos, modos de fallos y sus causas, personal que ha intervenido los equipos y en general toda la información requerida para gestionar el mantenimiento, así como también para el uso de otras áreas, como los talleres, almacén, equipos móviles, entre otros.

Es muy importante para la programación oportuna de las actividades de mantenimiento que los canales de comunicación sean efectivos y los procedimientos a realizar para hacer llegar la información estén claramente definidos.

### **2. Disponibilidad y coordinación de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipos:**

La variación de los requerimientos para la ejecución de los programas puede causar muchos desvíos en la programación, esta variable es independiente a la gestión de la programación de mantenimiento por lo tanto, se pueden ejercer mecanismos para su medición, mas no para su control, puesto que dependen directamente de la gestión de otros departamentos, que son los que ofrecen la disponibilidad de dichos recursos, para que el departamento de planificación y control de mantenimiento haga la distribución de los mismos.



### **3. Planificación previa a la programación:**

Esta variable implica todo el proceso de planificación, tanto a nivel de los grupos técnicos, como de la planificación estratégica. Se debe evaluar cómo es la planificación de las actividades de mantenimiento que se desean ejecutar, si son acorde al tiempo establecido para realizar las reparaciones, considerando los repuestos y otros requerimientos necesarios para su ejecución. De modo tal que se planifiquen actividades de acorde a las necesidades de la planta, pero considerando la situación real de planta, y planificar una lista de actividades que realmente sean ejecutables.

### **4. Coordinación entre Operaciones y Mantenimiento:**

En esta variable influye mucho los compromisos con el plan de producción, de modo que debe existir una coordinación continua entre Operaciones y Mantenimiento para poder realizar las reparaciones necesarias durante los momentos de parada. Operaciones debe dejar las condiciones de línea necesarias para que se efectúen de forma efectiva y oportuna los trabajos. También para el momento de firmas de permisos de trabajos, bloqueos de equipos y pruebas.

### **5. Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades:**

Esta variable involucra directamente al programador encargado y su capacidad de elaborar planes de acción reales, que se adapten a las necesidades de la planta. Esto implica una evaluación a los programas de mantenimiento emitidos. No se deben de programar actividades que se conocen de ante mano que no pueden ser ejecutadas, para ello se debe de llevar una cartera de actividades pendientes y las causas de la no ejecución.



Del mismo modo se debe analizar cómo es la gestión de los recursos, en especial durante las eventualidades que no se consideraron durante la elaboración del programa y cómo manejar estas situaciones. Evaluando la cantidad de adicionales por emergencia y como fue el proceso de resolución de las mismas.

#### **6. Cantidad de Ordenes a tratar:**

Esta variable está íntimamente relacionada con la variable de Planificación previa a la programación, puesto a que depende de ella. Si la planificación previa no se efectuó adecuadamente, el listado de órdenes en espera va a superar la capacidad del programador para poder tratarlas, por la falta de recursos disponibles. Pero como las necesidades de las plantas son tan constantes, el programador debe de hacer filtro con respecto a los grados de urgencia de las órdenes a tratar para programar las actividades de mantenimiento más urgentes primero y dejar en espera las menos urgentes.

#### **7. Nivel de Cumplimiento del Programa y desvío de la planificación:**

Esta variable es la variable dependiente a todas las otras variables contempladas, por lo tanto para el control de esta variable se ha de monitorear constantemente con todas las otras.

#### **8. Desempeño de la mano de obra:**

La calidad de los trabajos es una variable muy importante para considerar, tanto para evitar retrabajos, como para realizar actividades de forma eficaz y oportuna. Se debe de seguir el desempeño del personal ejecutor y evaluar como este afecta de manera positiva o negativa el cumplimiento del programa de mantenimiento.



#### **4.2.4.- Paso 4. Jerarquización de las variables y estudio de las mismas.**

Para iniciar con el proceso de ponderación de las variables, en primer lugar se deben de definir los criterios de evaluación y diagnosticar el peso de ellos para la evaluación final. Luego se procede con el análisis de cada variable en relación a los criterios.

Para el procedimiento de jerarquización se emplea el Modelo Analítico Jerárquico (AHP) que consiste en la elaboración de matrices de comparaciones binarias para la ponderación de los criterios y la evaluación final de las variables, obteniendo finalmente una matriz de prioridades.

##### **4.2.4.1.- Definición de criterios:**

Los criterios son las dimensiones relevantes o factores que afectan significativamente al cumplimiento de los objetivos, y expresan las preferencias de los decisores, incluyendo aspectos tanto cualitativos como cuantitativos.

El análisis de criticidad elaborado en el departamento de Programación de Mantenimiento, considera los siguientes criterios de evaluación:

1. Costos
2. Producción
3. Rendimiento
4. Efectividad



Los dos primeros criterios, son los que denominaremos áreas de impacto y se refieren a las consecuencias o impactos se ejercen sobre determinados aspectos fundamentales. Mientras los dos últimos corresponden con características o descripciones propias de las variables, que ponderan o minoran el impacto.

Una vez establecidos los criterios en base a los cuales se va a realizar la evaluación de la criticidad de los equipos, a continuación se procede a determinar el peso de cada criterio en la evaluación final, es decir la importancia relativa que se le otorgan al conjunto global de criterios. El proceso de evaluación consta de las siguientes etapas:

### 1. Comparar los criterios por parejas

La valoración de los juicios se realiza mediante comparación binaria (por pares) entre los criterios. En cada comparación se prioriza la importancia de un criterio frente a otro, asignando un valor de acuerdo con la siguiente escala:

Tabla 9. Escala de Saaty

Escala de Saaty	
Valor	Comentario
9	A es extremadamente más importante que B
7	A es mucho más importante que B
5	A es más importante que B
3	A es levemente más importante que B
1	A y B tienen la misma importancia
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios

En el siguiente cuadro se muestra la valoración realizada de los criterios de comparación.

Tabla 10. Valoración de los criterios de comparación

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Costos															X			Producción
Costos													X					Rendimiento
Costos													X					Efectividad
Producción			X															Rendimiento
Producción				X														Efectividad
Rendimiento											X							Efectividad

Es importante destacar que para asignar los valores a cada comparación por parejas, se debe tener en cuenta las valoraciones en su conjunto, de lo contrario el juicio no será coherente o consistente.

## 2. Construir la matriz de comparación

Completadas las comparaciones, se trasladan los valores asignados a la matriz de comparación, de acuerdo con las siguientes normas. Los elementos de la diagonal principal tienen todos valores de uno, ya que se compara el criterio con sí mismo. Los elementos del triángulo inferior son los inversos del triángulo superior, ya que corresponde a comparaciones recíprocas. Por esta razón es suficiente las comparaciones por pares correspondientes al triángulo superior. Así la matriz de comparación se estableció de la siguiente manera:

Tabla 11. Matriz De Comparación

	C	P	R	E
Costos	1	1/7	1/5	1/7
Producción	7	1	7	5
Rendimiento	5	1/7	1	3
Efectividad	7	1/5	1/3	1
Suma	20	1,49	8,53	9,14

## 3. Normalizar la matriz de comparación

A continuación normalizamos la matriz de comparación. La normalización se hizo dividiendo cada elemento de la matriz entre el

sumatorio de la columna a la que pertenece. Quedando de la siguiente manera:

*Tabla 12. Matriz De Comparación Normalizada*

	C	P	R	E
Costos	0,05	0,10	0,02	0,02
Producción	0,35	0,67	0,82	0,55
Rendimiento	0,25	0,10	0,12	0,33
Efectividad	0,35	0,13	0,04	0,11
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00

#### 4. Hallar el vector de prioridades o pesos:

Los pesos o vector de prioridades se obtienen calculando la media de cada fila de la matriz normalizada, Estos dictaran el valor de cada criterio de comparación.

*Tabla 13. Matriz Normalizada Con Vector De Pesos*

	C	P	R	E	Pesos
Costos	0,05	0,10	0,02	0,02	0,0475
Producción	0,35	0,67	0,82	0,55	0,6675
Rendimiento	0,25	0,10	0,12	0,33	0,2675
Efectividad	0,35	0,13	0,04	0,11	0,1575
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0000

#### 5. Obtener el valor de consistencia de los valores.

Para continuar con la jerarquización de las variables, primero se debe proceder a evaluar la consistencia de los juicios emitidos de las comparaciones por pares realizadas. Esto se hace calculando la razón de inconsistencia, que al ser menor de 0,10 resulta ser aceptable.

En primer lugar se debe obtener el vector de sumas ponderadas, multiplicando la matriz de comparación por el vector de prioridades o pesos.

Luego se calculan los valores del vector “Y” dividiendo los elementos del vector de sumas ponderadas entre el valor de prioridades correspondiente. Al promedio de los valores de “Y” se denomina Ymax, que se aproxima al valor propio de la matriz de comparación.

Tabla 14. Matriz Normalizada Con vector Ymáx

	C	P	R	E	Pesos	Sumas Pond	Y
Costos	0,05	0,10	0,02	0,02	0,0475	0,2189	4,6075
Producción	0,35	0,67	0,82	0,55	0,6675	3,6600	5,4831
Rendimiento	0,25	0,10	0,12	0,33	0,2675	1,0729	4,0107
Efectividad	0,35	0,13	0,04	0,11	0,1575	0,7127	4,5249
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0000		4,6566

Luego se procede a calcular el índice de consistencia:

$CI = |(Y_{max} - n) / (n - 1)|$ ; donde n es el rango de la matriz de comparación, en este caso  $n = 4$ ,  $Y_{max} = 4,6566$

$$CI = |4,6566 - 4| / (4 - 1)|$$

$$CI = |0,6466 / 3|$$

$$CI = 0,218866$$

Finalmente la Razón de Inconsistencia:

$RC = CI / IC_{random}$ ; donde IC random es el Índice de inconsistencia aleatorio que viene indicado en la siguiente tabla según el valor de n.

Tabla 15. Razón de Inconsistencia

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IC random	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49

RC = 0,218866 / 0,89

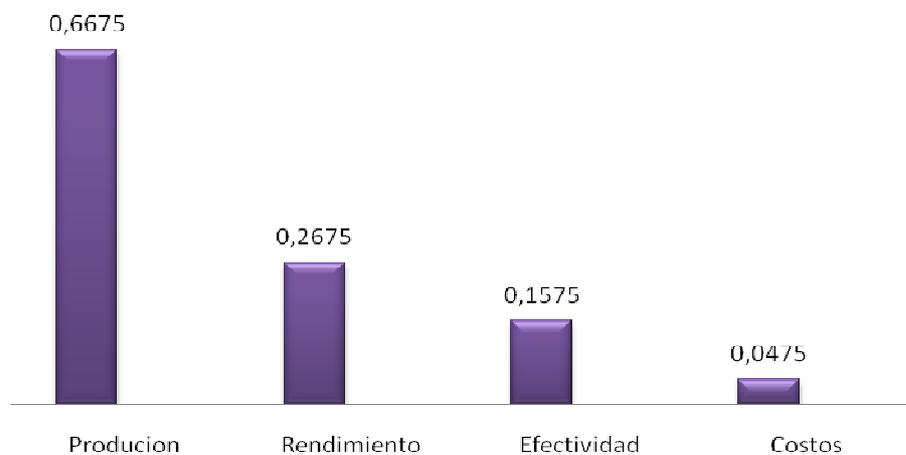
RC = 0,0989; La razón de inconsistencia resulta aceptable ya que es menor al 10%

La siguiente tabla indica la priorización obtenida en cuanto al peso o importancia relativa de los criterios en el análisis global.

