



U
N
E
X
P
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION
DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH)
DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A..”**

U
N
E
X
P
O

**Tecng. Quijada Z, Edry R.
C.I.: V_12.891.559**

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2011

**“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION
DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH)
DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.”**



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION
DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH)
DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.”**

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado de Puerto Ordaz., como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniería Industrial

Tecng. Quijada Z, Edry R.

**Ing. Rosimar Brito
Tutor Industrial**

**Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutor Académico**

PUERTO ORDAZ, NOVIEMBRE DE 2011

Tecng. Quijada Z, Edry R.

“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH) DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.”

Puerto Ordaz, Noviembre de 2011

Pág.154

Trabajo de Grado.

Universidad Nacional Experimental Politécnica
“Antonio José de Sucre”. Vicerrectorado Puerto Ordaz.
Departamento de Ingeniería Industrial.
Departamento de Entrenamiento Industrial.

Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutor Industrial: Ing. Rosimar Brito

Bibliografía pág. 135

Apéndices pág. 138

Capítulos: I El Problema. II Generalidades de la Empresa. III Marco Teórico. IV Marco Metodológico. V Situación Actual. VI Análisis y Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndice. Anexos



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICERECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Nosotros Miembros del Jurado designado por la Comisión de Trabajo de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado **“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH) DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.”**, presentado por el Bachiller Edry Rafael Quijada Zabala portador de la C.I: N° 12.891.559. Para optar por el título de Ingeniero Industrial, consideramos que dicho Trabajo de Grado reúne los requisitos exigidos para tal efecto por lo tanto lo declaramos: **APROBADO**

En Ciudad Guayana a los veinticinco días del mes de Noviembre de dos mil once

Ing. Rosimar Brito
(TUTOR INDUSTRIAL)

Ing. Andrés Eloy Blanco
(TUTOR ACADÉMICO)

Ing. Mayra de Armas
(JURADO)

Ing. Mónica Torres
(JURADO)

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso, por haberme dado la fortaleza, vida y salud para alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres, Juana y Aquiles quienes con su amor y dedicación han sabido darme todo cuanto he necesitado y ayudarme a desarrollarme como persona responsable y de bien.

A mi esposa Gina Ochoa que al igual que mis padres ha sido un gran apoyo incondicional durante mi formación como ingeniero industrial.

A mis Hijos Erick, Gisel y Anthony los cuales son el motivo por el cual me he trazados metas.

Es te pequeño logro es para ustedes por su gran participación y colaboración...

AGRADECIMIENTOS

Le doy gracias a Dios por darles la vida, salud y paciencia a mis padres los cuales me dieron el ser. Por dejarme estar junto a los seres que me han querido y apoyado durante mi crecimiento y madurez en mi vida.

A mis padres una vez más por haberme brindado apoyo incondicional a todas las metas que me he trazado.

A mi esposa Gina Ochoa que con su amor y paciencia ha sabido apoyarme en los momentos más difícil de esta carrera. A mi hijo Erick por su apoyo y comprensión.

A toda mi familia, muchas gracias por estar siempre a mi lado.

A mi tutor industrial Ing. Rosimar Brito y mi tutor académico Ing. Andrés Eloy Blanco, por haberme asesorado y brindado su valiosa e innegable asistencia técnica-académica en el desarrollo del proyecto.

A mis compañeros de clase Adolfo Stevens, Mariela Luna, Jessica Lozada, y todos aquellos que de una u otra forma siempre estuvieron a mi lado apoyándome.

A Richard Zambrano y Jhonny Bonaldi por su valiosa ayuda al darme la oportunidad de realizar mi pasantía en esta prestigiosa empresa.

Al Profesor Marcial Bocaranda por su desinteresada y valiosa ayuda en aportar ideas para realizar este proyecto.

A la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, por ser la casa de estudio en la cual realice mi formación profesional.

A todo el personal del departamento de control de Gestión, por su apoyo en la realización del estudio. Y a CVG FERROMINERA por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional en esta empresa.