*Tabla 16. Pesos De Los Criterios*

Criterios	Pesos
Producción	0,6675
Rendimiento	0,2675
Efectividad	0,1575
Costos	0,0475

La siguiente grafica muestra los pesos obtenidos de cada criterio:



*Figura 6. Pesos De Los Criterios*

#### **4.2.4.2.- Análisis de las variables**

Una vez obtenidos los pesos de cada criterio y comprobada la consistencia de la matriz de comparación, se procede a asignar puntuación a las variables según una escala de valoración preestablecida,



considerando su relevancia con respecto a cada criterio. Para ello se establecen las siguientes preguntas guías para estudiar cada variable:

1. ¿Qué tan relevante es la variable... en la Producción?, ¿Puede parar la producción la variable?
2. ¿Qué tan relevante es la variable... en el rendimiento o calidad de la mano de obra?
3. ¿Qué tan relevante es la variable... en la efectividad de las actividades de mantenimiento?, ¿Puede impedir el cumplimiento de estas?
4. ¿Qué tan relevante es la variable... en los costos de mantenimiento?

Las respuestas a estas preguntas están tabuladas en el siguiente cuadro, en donde se le otorga una ponderación acorde a la relevancia:

*Tabla 17. Ponderación De Relevancia de Saaty*

Relevancia	Descripción	Ponderación
Muy Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está determinado principalmente por la condición de la variable.	3
Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está determinada por la condición de la variable o viceversa, pero hay otros factores de peso que también influyen.	2
Poco Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio está influenciada por la condición de la variable o viceversa, pero existen otros factores de mayor peso.	1

No es Relevante	Cuando la materialización de los hechos expresados en el criterio no está determinada por la condición de la variable ni viceversa.	0
-----------------	---	---

Para realizar la valoración de las variables se representaron en la tabla 18 los criterios, utilizando la siguiente nomenclatura para ellos:

- A. Nivel de Información
- B. Disponibilidad y coordinación de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipos
- C. Planificación previa a la programación
- D. Coordinación entre Operaciones y Mantenimiento
- E. Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades
- F. Cantidad de órdenes a tratar.
- G. Nivel de cumplimiento del programa y desvío de la planificación.
- H. Desempeño de la mano de obra.

*Tabla 18. Ponderación De Las Variables*

Criterios	Variables							
	A	B	C	D	E	F	G	H
P	1	3	2	1	2	0	2	2
R	1	0	1	3	0	2	2	3
E	1	3	3	3	3	3	3	2
C	0	1	2	3	1	1	1	2

La puntuación de cada variable en función de los criterios de ponderación, se multiplica por el peso de cada criterio, lo que resulta en una valoración individual de cada variable, a partir de la cual, quedan determinados las posiciones definitivas del conjunto de variables ya jerarquizadas.

Tabla 19. Valoración Individual de Cada Variable

		Variables							
C	P	A	B	C	D	E	F	G	H
P	0,6675	0,6675	2,0025	1,335	0,6675	1,335	0,668	1,335	1,335
R	0,2675	0,2675	0	0,268	0,8025	0	0,535	0,535	0,803
E	0,1575	0,1575	0,4725	0,473	0,4725	0,473	0,473	0,473	0,315
C	0,0475	0	0,0475	0,095	0,1425	0,048	0,048	0,0475	0,095
<b>Suma</b>		1,0925	2,5225	2,17	2,085	1,855	1,724	2,818	2,548

A continuación se muestra el listado de variables ordenadas según la jerarquía final, con indicación del puntaje obtenido como resultado del proceso de jerarquización de variables.

Tabla 20. Tabla De Jerarquización De Las Variables

N°	Variables	Puntuación
1	Nivel de cumplimiento del programa y desvío de la planificación.	2,818
1	Desempeño de la mano de obra	2,548
2	Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades	2,5225
3	Planificación previa a la programación	2,17
4	Disponibilidad de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipo	2,085
5	Coordinación entre operaciones y mantenimiento	1,855
6	Cantidad de órdenes a tratar	1,724
7	Nivel de información	1,0925

De acuerdo a esta jerarquía se ha de evaluar cada uno de los aspectos relevantes de cada variable y analizar que indicadores de gestión se pueden formular, tomando en cuenta la información que se maneja y las medidas de control que se deben implementar para el seguimiento de la programación de mantenimiento.



#### 4.2.5.- Paso 5. Definición del sistema de indicadores a emplear para el control de las variables.

En el siguiente cuadro se expone un listado de los posibles indicadores para el control de las variables jerarquizadas. Para la definición del sistema de indicadores de gestión, serán seleccionados aquellos que proporcionen información relevante que justifique el esfuerzo necesario para su obtención.

*Tabla 21. Posibles Indicadores Para El Control De Las Variables Jerarquizadas*

Variables	Indicadores
Nivel de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de OT recibidas</li> </ul>
Disponibilidad y coordinación de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentismo</li> <li>Número de recursos necesarios vs recursos disponibles.</li> </ul>
Planificación previa a la programación. Coordinación entre Operaciones y Mantenimiento Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de OT recibidas vs. Número de OT programadas.</li> <li>Causas de no programación</li> </ul>
Cantidad de órdenes a tratar (nuevas y pendientes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Backlog</li> </ul>
Nivel de cumplimiento del programa y desvió de la planificación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de Efectividad / % Cumplimiento de Programa.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de rechazo.</li> <li>• Desviación de la planificación.</li> <li>• Interferencia de actividades.</li> <li>• Número de actividades adicionales.</li> <li>• Causas de las actividades adicionales.</li> <li>• Relación Adicional vs. Programado</li> <li>• Índice de Adicionales por tipo</li> </ul>
Desempeño de la mano de obra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de sobretiempo</li> <li>• Cuadro resumen de HH.</li> </ul>

La variable de Nivel de Información fue descartada por representar el último nivel en la jerarquía de variables, y su indicador no aporta información relevante para el departamento de programación de mantenimiento rutinario.

Bajo este esquema se clasificaron los indicadores propuestos en dos tipos; el primer grupo son indicadores de efectividad y el segundo tipo son indicadores de rendimiento. Ya que estos criterios son los que corresponden con las características y descripciones propias de las variables. Además, son los criterios de los cuales se posee la información necesaria para ser cuantificable, dentro del departamento de programación de mantenimiento

Luego de realizar el proceso de formulación, se presenta el sistema de indicadores producto de la información resultante del análisis previo de las variables.



### **Indicadores de Efectividad**

Mide si las acciones de la programación del mantenimiento son efectivas en cuanto a los procedimientos y métodos empleados para la planificación y programación de los mantenimientos rutinarios. Además, permiten medir la calidad del trabajo del programador y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento, para evaluar la efectividad de los mismos.

1. OT recibidas vs. OT programadas.
2. Backlog
3. Causas de no programación.
4. Índice de Efectividad / % Cumplimiento de Programa
5. Desviación de la planificación
6. Interferencia de actividades
7. Relación Adicional vs. Programado
8. Causas de adicionales
9. Índice de Adicionales por tipo
10. Índice de rechazo

### **Indicadores de Rendimiento**

Está orientado al recurso humano de mantenimiento. En forma general permite reflejar si la mano de obra es adecuada para la gestión de la programación del mantenimiento.

1. Recursos solicitados vs. recursos disponibles.
2. Cuadro resumen de HH
3. Presentismo
4. Índice de sobretiempo



#### 4.2.5.1.- Cálculo de los parámetros de evaluación de los indicadores:

El parámetro de evaluación de los indicadores, además de establecer una denominación, debe ser especificado de forma que no pueda generar malas interpretaciones. La especificación de los indicadores debe de ser representativos del concepto que se desea conocer, para esto se debe aplicar un estudio de la situación real de los indicadores para establecer parámetros de evaluación con base en la condición específica de la planta.

Para establecer los rangos de aceptación de los indicadores se trabaja con el histórico de la planta de Pellas, en este caso se trabajó con los resultados del año 2010 hasta la semana 45, tomando en cuenta únicamente las semanas en donde las condiciones de planta eran normales, sin incluir paradas RP o paros de las empresas contratistas. La data que se tomó fue los resultados de cada semana sobre:

- **% Cump:** Porcentaje de cumplimiento del programa (Efectividad).
- **OT prog:** Número de órdenes de trabajo programadas para esa semana.
- **OT ejec:** Número de órdenes de trabajo programadas que se ejecutaron.
- **OT NE:** Número de órdenes de trabajo programadas que no fueron ejecutadas
- **% dsv:** Porcentaje de desviación entre el número de ordenes programadas y el número de no ejecutadas.
- **OT EP:** Numero de órdenes de trabajo que quedaron en proceso.
- **OT RE:** Número de órdenes de trabajo que fueron programadas pero no fueron ejecutadas por decisión del grupo técnico. (rechazadas para reprogramarlas)

- **%RE:** Porcentaje de órdenes que fueron rechazadas.
- **# adic:** Número de actividades ejecutadas adicionales al programa de mantenimiento (sin orden de trabajo)
- **%AvP:** Relación entre el número de actividades adicionales con el número de órdenes de trabajo programadas

En total se trabajó con 28 semanas que son las siguientes:

*Tabla 22. Datos De La Gestión De Mantenimiento Rutinario*

Sem	% Cump	OT prog	OT Ejec	OT NE	%dsv	OT EP	OT Re	%R e	# adic	%AvsP
5	77,00	152,00	94,00	58,00	38,16	0			116,00	76,32
6	61,00	115,00	61,00	54,00	46,96	0			73,00	63,48
7	42,00	109,00	42,00	67,00	61,47	0			66,00	60,55
8	30,00	109,00	50,00	59,00	54,13	0			66,00	60,55
9	28,00	125,00	42,00	83,00	66,40	0			83,00	66,40
10	41,00	114,00	46,00	62,00	54,39	6			61,00	53,51
11	52,00	105,00	53,00	49,00	46,67	3			61,00	58,10
12	PARADA DE PLANTA									
13	49,00	133,00	68,00	63,00	47,37	2			21,00	15,79
14	54,00	196,00	106,00	89,00	45,41	1			68,00	34,69
15	45,00	181,00	69,00	112,00	61,88	0			34,00	18,78
16	62,00	159,00	95,00	63,00	39,62	1			34,00	21,38
17	69,00	205,00	134,00	65,00	31,71	6			63,00	30,73
18	PARO DE EMPRESAS CONTRATISTAS									
19	75,00	233,00	175,00	48,00	20,60	10			60,00	25,75
20	PARADA DE PLANTA									
21	PARADA DE PLANTA									
22	80,00	178,00	127,00	47,00	26,40	4			53,00	29,78
23	74,00	177,00	119,00	55,00	31,07	3			98,00	55,37
24	74,00	124,00	94,00	26,00	20,97	4			40,00	32,26
25	82,00	133,00	106,00	25,00	18,80	2			45,00	33,83
26	70,00	133,00	94,00	37,00	27,82	2			65,00	48,87
27	72,00	98,00	72,00	24,00	24,49	2			54,00	55,10
28	83,00	171,00	119,00	52,00	30,41	0			47,00	27,49
29	PARO DE EMPRESAS CONTRATISTAS									
30	65,00	76,00	40,00	36,00	47,37	0			86,00	113,16
31	57,00	152,00	88,00	64,00	42,11	0			100,0	65,79



32	PARO DE EMPRESAS CONTRATISTAS									
33	54,00	154,00	73,00	80,00	51,95	1			68,00	44,16
34	45,00	154,00	77,00	71,00	46,10	6			77,00	50,00
35	PARADA DE PLANTA									
36	PARADA DE PLANTA									
37	PARADA DE PLANTA									
38	PARADA DE PLANTA									
39	75,00	183,00	140,00	42,00	22,95	1	6	3,28	75,00	40,98
40	63,00	174,00	115,00	58,00	33,33	1	9	5,17	20,00	11,49
41	73,00	235,00	180,00	46,00	19,57	9	7	2,98	49,00	20,85
42	77,00	196,00	139,00	57,00	29,08	0	6	3,06	63,00	32,14
43	PARO DE EMPRESAS CONTRATISTAS									
44	PARADA DE PLANTA									
45	PARADA DE PLANTA									
<b>Pro</b>	<b>54,03</b>	<b>133,56</b>	<b>81,81</b>	<b>49,75</b>	<b>33,97</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3,62</b>	<b>54,56</b>	<b>38,98</b>

Para calcular los parámetros de desempeño se utilizaron cálculos y análisis estadísticos del historial de Planta de Pellas, en relación con el parámetro de desempeño sugerido en las referencias bibliográficas para cada uno de los Indicadores propuestos, y los siguientes fueron los resultados:

### 1. Índice de Efectividad / % Cumplimiento del Programa.

El cálculo de los parámetros de desempeño del índice de efectividad o Porcentaje de Cumplimiento del Programa, fue el más complejo, ya que se busca establecer rangos de desempeño (Aceptable, Regular, Mejorable) Teniendo como base la teoría que establece que un índice por encima del 80% se considera ideal, dejando un margen de 20% para desviaciones por emergencias o situaciones específicas por causa de fuerza mayor.

Iniciando con el Rango Regular se procedió de la siguiente manera:  
El límite inferior del rango regular fue establecido por la sustracción de la



desviación media ( $D\check{x}$ ) con la media aritmética ( $\check{X}$ ) de los datos del histórico de Planta de Pellas.

La media aritmética ( $\check{X}$ ) se calcula promediando los valores de la columna de %cump de la tabla de datos.

$$\underline{\check{X}=54,03}$$

La desviación estándar ( $D\check{x}$ ) se calcula con el valor absoluto del promedio de la sumatorias de cada valor de %cump menos la media aritmética.

$$D\check{x} = (\sum |n_i - \check{X}|) / i$$

Siendo;

$n_i$ : cada uno de los valores de %cumpl

$i$ : el número total de datos, en este caso 28 (de las 28 semanas que se tomaron los datos históricos en condiciones normales)

Así;

$$D\check{x} = (\sum |n_i - 54,03|) / 28$$

$$\underline{D\check{x} = 6,36}$$

Así el límite inferior del Rango Regular es;

$$RR \text{ Lim inf} = \check{X} - D\check{x}$$

$$54,03 - 6,36 = 47,67 \approx \mathbf{48\%}$$

El límite superior del rango regular fue establecido por la sustracción de la desviación estándar ( $D\check{x}$ ) al valor ideal asignado en la teoría de 80%

$$RR \text{ Lim sup} = 80 - D\check{x}$$

$$80 - 6,36 = 73,64 \approx \mathbf{74\%}$$



### Rango Regular $\geq 48\% \leq 74\%$

Una vez establecidos los límites del rango regular, se determina que el rango mejorable será un número menor o igual al límite inferior del rango regular menos uno.

$$RM = RR \text{ Lim inf} - 1$$

$$RM = 48 - 1 = 47$$

### Rango Mejorable $\leq 47\%$

De igual forma se establece que el límite inferior del Rango Aceptable será el límite superior del rango regular más uno.

$$RA = RR \text{ Lim sup} + 1$$

$$RA = 74 + 1 = 75$$

### Rango Aceptable $\geq 75\%$

Dentro del rango aceptable, se agregó el rango Excelente, el cual fue tomado de la teoría y se definió de la siguiente manera; los valores entre 90% y 100% del índice de efectividad.

Así los cuatro rangos de desempeño del índice de efectividad o porcentaje de cumplimiento del programa fueron los siguientes:

- Excelente: Entre 90 a 100% de efectividad. El Nivel de Gestión se encuentra en su mejor rango, sin embargo cuando esto ocurre se debe comparar la carga de trabajo programada con la adicional y revisar que el indicador se encuentre dentro del rango de aceptación (inferior a 35%) de no estarlo, este índice refleja una deficiencia pronunciada de planificación previa a la programación y los datos no son representativos ni confiables.



- Aceptable: Entre 75 a 89% de efectividad. Este representa el estado ideal de la programación de mantenimiento según la teoría de programación de mantenimiento.
- Regular: Entre 48 a 74% de Efectividad. Representa un nivel medio de Programación de Mantenimiento, es justificable generalmente por un alto número de emergencias atendidas.
- Mejorable: Entre 47 a 0% de Efectividad. Implica un nivel muy bajo en la gestión de Programación de Mantenimiento, generalmente la planificación y programación está fallando, se deben buscar las causas raíces de los desvíos y analizar la situación para implementar correctivos de acuerdo a cada caso.

## 2. Relación Adicional vs. Programado

Para calcular el parámetro de desempeño de este indicador se promedió el valor sugerido por la teoría (inferior a 30%) con el valor promedio obtenido de la data del histórico de la Planta de Pellas.

Promedio de %AvsP ( $\bar{X}$ )= 38,98

Valor de aceptación=  $(38,98 + 30) / 2 = 34,49 \approx 35\%$

De este modo el valor del indicador Relación entre Adicional vs. Programado se encontrara en un rango aceptable cuando este sea inferior a 35%.

## 3. Desviación de la planificación

El cálculo del rango de aceptación de este indicador se realizó igualmente que el índice anterior, promediando el valor sugerido por la



teoría (inferior a 45%) con el valor promedio obtenido de la data del histórico de Planta de Pellas.

Promedio de %desv ( $\bar{X}$ )= 33,97

Valor de aceptación=  $(33,97 + 45) / 2 = 39,48 \approx 40\%$

De este modo el valor del indicador Porcentaje de desviación de la Planificación se encontrara en un rango aceptable cuando este sea inferior a 40%.

#### **4. Índice de Rechazo**

Para hacer el cálculo del valor de aceptación de este índice no se tenía un numero de datos representativos, puesto que únicamente desde la semana número 39 se llevó el registro de estos datos, por lo que se cuenta con únicamente 4 semanas de datos históricos.

Sin embargo el valor promedio que se obtuvo de estos datos (3,62%) se encuentra dentro del rango de aceptación que dicta la teoría sugerida de un valor inferior al 10%; por lo tanto este valor no es ajustado. Así el valor del indicador del Índice de rechazo se encontrará en un rango aceptable cuando este sea inferior a 10%.

#### **5. Sobretiempo**

El cálculo del valor de aceptación de este indicador se realizó de acuerdo a lo establecido en la Ley de Orgánica de Trabajo (LOT) que establece que las horas de sobretiempo máximo para un trabajador no pueden excederse a 8 horas semanales. Así el rango de aceptación se establece de la siguiente manera:



Rango aceptable= #HH sobretiempo < Stmax

Donde;

#HH sobretiempo= #HH totales - #HH base

#HH totales: es el número total de horas hombre que se emplearon en la semana.

##HH base= #recursos \* 8HH \* 5 días/sem

Stmax= #recursos \* 8HH/sem

## **6. OT recibidas vs. OT programadas**

Para hacer el cálculo del valor de aceptación de este índice no se tienen datos, ya que este indicador no es manejado en el departamento de programación de mantenimiento de Planta de Pellas. Por lo que se estableció según la teoría que dicta que un índice por encima del 80% se considera aceptable.

## **7. Recursos solicitados vs. recursos disponibles.**

Al igual que el indicador anterior, no se poseen datos, ya que este indicador no es manejado en el departamento de programación de mantenimiento de Planta de Pellas. Por lo que se estableció según la teoría que dicta que un índice por encima del 80% se considera aceptable.

El resto de los indicadores propuestos: Backlog, Causas de no programación, Interferencias de actividades, Causas de adicionales e Índices de adicionales por tipo, no poseen parámetros de evaluación cuantificables, puesto que las características de propias de estos indicadores no pueden ser comparadas con un patrón.



Para estos indicadores se establecieron las siguientes condiciones para su evaluación:

## **8. Backlog**

Para evaluar el volumen del listado de las OT que se encuentran pendientes, la teoría de programación de mantenimiento establece que este no deberá de superar el 20% del número promedio de las actividades programadas. Si este supera el 20% se recomienda aplicar correctivos a los procedimientos de planificación del mantenimiento.

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta son:

- Todas las OT deben de tener causa de desvío.
- Las OT suspendidas por usuario y con cambio de alcance salen del Backlog, solo entran las OT que se reprogramaran para un próximo programa de mantenimiento.
- Llevar un registro semanal en Project y revisar mensualmente.
- El reporte del Backlog solo debe incluirse en el informe de cierre mensual.

## **9. Interferencias de actividades**

Este indicador proporciona la información de la justificación de los desvíos de la programación por interferencia de otras actividades, este se reflejara en un cuadro explicativo que indique cuales fueron aquellas actividades que interfirieron con la ejecución del programa.

## **10. Causas de los Adicionales**

Las causas de adicionales se encuentran tabuladas al igual que las causas del desvío de la programación. Estos indicadores muestran qué



temas se deben de tratar para minimizar los desvíos de la programación. Su representación se debe hacer por medio de gráficos de barras o de tortas.

## 11. Índices de Adicionales por tipo

Este tipo de indicador muestra en qué categoría de adicional se está trabajando más (adicional por oportunidad, adicional por emergencia o adicional por corrección de condición insegura) para ser usados en la toma de decisiones sobre qué parámetros se deben controlar para disminuir el número de actividades adicionales al programa.

### 4.3.- PERFILES DE LOS INDICADORES PROPUESTOS

A continuación se muestran los perfiles de los indicadores de gestión diseñados para la programación de los mantenimientos rutinarios

#### 4.3.1.- Indicadores de Efectividad

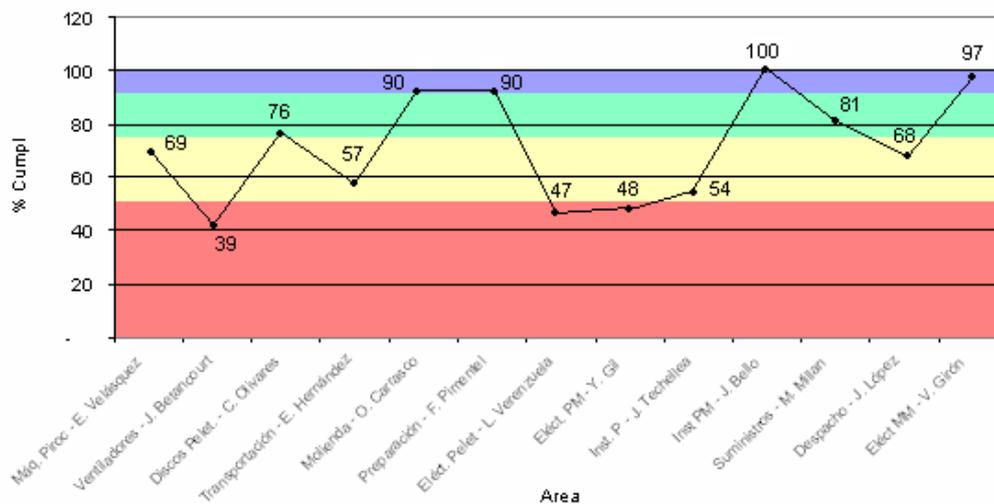
##### 1. Índice de Efectividad (% Cumplimiento del Programa.)