Gracias por su valioso apoyo incondicional...

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

“EVALUACION DE LA DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH) DE CVG FERROMINERA ORINOCO, C.A.”

Autor: Tecng. Edry Rafael Quijada Zabala.

Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy Blanco.

Tutor Industrial: Ing. Rosimar Brito.

RESUMEN

El proyecto se realizó en la Jefatura de Control de Gestión de la Producción de la Gerencia de PMH de CVG Ferrominera Orinoco, C.A, y consistió en la Evaluación de la Disponibilidad de la Línea de Producción de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro. El proyecto se enmarca en una investigación del tipo descriptiva, de campo y evaluativo, éste se sustenta bajo la utilización de herramientas de ingeniería como lo son el Diagrama de Ishikawa, Análisis de Pareto, Análisis de Brecha, Diagrama de flujo de Datos. Se utilizó la observación directa y entrevistas realizadas a los empleados de las áreas de la línea de producción. Aplicando los criterios estandarizados de las demoras se tuvo como resultado de la evaluación del indicador de disponibilidad para el periodo de la muestra un 70,48%, 75,19% y 71,68 con respecto a los años 2008, 2009 y 2010, valores que están por debajo de lo presentado por PMH para el mismo periodo. Se propusieron acciones que mejoren la confiabilidad de la data que se utiliza en el cálculo del indicador de disponibilidad haciendo que el proceso de toma de decisiones sea más efectivo, estas contribuirían a tomar acciones correctivas que mejoren los indicadores de disponibilidad. Recomendando finalmente la implementación de los criterios estandarizados en el sistema mySAP y su posterior divulgación; eliminar o minimizar las demoras varias para evitar que se solapen otras demoras.

Palabras Claves: Mantenimiento, Demora, Falla, Indicador, Disponibilidad, Mantenibilidad, Mineral de Hierro, Disponibilidad de sistema, Equipos, Cintas Transportadoras, Volteo, Línea de Producción.

INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. EL PROBLEMA	
1.1. Plateamiento de Problema	4
1.2. Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3. Alcance	7
1.4. Delimitación	7
1.5. Limitación	8
1.6. Justificación e Importancia	8
CAPITULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	
2.1. Reseña Histórica	10
2.2. Visión	12
2.3. Misión	13
2.4. Valores	13
2.5. Ubicación Geográfica de la Empresa	13
2.6. Política de la Empresa	14
2.6.1. Política Integral del sistema de Gestión	14
2.6.2. Política Ambiental	15
2.6.3. Política de Calidad	15
2.6.4. Política de Higiene y Seguridad Industrial	15
2.7. Objetivo de la Empresa	16
	ix

2.7.1. Objetivo General	16
2.7.2. Objetivos Específicos	16
2.8. Función de la Empresa	16
2.9. Estructura Organizativa de la Empresa	17
2.10. Descripción General de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro(PMH)	18
2.10.1. Objetivo Funcional	18
2.10.2. Alcance Funcional	18
2.11. Estructura Organizativa de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH)	19
2.11.1. Superintendencia de Operaciones	20
2.11.2. Superintendencia de Mantenimiento	20
2.11.3. Superintendencia de planificación y control	21
2.11.4. Superintendencia de talleres y servicios	21
2.12. Esquema de Operaciones de la Gerencia de Procesamiento de mineral de Hierro (PMH)	21
2.13. Productos Terminados de CVG Ferrominera	22

CAPITULO III. MARCO TEORICO

3.1. Teoría Fundamental de Mantenimiento	25
3.1.1. Función del Mantenimiento	25
3.1.2. Cultura Organizacional de Mantenimiento	27
3.2. Mantenimiento Industrial	28
3.2.1. Clasificación del Mantenimiento	29
3.2.2. Mantenimiento Preventivo	29
3.2.3. Mantenimiento Predictivo	30
3.2.3.1. Objetivo del Mantenimiento Predictivo	31
3.2.4. Mantenimiento Correctivo	32
3.2.4.1. Ventajas del Mantenimiento Correctivo	32
3.2.4.2. Desventaja del Mantenimiento Correctivo	32
3.2.5 Mantenimiento Programado	33