*Tabla 23. Perfil De Índice De Efectividad*

<b>Título</b>	<b>Índice de Efectividad/ % Cumplimiento de Programa</b>				
<b>Numero</b>	001	<b>Código</b>	XXX	<b>Tipo</b>	Porcentual
<b>Formula</b>	Establecida por Project				
<b>Variables</b>	1, 2				
<b>Objetivo</b>	Medir el nivel de gestión de la Programación de Mantenimiento				
<b>Pertinencia</b>	Mantenimiento Pellas				
<b>Rangos de desempeño</b>	<b>Excelente:</b> 90 a 100% <b>Aceptable:</b> 75 a 89 %, <b>Regular:</b> 48 a 74%, <b>Mejorable:</b> 0 a 47%				

<b>Causas de variación</b>	Desvío de recursos, emergencias, falta de planificación		
<b>Correctivos</b>	Evaluar causas de los desvíos, coordinación de recursos y planificación previa. Estudiar la causa raíz de los desvíos. Programar un número de actividades acorde a la necesidad de la planta.		
<b>Relación con otros indicadores</b>	<b>Causas de desvíos:</b> Evaluar la justificación del desvío. <b>Tipo de adicionales:</b> Evaluar el número de adicionales por emergencia <b>Relación Adicional vs programado:</b> verificar que se encuentre bajo el rango de aceptación (inferior a 35%)		
<b>Fuente de información de datos</b>	Cotejar la información proporcionada por los supervisores en el programa diario, con la información proporcionada por los LGT y la obtenida en las auditorias de permisos de trabajo.		
<b>Usuario</b>	Analista de Programación y Control		
<b>Periodicidad de uso</b>	Informe Semanal	<b>Periodicidad de toma de datos</b>	Diario

Ejemplo de representación gráfica del indicador:



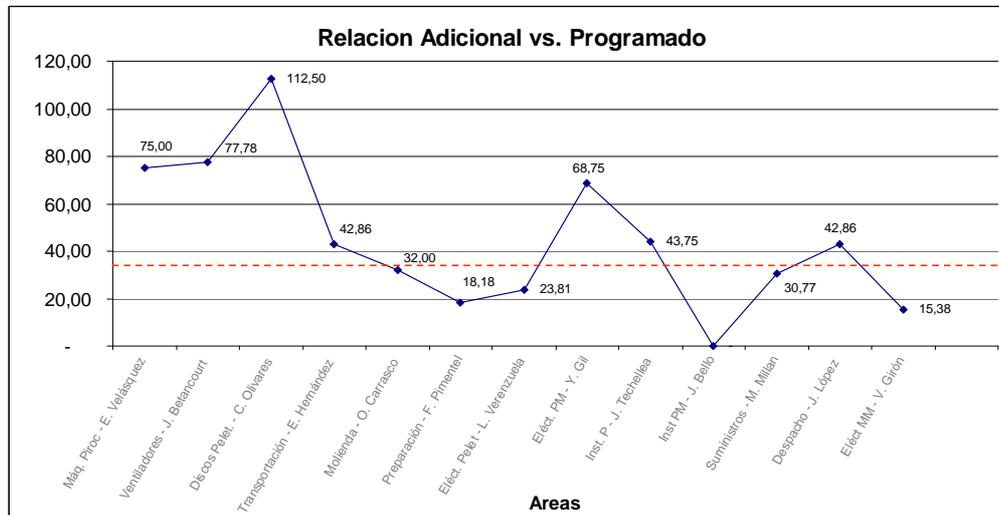
Los colores de fondo del gráfico representan los rangos de aceptación preestablecidos: Excelente: azul; Aceptable: verde; Regular: Amarillo; Mejorable: rojo.

## 2. Relación Adicional vs. Programado

Tabla 24. Perfil De Relación Adicional vs. Programado

Titulo	Relación Adicional vs. Programado				
Numero	002	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	#OT adicionales/ #OT programadas* 100				
Variables	1, 2				
Objetivo	Evaluar la planificación previa la programación en función de la proporción entre actividades adicionales y programadas				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Parámetro de evaluación	<b>Aceptable:</b> Inferior de 35%				
Causas de variación	Mala planificación, Alto número de emergencias.				
Correctivos	Incrementar las inspecciones, revisión del programa: evaluar el número de OT que se pueden ejecutar en función a tiempo y disponibilidad de los recursos.				
Relación con otros indicadores	<b>Tipo de adicionales:</b> Evaluar el número de adicionales por emergencia <b>Cuadro resumen:</b> Revisar los números de OT				
Fuente de información de datos	#OT adicionales= Programa diario (cotejar con LGT) #OT programadas= Programa semanal				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe Semanal		Periodicidad de toma de datos	Diario	

Ejemplo de representación gráfica del indicador:



La línea punteada representa el rango parámetro de desempeño, de este modo se puede detectar de forma directa las áreas que se encuentran por encima del rango de valor de aceptación.

### 3. Backlog.

Tabla 25. Perfil De Backlog

Titulo	Backlog			
Numero	003	Código	XXX	Tipo
Formula	<b>HH OT pendientes / HH disponibles por semana</b> HH disponibles por semana= 8 * 5 * # Recursos			
Variables	1, 2, 4			
Objetivo	Determinar la carga de trabajo que se tiene acumulada			
Pertinencia	Mantenimiento Pellas			
Rangos de desempeño	El número de actividades pendientes debe ser inferior al 20% del número total de órdenes para el siguiente programa.			
Causas de variación	Mala planificación, Alto número de emergencias, desviación de recursos a otras actividades			
Correctivos	Revisión del programa: evaluar el número de OT que se pueden ejecutar en función a tiempo y disponibilidad de los recursos y equipo. Elaborar programa mensual para evaluar el seguimiento de estas actividades pendientes y las que quedaron en proceso.			
Relación con otros indicadores	<b>Cuadro resumen:</b> Revisar los números de OT <b>Desviación de la planificación:</b> verificar el rango de aceptación (menor de 25%) <b>Índice de rechazo:</b> verificar que se encuentre en el rango de aceptación (menor de 15%)			
Fuente de información de datos	HH OT pendientes= Programa semanal # recursos= planificación semanal			
Usuario	Analista de Programación y Control			
Periodicidad de uso	Informe mensual	Periodicidad de toma de datos		Semanal

#### 4. Desvío de la Planificación

Tabla 26. Perfil de Desvío De La Planificación

Titulo	Desviación de la planificación				
Numero	004	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	$( OT \text{ No ejecutadas} ) / OT \text{ programadas} * 100$				
Variables	1, 2, 4				
Objetivo	Determinar el grado de desviación del programa en función al número de actividades no ejecutadas				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Rangos de desempeño	<b>Aceptable:</b> inferior a 40%				
Causas de variación	Mala planificación, Alto número de emergencias, desviación de recursos a otras actividades				
Correctivos	Revisión del programa: evaluar el número de OT que se pueden ejecutar en función a tiempo y disponibilidad de los recursos. Incremento de inspección, revisión de la planificación previa a la programación.				
Relación con otros indicadores	<b>Cuadro resumen:</b> Revisar los números de OT <b>Backlog:</b> relacionar el número de actividades pendientes con la razón del desvío <b>Índice de rechazo:</b> verificar que se encuentre en el rango de aceptación (menor de 15%)				
Fuente de información de datos	Cotejar la información proporcionada por los supervisores en el programa diario, con la información proporcionada por los LGT y la obtenida en las auditorias de permisos de trabajo.				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe semanal	Periodicidad de toma de datos		Diario	

## 5. Índice de Rechazo

Tabla 27. Perfil De Índice De rechazo

Titulo	Índice de rechazo				
Numero	005	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	<b>( OT rechazadas) / OT programadas * 100</b>				
Variables	1, 2, 4, 6				
Objetivo	Determinar el grado de desviación del programa en función al número de actividades rechazadas por falta de planificación previa programación.				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Rangos de desempeño	<b>Aceptable:</b> inferior a 10%				
Causas de variación	Mala planificación, desviación de recursos a otras actividades				
Correctivos	Revisión del programa: evaluar el número de OT que se pueden ejecutar en función a tiempo y disponibilidad de los recursos. Incremento de inspección, revisión de la planificación previa a la programación.				
Relación con otros indicadores	<b>Cuadro resumen:</b> Revisar los números de OT <b>Backlog:</b> relacionar el número de actividades pendientes con la razón del desvío <b>Desviación de la planificación:</b> verificar el rango de aceptación (menor de 35%)				
Fuente de información de datos	Información proporcionada por los LGT				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe semanal	Periodicidad de toma de datos	Diario		

## 6. Índice de Adicionales

Tabla 28. Perfil De Índice De Adicionales

Titulo	Índice de adicionales por tipo				
Numero	006	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	$\left( \frac{\# \text{ Adic. por oportunidad}}{\# \text{ total adic.}} \right) * 100$ $\left( \frac{\# \text{ Adic. Emergencia}}{\# \text{ total adic.}} \right) * 100$ $\left( \frac{\# \text{ Adic. Por cond. Insegura}}{\# \text{ total adic.}} \right) * 100$				
Variables	1, 2, 4, 6				
Objetivo	Identificar qué tipo de actividades adicionales se están presentando.				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Parámetros de Evaluación	No posee				
Causas de variación	Mala planificación, desviación de recursos a otras actividades				
Correctivos	Revisión de la planificación previa la programación, Incrementar inspecciones, evaluar las emergencias presentadas.				
Relación con otros indicadores	<p><b>Relación Adicional vs programado:</b> verificar que se encuentre bajo el rango de aceptación (inferior a 35%)</p> <p><b>Causas de desvíos:</b> Evaluar cuantas OT se desviaron para realizar adicionales</p>				
Fuente de información de datos	Cotejar la información proporcionada por los supervisores en el programa diario, con la información proporcionada por los LGT y la obtenida en las auditorias de permisos de trabajo.				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe semanal	Periodicidad de toma de dato		Diario	

### 4.3.2.- Indicadores de Rendimiento

#### 1. Presentismo

Tabla 29. Perfil De Presentismo

Titulo	Presentismo				
Numero	007	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	<b>HH reales / HH programadas * 100</b>				
Variables	1, 2, 4, 6				
Objetivo	Identificar la cantidad de horas reales en que se dispone de la mano de obra.				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Parámetros de evaluación	Variables dependiendo del número de HH programadas				
Causas de variación	Falta de personal. Paro de empresas contratistas.				
Correctivos	Distribuir los recursos disponibles según el nivel de criticidad de OT. En caso de ser necesario solicitar a áreas circunvecinas personal o solicitar las cuadrillas del pool de emergencia.				
Relación con otros indicadores	<b>Causa de desvíos:</b> revisar si la falta de personal fue una causa de desvío				
Fuente de información de datos	Distribución de recursos				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe semanal	Periodicidad de toma de datos	Diario		

## 2. Sobretiempo

Tabla 30. Perfil De Sobretiempo

Titulo	Sobretiempo				
Numero	008	Código	XXX	Tipo	Porcentual
Formula	$\text{HH sobretiempo} / \text{HH totales} * 100$ , HH sobretiempo= #HH base – HH totales #HH base= #recursos * 8 *5 , STmax= #recursos * 8				
Variables	1, 2, 4, 6				
Objetivo	Controlar el número de sobretiempos que se efectúan				
Pertinencia	Mantenimiento Pellas				
Rangos de desempeño	<b>Aceptable</b> = HH sobretiempo < STmax (de acuerdo a la LOT)				
Causas de variación	Falta de personal. Paro de empresas contratistas.				
Correctivos	Revisión de la distribución de recursos con líderes y el coordinador. Justificar emergencias.				
Relación con otros indicadores	<b>Índices de adicionales:</b> Evaluar si el número de sobretiempo corresponde a emergencias				
Fuente de información de datos	HH totales= Distribución de recursos #recursos= Distribución de recursos				
Usuario	Analista de Programación y Control				
Periodicidad de uso	Informe semanal	Periodicidad de toma de datos	Diario		

### 4.4.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Por medio del análisis de la programación del mantenimiento se pudo detallar que el departamento de Programación a nivel de la gerencia de Pre-Reducidos, ejerce su gestión acorde a lo establecido en la teoría de programación de mantenimiento. Todos los principios de planificación



son aplicados, sin embargo; no todos los principios de programación son aplicados, existen deficiencias en el primer, segundo y séptimo principio.

Los datos que se manejan para la programación de mantenimiento ofrecen una gran gama de indicadores para su control, así la implementación de un sistema de indicadores de gestión establecerá claramente cuáles son los indicadores que realmente son necesarios para el control de la programación, y la definición correcta de los umbrales y objetivos acorde con la realidad de la planta.

De acuerdo a los resultados arrojados por el análisis de las variables se determinó que los indicadores necesarios para el departamento son en base a dos criterios: efectividad y rendimiento, los cuales aportan la información necesaria para evaluar de manera eficaz la gestión. De esta forma se definieron los indicadores de gestión a usar para el control de la gestión de la programación de mantenimientos rutinarios.