3.3. Clasificación de la Avería de Equipos	33
3.3.1. Fallas	33
3.3.1.1. Diagnostico de Falla	34
3.3.1.2. Características del comportamiento de las Fallas	35
3.4. Análisis de Causa raíz (ACR)	37
3.5. Confiabilidad	37
3.5.1. Análisis de la Confiabilidad	37
3.6. Disponibilidad	38
3.6.1. Disponibilidad según la teoría de Mantenimiento	39
3.6.2. Disponibilidad de Equipos	40
3.7. Mantenibilidad	41
3.7.1. Estudio de la Mantenibilidad	41
3.7.2. Clasificación de los tiempos de parada	42
3.7.3 Tipo de Demoras por Operaciones	45
3.8. Registros Históricos	46
3.8.1. Registro Histórico del Equipo	46
3.9. Sistema de Orden de Trabajo	46
3.10. Normalización	47
3.10.1. Beneficios de la Normalización	47
3.11. Indicadores	48
3.11.1. Importancia de los Indicadores	48
3.11.2. Indicadores de Mantenimiento	50
3.11.3. Los 7 Indicadores Inmediatos en Mantenimiento	51
3.12. Otros Conceptos Fundamentales en Mantenimiento	55
3.12.1. Seguridad	55
3.12.2. Paradas	55
3.12.3. Reparaciones	56
3.12.4. Inspecciones	56
3.13. Definición de los tipos de demoras existentes en la línea de producción	56

3.13.1 Demoras Programadas Tipo “A”	56
3.13.2 Demoras Eléctricas Tipo “E”	57
3.13.3 Demoras Mecánicas Tipo “M”	58
3.13.4 Demoras Operativas Tipo “O”	59
3.13.5 Demoras de Automatización e Instrumentación Tipo “I”	60
3.13.6 Demoras de Ferrocarril Tipo “F”	61
3.13.7 Demoras Naturales Tipo “N”	61
3.13.8 Demoras de Calidad Tipo “W”	62
3.13.9 Demoras por Volteo Lento Tipo “X”	62
3.13.10 Demoras Varias Tipo “V”	63

CAPITULO IV. MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de investigación	64
4.2. Población y muestra	65
4.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos	66
4.3.1. Revisión Bibliográfica	66
4.3.2. Observación Directa	66
4.3.3. Entrevista no Estructurada	67
4.3.4. Recursos y Materiales de recolección de datos	67
4.3.4.1 Normas, Manuales y Registros	67
4.4. Materiales	67
4.5. Procedimiento	68

CAPITULO V. SITUACIÓN ACTUAL

5.1. Situación actual de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción de la gerencia de PMH	70
5.2. Proceso de cálculo actual del indicador de disponibilidad	72

CAPITULO VI. ANALISIS Y RESULTADOS

6.1. Análisis de los datos históricos de la disponibilidad y demoras de los equipos de la línea de producción de la Gerencia de PMH	76
6.1.1. Promedio de demoras ocurridas en la línea de producción	76
6.1.2. Análisis de la información obtenida de los registros históricos de las demoras	78
6.1.3 Análisis de los datos históricos de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción	82
6.2 Análisis de la situación actual del proceso de cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción de la gerencia de PMH	88
6.2.1 Procedimiento actual para el registro de las demoras	88
6.2.2. Diagrama de flujo de proceso de cálculo de indicador de disponibilidad	90
6.3. Verificar la distribución porcentual de los equipos en la malla operacional	92
6.4. Describir los factores que afectan el indicador de disponibilidad de la línea de producción de la gerencia de PMH	96
6.5 Determinar la disponibilidad de la malla operacional de equipos para todo el sistema de la línea de producción	99
6.5.1 Calculo de la disponibilidad de la línea de producción de PMH	99
6.6. Analizar las brechas con relación a la disponibilidad de la línea de producción de PMH	104
6.7 Elaborar una propuesta de mejora que permita el incremento de la confiabilidad de la data que se utiliza para el cálculo de la disponibilidad	108
6.8 Actualizar la descripción de las demoras contenidas en el sistema mySAP de la gerencia de procesamiento de mineral de	111

hierro (PMH)	
6.8.1 mySAP-IS, Mining (mySAP-Industrial Solution-Mining)	111
6.8.2 Códigos de áreas y demoras en mySAP	112
6.8.3 Nuevas Demoras que sustituirán a las cargadas en el SAP	120
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFIA	135
APENDICE	138
ANEXOS	140

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura		Página
1	Ubicación Geográfica de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.	14
2	Estructura organizativa de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A.	17
3	Estructura organizativa de la Gerencia de PMH	20
4	Flujo de Proceso de La Línea de producción de PMH.	22
5	Mineral Fino de Hierro.	23
6	Mineral Grueso de Hierro	23
7	Mineral Pellas de Hierro	24
8	Ciclo del mantenimiento Preventivo	30
9	Ciclo del mantenimiento Predictivo	31
10	Comportamiento de las fallas	36
11	Representación gráfica de la disponibilidad	40
12	Eventos críticos que constituyen una Demora	42
13	Tiempos que constituyen la Demora	45
14	Diagrama de Vann de Estados	50
15	Fórmula del Tiempo medio entre fallas	51
16	Fórmula del Tiempo Medio Para Reparar	52
17	Fórmula de Confiabilidad	53
18	Fórmula de Disponibilidad	53
19	Fórmula de la Confiabilidad por TMEF	54
20	Fórmula de entre mantenimientos preventivos	54
21	Fórmula para mantenimientos preventivos	55
22	Pantalla del SAP donde se cargan los reportes de demora	71
23	Ejemplo del cálculo de Disponibilidad en la gerencia PMH	73
24	Diagrama de flujo de cálculo del indicador de disponibilidad	92
25	Ejemplo de una Malla operacional.	93
26	Malla Operacional general de la línea de producción.	93

27	Vista general del proceso del área de trituración primaria.	95
28	Malla operacional original de la línea de producción.	95
29	Malla operacional actualizada de la línea de producción.	95
30	Disposición de equipos en serie y paralelo de la línea de producción V1.	97
31	Diagrama causa-efecto de los factores que afectan al indicador de disponibilidad de la línea de producción de PMH	98
32	FERRO-4164 Producción y Carga Puerto Ordaz	141
33	Evidencia de la diferencia de criterios en la descripción de las Demoras.	142
34	Archivo en excel donde se lleva en control diario de las demoras	144
35	Línea de producción V3 actual	145
36	Línea de producción V3 actualizada	146
37	Volteador de vagones VV-8000 (capacidad: 60 vag/hora)	147
38	Empujador de vagones FD-8000 (capacidad: 60 vag/hora)	148
39	Línea de producción V1	149
40	Línea de producción V2	150
41	Línea de producción V2 (continuación)	151
42	Línea de producción V3	152
43	Línea de producción V3 (continuación)	153
44	Línea producción de forma general	154
45	Vista general de la gerencia de PMH	155

Tabla

1	Tipificación de las Fallas	34
2	Porcentajes de disponibilidad y tiempo de inactividad anual	29
3	Eventos críticos que constituyen la Demora	43
4	Nomenclatura de las demoras de PMH	74