Para ello, se procedió con la definición de los aspectos referidos a cada indicador, elaborando así los perfiles de los indicadores, para facilitar su descripción y clasificación, esto como apoyo a la tarea de seguimiento, control y evaluación de la gestión de la programación del mantenimiento rutinario.



## **CAPÍTULO V PROPUESTA**

### **5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

En el capítulo anterior se muestra un sistema de indicadores propuestos para la gestión de los mantenimientos rutinarios de planta de pellas, estos indicadores fueron revisados por el departamento de Planificación y Control de Mantenimiento, y fueron aprobados para ser usados en los departamentos de programación de mantenimiento de otras plantas de SIDOR.

Se presenta esta propuesta del diseño de una metodología de implantación de sistemas de indicadores de gestión para la programación del mantenimiento rutinario en SIDOR, para facilitar la puesta en marcha de este sistema de indicadores de gestión.

El objetivo principal que se espera con esta propuesta es normalizar los principales procedimientos para el seguimiento del mantenimiento rutinario, por medio de la implementación de un sistema de indicadores de gestión y bajo este soporte, realizar el diseño conceptual de los mecanismos a emplear para el control, manejo y seguimiento de la información, que garantice la veracidad y efectividad de la misma, para la evaluación de la gestión del mantenimiento rutinario.

Con esto se quiere es la definición de un sistema de indicadores de gestión, que implique y oriente a los programadores a trabajar bajo un



mismo esquema en cuanto al seguimiento de las actividades para trabajar con los indicadores correspondientes para cada área según sus necesidades de planta.

Para el diseño de esta propuesta se estudió el procedimiento aplicado para el análisis del sistema de indicadores propuestos en el departamento de programación de mantenimiento de Planta de Pellas, y por medio de los resultados obtenidos se estructuró un procedimiento global para el análisis de cada uno de los departamentos de programación de mantenimiento de las plantas de SIDOR.

## **5.2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA PROPUESTA**

Al inicio de todo proceso de mejoramiento, se exige como primera etapa, adquirir conciencia de la realidad y posteriormente, definir los objetivos a alcanzar. Una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado a través de observaciones y comparaciones a lo largo del tiempo, por medio de parámetro que definan claramente el grado de calidad de dicho desempeño, constatando sin subjetivismo las mejoras con respecto al inicio del periodo. (Llanes A. 2004)

La existencia de un proceso formal de planificación y programación de los trabajos de mantenimiento, es fundamental para la mejora de los procesos del mantenimiento de una organización. Es necesario el establecimiento de planes, objetivos, políticas, programas, métodos y procedimientos para la ejecución eficiente de las actividades de mantenimiento.

Bajo este soporte se esbozó la propuesta del diseño de una metodología para la implementación de sistemas de indicadores de



gestión para la programación de los mantenimientos rutinarios en las diversas plantas de SIDOR.

Para estructurar el diseño de esta propuesta se tomaron en cuenta las siguientes metodologías para la creación de indicadores de gestión:

- Norma Española UNE 66175: Sistemas de gestión de calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores.
- Metodología para la construcción de los indicadores de gestión del plan operativo 2005. UNET. Modelo del IVEPLAN (Instituto Venezolano de Planificación).

También se realizaron análisis de selección por medio de métodos de multi-criterio, empleando el Método Analítico Jerárquico (AHP) de Tomas Saaty.

Para la definición de los parámetros de evaluación de los indicadores a usar por el departamento de programación de mantenimiento se usaron las bases teóricas proporcionadas por la bibliografía, sobre la programación del mantenimiento.

Para llevar estos parámetros definidos por la bibliografía se aplicaron análisis estadísticos básicos, como son los cálculos de medias aritméticas y desviaciones estándar.

De esta manera bajo estos fundamentos teóricos, obtener valores que contemplen las condiciones específicas de las plantas, tomando en cuenta los datos arrojados por los indicadores.



### **5.3.- ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA**

La metodología diseñada para la implementación de indicadores de gestión para la programación de mantenimientos rutinarios consta de las siguientes fases:

#### **5.3.1.- Fase I: Diagnóstico de la situación actual**

Esta fase corresponde al estudio empírico de la unidad de estudio, el departamento de programación de mantenimiento. Este diagnóstico se realiza en base a análisis previos sobre el departamento de programación de mantenimiento en cuanto a lineamientos teóricos estructurados, los cuales se deben aplicar para llevar un mejor control de las actividades programadas de mantenimientos rutinarios.

En primer lugar se establece la misión, visión, objetivos y principios de programación para el departamento de programación de mantenimiento, y se realiza un cotejo sobre la aplicación de cada uno de estos parámetros.

En segundo lugar se establecen las variables que intervienen en la programación del mantenimiento, y se realiza un análisis para establecer si son controladas, los criterios que se toman para ello y evaluar si existe alguna otra variable que monitorear.

#### **5.3.2.- Fase II: Definición de los procesos.**

Esta fase corresponde al establecimiento de la metodología de trabajo para la programación de *mantenimientos rutinarios*, detallando paso a paso los procesos para la planificación y elaboración de los



programas y, el seguimiento de la información de las actividades de mantenimiento programadas y ejecutadas.

Para esto se debe elaborar flujogramas de los procedimientos de la programación de *mantenimientos rutinarios* haciendo seguimiento a la información.

También se establecen, paso a paso los procedimientos recomendados para la elaboración de los programas y el seguimiento de los mismos, detallando el objetivo principal de cada uno de estos pasos. Se realiza un cotejo entre estos procedimientos recomendados y los procedimientos que son realizados en el departamento de programación de mantenimiento, y de este modo definir cuáles pasos son aplicados y de aquellos que no son aplicados, establecer si existe algún otro procedimiento realizado actualmente que cumpla con el objetivo principal del mismo.

### **5.3.3.- Fase III: Definición de los indicadores.**

En esta fase se definen los indicadores a utilizar para la gestión de la programación de los *mantenimientos rutinarios*.

En primer lugar se muestra un listado de indicadores prediseñados para la gestión de los *mantenimientos rutinarios*, y se evalúan individualmente con respecto a la situación actual del departamento de programación, estableciendo cuáles de ellos son aplicados actualmente, si se poseen parámetros de evaluación y cómo fueron definidos.

En segundo lugar son evaluados los indicadores usados actualmente, de modo de evaluar que estos posean las características



adecuadas; que sean medibles, alcanzables, coordinados, comprometedores, que involucren al personal y puedan proporcionar información necesaria para desarrollar planes de actuación.

Por último se realiza un análisis global sobre los indicadores en base a la información obtenida por las fases I y II, con el objetivo de evaluar si existe algún otro criterio o variable a considerar que requiera la formulación de un nuevo indicador.

#### **5.3.4.- Fase IV: Creación de los parámetros de evaluación.**

En esta fase se dan las pautas con las cuales se deben de definir los parámetros de evaluación de cada indicador. Por medio de cálculos de análisis estadísticos básicos de los datos históricos de los indicadores. Con esta fase se concreta el sistema de indicadores de gestión a usar por el departamento de programación de mantenimiento.

#### **5.4.- PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO:**

Para la aplicación de esta metodología de implantación de sistemas de indicadores de gestión para la programación del mantenimiento rutinario, se establecieron los siguientes lineamientos:

- La metodología debe ser aplicada por un ente externo al departamento de programación de mantenimiento de la planta. Se recomienda usar programadores de otras áreas para realizar los análisis.
- Evaluar la factibilidad de aplicar los procedimientos recomendados, o buscar la manera de obtener los objetivos principales de cada paso, mediante otros procedimientos aplicables al departamento.



- Establecer un periodo de ajustes y pruebas, de aproximadamente 2 semanas, para la aplicación de los nuevos procedimientos de la programación de los mantenimientos rutinarios.
- El tiempo para estimado para la aplicación de la metodología es de mínimo 6 semanas, distribuido de la siguiente manera:
  - 1° semana: Observación y ejecución de la fase I y II
  - 2° semana: Ejecución de la fase I y II.
  - 3° y 4° semana: Periodo de ajustes y pruebas para los nuevos procedimientos.
  - 5° semana: Ejecución de la fase III.
  - 6° semana: Ejecución de la fase IV.

La ejecución de la fase IV se puede prolongar hasta 6 semanas para la toma de datos suficientes para efectuar el cálculo de los parámetros de evaluación.

- Tomar los datos arrojados durante el año anterior para los realizar cálculos de los parámetros de evaluación, (aproximadamente, datos arrojados de 30 semanas) en caso tal de que no se tenga datos se recomienda aplicar en la medida de lo posible, los nuevos procedimientos que proporcionarán los datos necesarios para el cálculo de los parámetros de evaluación durante un lapso de 6 semanas, y con estos datos realizar los cálculos necesarios.

**Materiales a usar:**

- Cuaderno.
- Carpetas.
- Lápiz y bolígrafos
- Hojas
- Servicio de computador.



## **Recursos Humanos:**

Para la ejecución de esta metodología de implantación de sistemas de indicadores de gestión para la programación de mantenimientos rutinarios, es necesario un trabajador con cargo de programados de mantenimiento o analista de programación y control

### **5.4.1.- Estructura Metodológica de la propuesta:**

#### **Fase I: Diagnóstico de la situación actual.**

##### 1. Identificación de la unidad de estudio:

Misión: Mejorar la gestión de los recursos a través del diseño de planes de acción para coordinar y realizar actividades de mantenimiento efectivas, que cumplan con las expectativas de producción de la empresa.

Visión: Trabajar bajo planes eficientes que satisfagan las necesidades de la planta de manera oportuna y eficaz, implementando las mejores técnicas administrativas, que se refleje en el nivel de producción, minimizando los costos de mantenimiento y tomando en cuenta a la vez los factores de seguridad, ambiente e higiene.

##### Principales Objetivos:

8. Coordinar la ejecución de las actividades de mantenimiento en función al tiempo programado para ello.
9. Coordinar todos los requerimientos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento, de modo que no haya interrupciones entre actividades.



10. Minimizar los costos de mantenimiento mediante un eficaz programa de mantenimiento.
11. Diseñar un plan de acción que garantice la ejecución estructurada de las actividades de mantenimiento.
12. Elaborar programas de mantenimiento ajustables a la realidad de las plantas Controlar las actividades de mantenimiento haciéndole seguimiento a las mismas.
13. Colaborar con los grupos técnicos y el ente ejecutor para facilitar los procesos que involucren la ejecución de las actividades de mantenimiento programadas.

Principios de la programación:

1. Equilibrio entre las necesidades y la capacidad de satisfacerlas.
2. Revisión y provisión para cambios en el programa.
3. Provisión de emergencias.
4. Provisión de Tiempos flotantes.
5. Registros Prácticos.
6. Coordinación de materiales, personal, herramientas, equipo y producción.
7. Consideración de costos y tiempos de entrega.

En el siguiente cuadro se debe analizar la situación actual del departamento de programación de mantenimiento por medio del cotejo de la información anterior, sobre la misión, visión, objetivos y principios de programación para el departamento de programación de mantenimiento, y se realiza un cotejo sobre la aplicación de cada uno de estos parámetros.

Tabla 31. Identificación de La Unidad de Estudio

Unidades de Estudio	Se aplica	En proceso de aplicación	No se aplica
<b>Misión</b>			
<b>Visión</b>			
<b>Objetivos</b>			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
<b>Principios de programación</b>			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

2. Identificación de las variables de programación de mantenimiento:

En el siguiente cuadro se va a analizar cada variable y especificar qué criterios se toman en cuenta para el control de las mismas.

*Tabla 32. Identificación De Los Criterios Para El Control De Las variables De Programación De Mantenimiento*

<b>Variables</b>	<b>Criterios con que se controlan</b>
Nivel de cumplimiento del programa y desvío de la planificación.	
Desempeño de la mano de obra.	
Capacidad de respuesta ante emergencias y necesidades.	
Planificación previa a la programación.	
Disponibilidad de recursos, materiales, herramientas, repuestos y equipo.	
Coordinación entre operaciones y mantenimiento.	
Cantidad de órdenes a tratar.	
Nivel de información.	