5	Demoras totales PMH, línea de producción y por porcentaje por año (01/01/08-31/12/10)	77
6	Demoras del periodo de estudio de la línea de producción	78
7	Cantidad de Demoras del periodo de estudio de la línea de producción	79
8	Tiempo en minutos por tipo de demora	81
9	Indicadores de Disponibilidad y Producción de la línea de producción de la Gerencia de PMH	83
10	Nomenclatura de las demoras de PMH	89
11	Tiempo de las demoras ocurridas en el año 2010.	100
12	Tiempo de las demoras ocurridas en PMH aplicando los criterios estandarizados	104
13	Comparación de los Tiempo de las demoras ocurridas en PMH aplicando los criterios estandarizados	102
14	Indicadores de disponibilidad de la línea de producción de PMH para los años de la muestra	103
15	Indicadores de Producción de la Gerencia de PMH y la brecha entre lo planeado y lo real.	105
16	Brechas de la disponibilidad de la línea de producción	106
17	Tiempo en minutos de las demoras V, O y M	107
18	Brecha de los indicadores de disponibilidad de los años 2008, 2009 y 2010	108
19	Nomenclatura y código de las áreas de PMH	113
20	Nomenclatura y código de las demoras de PMH	113
21	Código y descripción de las demoras de Automatización de PMH	114
22	Código y descripción de las demoras de Calidad de PMH	115
23	Código y descripción de las demoras Eléctricas de PMH	115
24	Código y descripción de las demoras de Ferrocarril de PMH	116
25	Código y descripción de las demoras Mecánica de PMH	117

26	Código y descripción de las demoras Naturales de PMH	118
27	Código y descripción de las demoras Operativas de PMH	119
28	Código y descripción de las demoras Programadas de PMH	119
29	Código y descripción de las demoras Varias de PMH	120
30	Relación de la cantidad de demoras a ser sustituidas de PMH	121
31	Nomenclatura y código actuales de las áreas de PMH	122
32	Nomenclatura y códigos actuales de las demoras de PMH	122
33	Descripción de las nuevas demoras de Automatización de PMH	123
34	Descripción de las nuevas demoras de Calidad de PMH	124
35	Descripción de las nuevas demoras Eléctricas de PMH	125
36	Descripción de las nuevas demoras de Ferrocarril de PMH	126
37	Descripción de las nuevas demoras Mecánicas de PMH	127
38	Descripción de las nuevas demoras Naturales de PMH	128
39	Descripción de las nuevas demoras Operativas de PMH	128
40	Descripción de las nuevas demoras Programadas de PMH	129
41	Código y descripción de las demoras Varias de PMH	130

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico		Página
1	Disponibilidad de la línea de producción de PMH en el año 2009	75
2	Demoras Totales de la Gerencia PMH (01/01/08-31/12/10)	77
3	Demoras Totales de la línea de Producción (01/01/08-31/12/10)	78
4	Pareto de los tipos de demoras (01/01/2008-31/12/2010)	80
5	Pareto de los tiempos de las demoras (01/01/2008-31/12/2010)	82
6	Disponibilidad de la línea de producción para el año 2009	87
7	Disponibilidad de la línea de producción para el año 2010	87
8	Tiempo de las demoras aplicando los criterios estandarizados de las demoras.	102
9	Análisis de Brechas de la disponibilidad de la línea de producción de PMH	106
10	Brecha de los indicadores de disponibilidad de los años 2008, 2009 y 2010	108

INTRODUCCIÓN

La difícil situación de los mercados tanto a nivel nacional como mundial, la competitividad de los productos y empresas han dejado de ser meras “conveniencias” para convertirse en factores determinantes de subsistencias, y la presión inflacionaria sobre las operaciones imponen cada vez más un mayor grado de control sobre las diversas fases de la gestión con miras a la búsqueda constante de la optimización y el aumento de la productividad de los procesos.

En la mayoría de nuestras empresas la recolección y procesamiento de información operacional son llevados a cabo en forma manual, a través de una serie de actividades y transacciones. Estas actividades, las cuales son llevadas a cabo principalmente en forma manual, no sólo encarecen los procesos, sino que además implica la utilización de mano de obra costosa en actividades mecánicas y repetitivas, esto agrega un enorme costo adicional al proceso, e imposibilita la detección rápida de problemas y posterior toma de decisiones dirigidas corregirlos.