## **Fase II: Definición de los procesos:**

### **1. Flujogramas para los procesos de la programación del mantenimiento rutinario:**

Se deben de crear diagramas de flujo de los procesos con seguimiento a la información a los siguientes procesos:

- Procedimientos para la planificación y elaboración del programa de mantenimientos rutinarios (en caso de que se les haga programa)
- Seguimiento de información de las actividades programadas de mantenimientos rutinarios.

### **2. Identificación de la aplicación de los procesos recomendados para la recopilación de la información.**

Pasos del procedimiento recomendado para la planificación y elaboración del programa de mantenimientos rutinarios:

1. Recibir semanalmente un listado de órdenes de trabajo a programar, para la próxima semana, por cada grupo técnico. En este se debe detallar todos los requerimientos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento a programar (los requerimientos que debe coordinar el programador). Adicional a este, se debe detallar un listado de órdenes de trabajo pendientes por programar con la descripción de cuáles son los pendientes necesarios para su programación. Se recomienda hacer llegar esta información, a más tardar los días jueves por correo interno.
2. Coordinar los requerimientos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento del listado de órdenes a programar.



3. Elaborar un listado de órdenes de trabajo pendientes, con la información recibida por los grupos técnicos (listado de OT pendientes) y las órdenes de trabajo que queden pendientes por falta de requerimientos necesarios para su ejecución.
4. Realizar la bajada del programa de mantenimiento rutinario, filtrando de modo tal que solo se programen las actividades que fueron coordinadas.
5. Enviar el programa preliminar de trabajo a los grupos técnicos, quienes deben de revisar el programa y de ser necesario modificaciones debe hacerlas llegar al programador. Se recomienda que envío del programa preliminar se realice a más tardar los días viernes en la mañana, y las modificaciones a más tardar el viernes a las 2 pm.
6. Realizar las modificaciones en el caso de haber, y enviar el programa definitivo el viernes a las 3 pm.

El siguiente cuadro muestra por cada paso anteriormente mencionado, el objetivo principal que se espera por su ejecución.

*Tabla 33. Objetivos Esperados De Los Pasos Recomendados Para La Elaboración De Los Programas*

<b>Pasos</b>	<b>Objetivo</b>
1	Filtrar las OT que aún no se puedan programar y obtener un programa real de las actividades a ejecutar.
2	Disminuir las demoras y desvíos de las OT programadas por falta de coordinación de los requerimientos necesarios para su ejecución.

3	Justificar la no programación de las OT que están pendientes y proporcionar esta información en el informe de reporte de gestión.
4	Excluir del programa las OT que se sabe de antemano que no podrán ser ejecutadas.
5	Minimizar las posibilidades de desvío de la programación.
6	Obtener un programa de mantenimiento ejecutable

Pasos del procedimiento recomendado para el seguimiento del programa de mantenimientos rutinarios:

1. Elaborar con un día de antelación un programa diario de las actividades de mantenimientos, en base al programa semanal. El formato del programa diario debe contemplar espacios para llenar el nivel de cumplimiento de lo programado, un listado tabulado de las causas de no cumplimiento de las actividades, un espacio para llenar las actividades adicionales ejecutadas y un espacio para anotar observaciones.
2. Elaborar un formato para la distribución del recurso (la mano de obra), donde se vea lo planificado y deje espacios en blanco para llenar la distribución realizada en el día.
3. Hacer llegar por medio del coordinador de las distintas empresas contratistas, el programa diario a todos los supervisores que ejecutaran las actividades.



4. Entregar al coordinador la distribución del recurso planificada, este deberá llenar el formato con la distribución realizada en el día.
5. Los supervisores deberán llenar en el formato del programa diario el cumplimiento de las actividades programadas, las casusas de no ejecución, las actividades adicionales al programa que se ejecutaron y otras observaciones que les parezca pertinente señalar de lo acontecido en el día. Una vez lleno el formato, los supervisores deberán de entregar el programa diario al coordinador quien debe hacer llegar este al programador al final de la jornada de trabajo. Se recomienda que esta información llegue diariamente a más tardar a las 3:00 pm.
6. Auditar diariamente permisos de trabajo en planta y cotejar la información con el programa semanal de mantenimiento rutinario.
7. Con la información anterior (los programas diarios y las auditorias diarias) revisar con los líderes de grupo técnico el nivel de cumplimiento, actividades adicionales, causas de no cumplimiento, y la programación diaria para el día siguiente. Se recomienda que esta revisión se haga diariamente a más tardar a las 3:00 pm.
8. Crear el programa diario y distribución de recursos del día siguiente.
9. Llenar en digital un formato de programa diario lleno con toda la información proporcionada por los supervisores y líderes de grupo técnico.
10. Enviar por correo el programa diario del día lleno, con el programa diario y distribución del recurso del día siguiente a los grupos técnicos.

El siguiente cuadro muestra por cada paso anteriormente mencionado, el objetivo principal que se espera por su ejecución.

*Tabla 34. Objetivos Esperados De Los Pasos Recomendados Para El Seguimiento De Los Programas*

Pasos	Objetivo
1	Establecer un plan de trabajo diario por medio de un formato en físico.
2	Establecer la distribución del recurso por medio de un formato en físico.
3	Usar el medio apropiado para hacer llegar la información de la programación de las actividades de mantenimiento a los supervisores.
4	Obtener la información de la distribución real del recurso de forma oportuna y estructurada.
5	Obtener la información directa del ente ejecutante sobre lo que aconteció en el día.
6	Obtener la información directa de las actividades que se ejecutaron en el día.
7	Planificar un plan de trabajo ejecutable y disminuir las actividades adicionales al programa.
8	Planificar las actividades del día siguiente con antelación suficiente para que sean ejecutadas de forma oportuna.
9	Obtener un soporte digital de la información de lo acontecido en el día.
10	Proporcionar la información del avance diario del programa semanal a todos los involucrados en la planificación de las actividades de mantenimiento, al igual que la programación de las actividades a ejecutar para el día siguiente y los recursos que se planificaron para ello.



Llenar los siguientes cuadros para los procesos de elaboración del programa semanal de mantenimientos rutinarios y el seguimiento de la información. En caso de que no se apliquen los pasos recomendados, se debe colocar la justificación de esto en las observaciones y que otro procedimiento realizan para obtener el objetivo principal del proceso.

A. Elaboración del programa de mantenimientos rutinarios

Pasos	A	EP	NA	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				

B. Seguimiento de la información de las actividades programadas y ejecutadas

Pasos	A	EP	NA	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



De los cuadros anteriores plantear para el caso de los procesos que no se aplican, que otros procedimientos se pueden realizar para que se cumpla el objetivo del mismo.

### **Fase III: Definición de Indicadores**

#### Indicadores de Efectividad Prediseñados:

1. OT recibidas vs. OT programadas.
2. Backlog
3. Causas de no programación.
4. Índice de Efectividad / % Cumplimiento de Programa
5. Desviación de la planificación
6. Interferencia de actividades
7. Relación Adicional vs. Programado
8. Causas de adicionales
9. Índice de Adicionales por tipo
10. Índice de rechazo

#### Indicadores de Rendimiento prediseñados:

1. Recursos solicitados vs. recursos disponibles.
2. Cuadro resumen de HH
3. Presentismo
4. Índice de sobretiempo

De los indicadores prediseñados, marcar en el siguiente cuadro cuáles son aplicados actualmente en el departamento de programación de mantenimiento, y especificar si posee parámetros de evaluación para ellos.

Tabla 35. Diagnóstico De La Aplicación De Los Indicadores Prediseñados

Indicadores de Efectividad	Se Aplica	En proceso	No se Aplica	Parámetros de Evaluación	
				Si	No
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Indicadores de rendimiento	Se Aplica	En proceso	No se Aplica	Parámetros de Evaluación	
				Si	No
1					
2					
3					
4					

Indicar si existe algún otro indicador usado actualmente en el departamento de programación del mantenimiento, de ser así crear el perfil del indicador, detallando las siguientes características del mismo:

- Título o Nombre.
- Número.
- Código.



- Tipo.
- Formula de obtención.
- Variables que controla.
- Objetivos.
- Pertinencia.
- Rangos de desempeño o Parámetro de evaluación.
- Causas de variación.
- Correctivos.
- Relación con otros indicadores.
- Fuente de información de los datos.
- Usuario.
- Periodicidad de uso.
- Periodicidad de toma de datos.

Por ultimo para la definición de los indicadores de gestión a usar, se debe de hacer un análisis con base en los resultados arrojados en las fases I y II, sobre la existencia de algún otro criterio o variable a considerar para evaluar la gestión de la programación de los mantenimientos rutinarios.

#### **Fase IV: Parámetros de Evaluación**

Para la definición de los parámetros de control de los indicadores se realizarán análisis estadísticos básicos a los datos históricos arrojados por los indicadores anteriormente definidos, en caso de no poseer los datos, se debe aplicar nuevos métodos y procedimientos de programación de mantenimiento rutinario que puedan proporcionar la información necesaria para el cálculo de los parámetros de evaluación.



1. Para el cálculo de los rangos de desempeño del índice de efectividad o Porcentaje de cumplimiento del programa:

- Se debe de tomar los datos de al menos 10 semanas (en condiciones normales) de porcentajes de cumplimiento de los programas de mantenimiento rutinario.

- A estos datos se les calculara la media aritmética, este valor se obtiene promediando los datos obtenidos:

$$\text{La media aritmética } (\bar{X}) = (\sum ni) / i$$

Siendo;

ni: cada uno de los datos del porcentaje de cumplimiento.

i: el número total de datos.

- Luego se procederá a calcular la desviación estándar de los datos, con el valor absoluto del promedio de la sumatorias de cada valor del porcentaje de cumplimiento del programa, menos la media aritmética.

$$D\bar{x} = (\sum | ni - \bar{X} |) / i$$

Siendo;

ni: cada uno de los datos del porcentaje de cumplimiento

i: el número total de datos.

- Una vez obtenidos los valores de la media aritmética ( $\bar{X}$ ) y la desviación estándar ( $D\bar{x}$ ) se calculan los limites inferiores y superiores de los rangos de desempeño de la siguiente manera:

Límites del Rango Regular:

$$\text{Inferior} = \bar{X} - D\bar{x}$$

$$\text{Superior} = 80 - D\bar{x}$$



Una vez establecido el rango regular se establecen los rangos aceptables y mejorables:

Rango Aceptable  $\geq$  Límite superior Rango Regular + 1

Rango Mejorable  $\leq$  Límite inferior Rango Regular - 1

Dentro del rango aceptable, se agregó el rango Excelente, el cual fue tomado de la teoría y se definió de la siguiente manera; los valores entre 90% y 100% del índice de efectividad.

2. Para el cálculo de los parámetros de evaluación de los indicadores: 1, 5, 7, 10 de efectividad y 1 de rendimiento

El cálculo de estos parámetros se hace por medio de análisis estadísticos básicos, con la obtención de la media aritmética de los datos históricos de cada indicador, y promediando estos con los parámetros de evaluación recomendados por la teoría de programación de mantenimiento.

- Parámetro de evaluación del indicador de Índice de Rechazo:  
PE, aceptable  $\leq (\bar{X} + 10\%)/ 2$
- Parámetro de evaluación del indicador de Desviación de la planificación:  
PE, aceptable  $\leq (\bar{X} + 45\%)/ 2$
- Parámetro de evaluación del indicador de Relación entre Adicional y Programado:  
PE, aceptable  $\leq (\bar{X} + 30\%)/ 2$
- Parámetro de evaluación del indicador de OT recibidas vs. OT programadas:



PE, aceptable  $\geq (\bar{X} + 80\%)/ 2$

- Parámetro de evaluación del indicador de Recursos solicitados vs. recursos disponibles:

PE, aceptable  $\geq (\bar{X} + 80\%)/ 2$

El resto de los indicadores prediseñados: Backlog, Causas de no programación, Interferencias de actividades, Causas de adicionales e Índices de adicionales por tipo, no poseen parámetros de evaluación cuantificables, puesto que las características de propias de estos indicadores no pueden ser comparadas con un patrón.

Para estos indicadores se establecieron las siguientes condiciones para su evaluación:

#### 1. Backlog

Para evaluar el volumen del listado de las OT que se encuentran pendientes, la teoría de programación de mantenimiento establece que este no deberá de superar el 20% del número promedio de las actividades programadas. Si este supera el 20% se recomienda aplicar correctivos a los procedimientos de planificación del mantenimiento.

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta son:

- Todas las OT deben de tener causa de desvío.
- Las OT suspendidas por usuario y con cambio de alcance salen del Backlog, solo entran las OT que se reprogramaran para un próximo programa de mantenimiento.
- Llevar un registro semanal en Project y revisar mensualmente.



- El reporte del Backlog solo debe incluirse en el informe de cierre mensual.

## 2. Interferencias de actividades

Este indicador proporciona la información de la justificación de los desvíos de la programación por interferencia de otras actividades, este se reflejara en un cuadro explicativo que indique cuales fueron aquellas actividades que interfirieron con la ejecución del programa.

## 3. Causas de los Adicionales

Las causas de adicionales se encuentran tabuladas al igual que las causas del desvío de la programación. Estos indicadores muestran qué temas se deben de tratar para minimizar los desvíos de la programación. Su representación se debe hacer por medio de gráficos de barras o de tortas.

## 4. Índices de Adicionales por tipo

Este tipo de indicador muestra en qué categoría de adicional se está trabajando más (adicional por oportunidad, adicional por emergencia o adicional por corrección de condición insegura) para ser usados en la toma de decisiones sobre qué parámetros se deben controlar para disminuir el número de actividades adicionales al programa.

## **5.5.- ANÁLISIS DE VIABILIDAD Y POSIBILIDAD DE REALIZACIÓN**

La factibilidad de aplicación de esta metodología de implantación de sistemas de indicadores de gestión para la programación del mantenimiento rutinario, es alta, puesto que el diseño de la metodología



está elaborado de forma tal que puede ser ejecutada por medio de un programador de mantenimiento y realizar la evaluación final sin elevar los costos del departamento.

La posibilidad de realización de este estudio se verá sujeta a la capacidad de delegar este trabajo de análisis a un programador o analista de programación y control, que pueda abarcar la ejecución de la metodología de implantación de sistemas de indicadores de gestión para la programación de mantenimiento rutinarios y a la vez cumplir con las actividades designadas por su cargo.



## CONCLUSIONES

1. La actividad de programación de mantenimiento en las empresas exige la existencia de un proceso formal de los procesos asociados con la planificación y programación de las actividades de mantenimiento.
2. El departamento de programación de mantenimiento de la Planta de Pellas de SIDOR se encuentra bien estructurado en cuanto al seguimiento y control de los mantenimientos rutinarios, y la implementación de este sistema de indicadores propuesto no proporcionara cambios significativos a los procesos del día a día del programador a cargo, sin embargo proporcionara un informe de gestión más claro y conciso.
3. Los elementos claves que debe poseer el departamento de programación de mantenimiento, son el establecimiento de políticas, objetivos, planes, programas, métodos, procedimientos y principios, que determinen de manera razonada y coherente la planificación de las actividades de mantenimiento.
4. Es necesario poseer un conocimiento específico y a la vez una visión global del departamento de programación de mantenimiento, para integrar y organizar las funciones, responsabilidades, autoridad y recursos asociados a las actividades de planificación y programación de mantenimientos rutinarios.
5. La eficacia de la ejecución de los planes de mantenimientos programados viene determinada por la previsión de necesidades y la sistematización, acciones de apoyo y facilidades para la



comunicación entre los involucrados del proceso; los grupos técnicos, el ente ejecutor, los programadores, las unidades de mantenimiento y de operaciones de las plantas.

6. La existencia de una amplia gama de indicadores de gestión de la programación de mantenimientos rutinarios dificulta en cierta medida el proceso de toma de decisiones, al no estar definidos los índices considerados como claves para dicha función.
7. Es de vital importancia la formación y sensibilización del personal involucrado en las tareas de la programación del mantenimiento, sobre los objetivos que persigue el sistema de indicadores y su funcionamiento.
8. Para la colaboración y el interés en el sistema de indicadores para la programación de mantenimiento rutinario, es imprescindible la comunicación entre los departamentos de programación de las plantas, de modo de comprender la utilidad de su participación y apreciar el impacto de su esfuerzo.
9. Es de suma importancia la opinión de los usuarios del sistema de indicadores de gestión, para comprobar la utilidad y rentabilidad del mismo, y obtener una validación sobre la idoneidad de los indicadores diseñados para el departamento de programación de mantenimiento.
10. Los parámetros de evaluación de los indicadores de gestión para la programación de los mantenimientos rutinarios, posiblemente varíen entre las plantas de SIDOR, debido a las condiciones específicas de estas, sin embargo los indicadores de gestión deben ser los mismos para todas las plantas de SIDOR.



- 11.El análisis de la información debe tener en cuenta el conjunto de indicadores del sistema, ya que la interpretación del resultado de un indicador puede cambiar según los resultados de los demás indicadores.
  
- 12.Los indicadores proporcionan una información objetiva y su interpretación solo debe variar de acuerdo a las necesidades de las plantas.
  
- 13.La interpretación correcta de los indicadores de gestión de programación de mantenimiento, permite visualizar la diferencia entre los resultados deseados y los resultado reales, por lo que facilita la toma de decisiones y permite identificar las áreas de mejora.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda analizar el sistema formal para los procesos de la programación de mantenimiento implantados en las Plantas de SIDOR y definir los procedimientos asociados con la planificación y programación de las actividades de mantenimiento.
2. La implementación del sistema de indicadores propuesto para la planta de Pellas durante la etapa de análisis para el diseño de la metodología de implantación de sistemas de indicadores de programación de mantenimientos rutinarios.
3. Definir los elementos claves que debe poseer los departamentos de programación de mantenimiento de las distintas plantas de SIDOR, por medio del establecimiento de políticas, objetivos, planes, programas, métodos, procedimientos y principios, que determinen de manera razonada y coherente la planificación de las actividades de mantenimiento.
4. Aportar de conocimientos específicos sobre los objetivos trazados y a la vez de la visión global del departamento de programación de mantenimiento, a los principales involucrados en la organización del departamento de Planificación y Control del Mantenimiento en SIDOR.
5. Elaborar revisiones periódicas a las gestiones anteriores de la programación de mantenimiento para prever las necesidades, que se pueden presentar durante la formulación, ejecución y seguimiento de los programas de mantenimientos rutinarios.



6. Revisar el sistema de comunicación interna y externa al departamento de programación de mantenimiento y analizar los métodos empleados de modo que se puedan aumentar la eficacia en la coordinación de los involucrados en los procedimientos para la ejecución de los programas de mantenimiento.
  
7. Evaluar la información arrojada por los indicadores de gestión de la programación de mantenimientos rutinarios y considerar los costos y recursos necesarios para la obtención de los datos necesarios para su implementación, también la fiabilidad del proceso de captación de estos datos, así como la capacidad en plazo y nivel de motivación del personal de los departamentos de programación de mantenimiento para desarrollar dichos indicadores. De este modo establecer únicamente los indicadores realmente necesarios para los departamentos de programación de mantenimiento de las plantas de SIDOR.
  
8. La formación impartida a los responsables de los indicadores, para contemplar los aspectos de diseño, implantación, explotación de la información, mejoras y correctivos recomendados.
  
9. Explicar a los involucrados en el proceso de planificación y programación de los mantenimientos rutinarios, cómo el resultado arrojado por los indicadores reflejan las actividades que ellos realizan, de modo de incrementar la motivación hacia la consecución de los resultados esperados.
  
10. Validar los indicadores una vez superada la puesta en marcha de los mismos, se debe de certificar la utilidad del indicador, su aporte a la toma de decisiones, su representación clara al concepto que



se desea conocer, su compatibilidad con otros indicadores, su compensación con el costo y desarrollo, la definición de los parámetros de evaluación en función del tiempo y la fiabilidad de los datos.

11. La revisión periódica de los parámetros de evaluación definidos para los indicadores en las distintas plantas.
12. Tomar en cuenta para el análisis de la información el conjunto de indicadores diseñados, no evaluarlos de forma individual sino conjunta y compararlos entre ellos, de modo que el porcentaje de cumplimiento del programa no sea un indicador único para evaluar la ejecución del mismo.
13. No se debe afectar por influencias o justificaciones la información proporcionada por los indicadores, estos deben permanecer objetivos y la valoración de los mismos se debe hacer posteriormente a su obtención en la fase de análisis.
14. En vista de los resultados arrojados por los indicadores los responsables involucrados en la programación de mantenimiento, pueden proporcionar acciones a emprender para corregir las tendencias detectadas a través de los indicadores y llevarlos hacia los objetivos.
15. Realizar un balance de las acciones de mejora y de los resultados obtenidos.
16. Ampliar o disminuir los objetivos y márgenes de mejoras según la información prevista.



## BIBLIOGRAFIA

- CHIAVENATO I. Gestión del talento humano. Agosto 2004. México. Mc Graw Hill.
- HERNÁNDEZ R. Metodología de la Investigación. Julio de 2000. México. Mc Graw Hill.
- NENBROUGHT E.T. Administración de Mantenimiento. Septiembre de 1996. México.
- AMENDOLA, L. Modelos Mixtos de confiabilidad. Editorial Datastream. Enero 2002, España.
- AENOR, Comité técnico AEN. UNE 66175. Sistemas de Gestión de la Calidad, guía para la implantación de indicadores. Octubre de 2003, España.
- SAATY. Decision making for leaders: The Analythic Hierarchy Process for decsions in a complex world. RWS publications, 3° edition. 1995



## REFERENCIAS WEB

- Intranet. SIDOR.
- FONDONORMA. (05-05-09). Fondo para la normalización y certificación de calidad. Principal. <http://www.fondonorma.org.ve/>
- Real academia española. <http://www.rae.com.es>
- Gestipolis. Proceso de planificación y programación de mantenimiento.  
<http://www.gestipolis1.com/recursos8/Docs/ger/proceso-de-planificacion-y-programacion-del-mantenimiento.htm>
- Emagister. Metodología para construcción del conjunto de indicadores de un sistema de medición y gestión estratégico.  
[file:///E:/TESIS/documentos%20internet/Descargar%20tutorial%20metodología%20para%20construcción%20del%20conjunto%20de%20indicadores%20de%20un%20sistema%20de%20medición%20y%20gestión%20estratégico%20-%20emagister\\_com.htm](file:///E:/TESIS/documentos%20internet/Descargar%20tutorial%20metodología%20para%20construcción%20del%20conjunto%20de%20indicadores%20de%20un%20sistema%20de%20medición%20y%20gestión%20estratégico%20-%20emagister_com.htm)



## ANEXOS



1. Impresión de Pantalla del formato actual del programa semanal de mantenimiento rutinario en Planta de Pellas.

Microsoft Project - Programa Semanal Pellas 41.mpp

Nro. OT	Descripción de la Tarea	% Compl	TOT	Start	Finish	Recur
1	Programa de Mantenimiento Pellas - # 41	73%	40 hrs	Mon 11/10/10	Fri 15/10/10	
2	Máquina Piroconsolidación - E. Velásquez	88%	39 hrs	Mon 11/10/10	Fri 15/10/10	
50	1002630451 ESTACION REDUCTORA A: MANTENIMIENTO	0%	6 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA
89	1002636820 AG-3008: REPARACIÓN METÁLICA SILO 3010	0%	5 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	ESCA
92	Ventiladores de Procesos - J. Betancourt	52%	33 hrs	Mon 11/10/10	Fri 15/10/10	
114	1002630452 B1E1015.BOMBA - DESMONTAR.MAHTTO A BOMBA.	0%	11,5 hrs	Wed 13/10/10	Thu 14/10/10	MOA
120	1002630465 B1E1001.FABRICAR-MONTAR PLATAFORMA DUCTO	0%	16,5 hrs	Wed 13/10/10	Fri 15/10/10	MOA
125	1002630473 B1E1015.MONTAR BOMBA Y BASE DEL MOTOR.	0%	8 hrs	Thu 14/10/10	Thu 14/10/10	MOA
138	1002623586 H1017.ORGANIZAR ALABES EN BODEGA 13	0%	7,5 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA
143	1002629326 AG:5006.L.FABRICAR Y MONTAR PLATAFORMA	50%	7,5 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA
154	Discos Peletizadores - C. Olivares	79%	33 hrs	Mon 11/10/10	Fri 15/10/10	
172	1002600687 BG2026.FABRICACION Y MONTAJE DE PLAINCHA	0%	8 hrs	Mon 11/10/10	Mon 11/10/10	MOA
188	1002629225 BG2036 reparar barandas metálicas.	0%	3,5 hrs	Wed 13/10/10	Wed 13/10/10	MOA
199	1002629200 BG2011 reparar barandas metálicas.	0%	4,5 hrs	Thu 14/10/10	Thu 14/10/10	MOA
227	Eléctrico Peletización - L. Verenzuela	51%	33 hrs	Mon 11/10/10	Fri 15/10/10	
232	1002629313 NORMALIZAR CABLE DE ATERRAMIENTO DG6008	0%	12 hrs	Mon 11/10/10	Wed 13/10/10	MOA
236	1002634798 NORMALIZAR ALUMBRADO S/F ZONA ALTA BAJA	0%	8 hrs	Mon 11/10/10	Mon 11/10/10	MOA
271	1002618679 MAHTTO ALUMBRADO ZONA BG2044,2045,2046	0%	5 hrs	Thu 14/10/10	Thu 14/10/10	MOA
275	1002623511 MAHTTO ALUMBRADO SOTAÑO BH1011	0%	7,5 hrs	Thu 14/10/10	Thu 14/10/10	MOA
287	1002631136 ALUMBRADO NORM AREA DE VENT LINEA B	0%	8 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA
292	1002595388 MAHTTO ALUMBRADO ZONA CHITA BG2002	0%	8 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA
297	1002634864 CAMBIAR BANDEJAS/CABLEADO L DUPLAX G3008	0%	8 hrs	Fri 15/10/10	Fri 15/10/10	MOA

2. Impresión de pantalla del formato actual de la distribución del recurso diario de Planta de Pellas.

Q18

Fecha:	07-Sep	Sup	Mec	Sold	Elect	Inst	Total Univ	
Área	LGT	Prog	Real	Prog	Real	Prog	Real	
6 Máquina de Piroconsolidación	E. Velásquez	1	0	0	2	0	1	3
7 Discos Peletizadores	C. Olivares	1	1	4	4	1	1	6
8 Transportación	E. Hernández	2	1	8	5	2	1	12
9 Ventiladores	J. Betancourt	0	1	0	4	0	2	0
10 Eléctrico Peletización	L. Verenzuela	3	2	0	2	0	10	7
11 Molienda	O. Carrasco	1	1	4	5	3	2	0
12 Preparación	F. Pimentel	1	1	4	3	1	2	0
13 Eléctrico Prep. Y Mol	Y. Gil	0	1	0	0	0	2	0
14 Despacho	J. López	1	1	5	3	1	1	0
15 Suministro	M. Millan	2	2	6	6	3	3	0
16 Eléctrico M. Materiales	V. Girón	1	1	0	0	0	2	2
17 Instrumentación	Z. Zacarías	1	1	0	0	0	0	4
18 TAZO	E. Duran	0	0	2	3	2	2	0
19 Balanzas	A. Oliveros	0	0	0	0	0	0	0
20 <b>Total UNIVENCA</b>		<b>14</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Personal Fijo Univemca Pellas</b>								<b>79</b>
22 Máquina de Piroconsolidación	E. Velásquez	1	0		1			1
23 Discos Peletizadores	C. Olivares				1			1
24 Transportación	E. Hernández	2	1	6	3	2	0	10
25 Ventiladores	J. Betancourt		1		2		1	0
26 Eléctrico Peletización	L. Verenzuela	2	1				4	1
27 Molienda	O. Carrasco	1	1	4	5	3	2	8
28 Preparación	F. Pimentel							0
29 Eléctrico Prep. Y Mol	Y. Gil			1				2
30 Despacho	J. López							0
31 Suministro	M. Millan	1	1	4	3	1	0	6
32 Eléctrico M. Materiales	V. Girón	1	1				2	2
33 Instrumentación	Z. Zacarías	1	1					2
34 TAZO	E. Duran			2	2	2	2	4
35								0





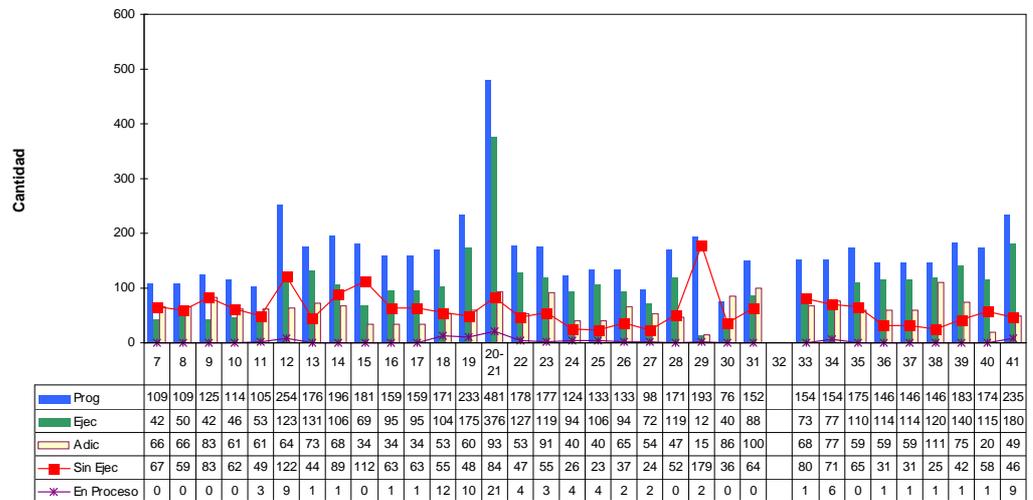
- Impresión de Pantalla de formato actual del informe semanal de la gestión de programación de mantenimiento.



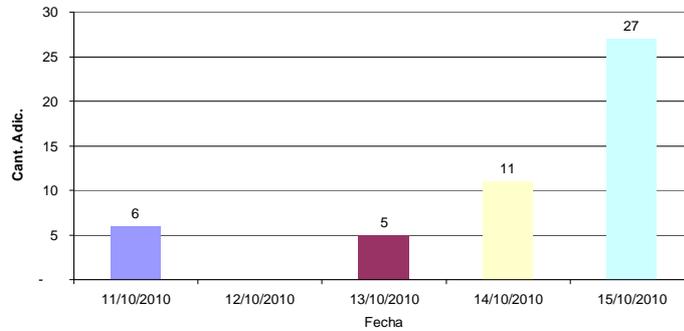
### Resumen del Programa Semanal

Área	Prog	Ejec	Adic	Sin Ejec	En Proceso	[% Cump	Adic&Prog
Máq. Proc - E. Velásquez	19	16		2	1	88,00	-
Ventiladores - J. Betancourt	13	7	4	4	2	52,00	30,77
Discos Pelet - C. Olivares	18	15	9	3		79,00	50,00
Transportación - E. Hernández		0	4			100,00	-
Molienda - O. Carrasco	19	13		5	1	72,00	-
Preparación - F. Rimentel	19	17	1	2		90,00	5,26
Eléct. Pelet - L. Verenzuela	17	10	11	7		51,00	64,71
Eléct. PM - Y. Gil	38	30	5	4	4	83,00	13,16
Inst. P - J. Techellea	25	25	6			100,00	24,00
Inst PM - J. Bello	11	11				100,00	-
Suministros - M. Millan	15	12	3	3		79,00	20,00
Despacho - J. López	27	10	6	16	1	40,00	22,22
Eléct MM - V. Girón	14	14				76,00	-
<b>Total Actividades</b>	<b>235 *</b>	<b>180</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>9</b>	<b>73</b>	<b>20,85</b>

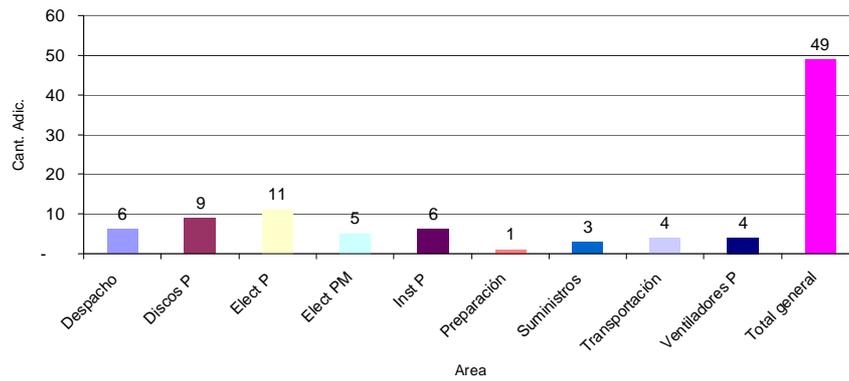
- Representación gráfica actual del indicador cumplimiento del programa.



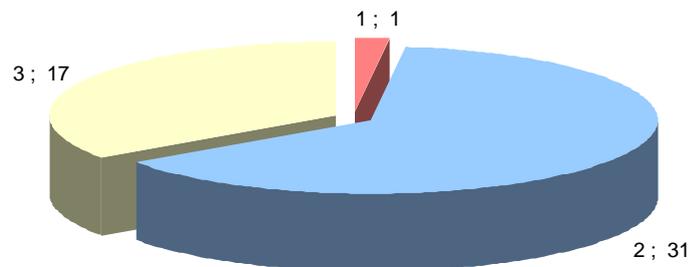
6. Representación gráfica actual del indicador Actividades adicionales por día.



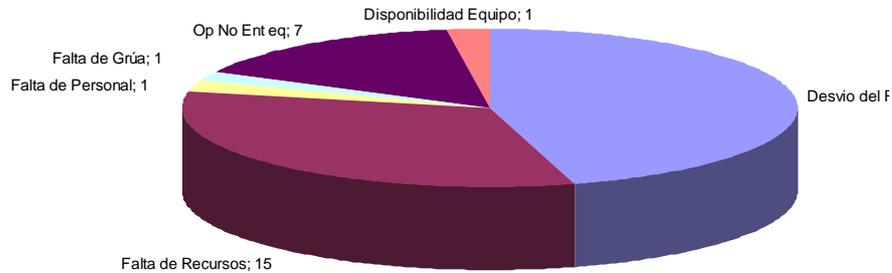
7. Representación gráfica actual del indicador Actividades adicionales por grupo técnico.



8. Representación gráfica actual del indicador Actividades adicionales por tipo.



9. Representación gráfica actual del indicador Causas de Desvíos.



10. Tabla de presentación de datos actual del indicador Justificación de los Desvíos.

	Alumbrado	Otras actividades	Total general
Discos Peletizadores - C. Olivares	7	3	10
Máquina Piroconsolidación - E. Velásquez	0	0	0
Molienda - O. Carrasco	5	0	5
Ventiladores de Procesos - J. Betancourt	0	4	4
<b>Total general</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>21</b>

11. Representación gráfica actual del indicador Detalles de Horas-Hombres.