Sin embargo, la toma de decisiones efectivas y oportunas debe tomar como premisa fundamental la existencia de información adecuada en el momento preciso, particularmente en lo referente a la disponibilidad de equipos y del sistema, para lo cual se hace imprescindible la estructuración de mecanismos idóneos para tal fin. En este sentido, el gran esfuerzo adelantado por la empresa ha dado énfasis al desarrollo e implementación de tales mecanismos que permiten la recolección y procesamiento de información en forma efectiva y oportuna.

La Gerencia de PMH tiene la responsabilidad del controlar sus actividades a través del sistema de información denominado mySAP, Soluciones Mineras. Sin embargo en la actualidad no se ha configurado para que este arroje la información sobre la disponibilidad de la línea de producción.

Por ello en el presente trabajo de Grado se presentara un estudio que tendrá como propósito evaluar el proceso o método de cálculo de la disponibilidad de la línea de producción, para determinar que la confiabilidad de los resultados que esta arroja son los más ajustados a la realidad del proceso de producción, así como la actualización de los criterios de las demoras que están contenidas en el sistema mySAP, los porcentajes y codificación asignados a los equipos de la alineación de producción que están contenidos en la malla operacional.

La investigación se realizara en la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro(PMH) específicamente en el Departamento de Control de Gestión Producción de CVG Ferrominera Orinoco, cual responde al compromiso de iniciar el extenso proceso desde de la estandarización de las demoras hasta el estudio de la disponibilidad de la línea de producción que esta integrada por las áreas V1 (Volteo, Triturador Primario y Secundario), V2 (Triturador Terciario y Cernido Natural) y V3 (Apilamiento y Planta de Secado), de manera que sea más eficiente la carga de la información necesaria al sistema mySAP.

Este informe se realizara aplicando un estudio de investigación de campo, debido a que los datos de interés se recogen directamente de las experiencias empíricas; con estos datos obtenidos se planteara soluciones a una situación determinada e implicara explorar, describir, y proponer alternativas de cambio para lograr la mejoras de un sistema determinado; y descriptiva-evaluativa porque permite escribir, registrar y analizar e

interpretar toda la información y procedimientos inherentes a los registros de la disponibilidad de la línea de producción demoras generadas en la gerencia de procesamiento de mineral de hierro.

El informe está estructurado en 6 capítulos, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Capítulo I (El Problema), en él se define la problemática existente, el objetivo general que se persigue, los objetivos específicos necesarios para llegar al general, el alcance, además de la delimitación y la justificación e importancia,. Capítulo II (Generalidades de la Empresa), en el se describe la reseña histórica de CVG Ferrominera, C.A. y la descripción de los procesos y áreas básicas de la empresa. Capítulo III (Marco Teórico), éste muestra todas las bases teóricas en las que se sustenta la investigación. Capítulo IV (Marco Metodológico), donde se definen el diseño de la investigación, la población y la muestra a estudiar, técnicas e instrumentos de recolección de información, instrumentos físicos necesarios y el procedimiento experimental utilizado. Capítulo V (Situación Actual), en este se describe el escenario actual del proceso de calculo del indicador de disponibilidad en la línea de producción de PMH. Capítulo VI (Análisis y Resultados), se presentan los análisis y resultados obtenidos que arrojó la investigación, y finalmente las conclusiones, recomendaciones, apéndices y anexos..

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En este capítulo se detalla la problemática que será objeto de estudio, a su vez se presentan los objetivos que enmarcan al plan de desarrollo del proyecto, en conjunto con su alcance y la justificación que sustenta al mismo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A. es una de las empresas básicas más antigua de Ciudad Guayana, por esta razón busca estar cada día a la vanguardia tecnológica de las herramientas aplicadas a la industria minera, que maneje cada uno de los aspectos o módulos presente en los procesos y procedimientos, lo que trae consigo una serie de beneficios que incluye aumento de la productividad y competitividad, mayor control de la disponibilidad de los equipos, reducción de los costos y mayor rapidez en la detección de situaciones críticas.

Por esta razón en el año 2005 asume el control de las operaciones implantando el sistema de información SAP, con el cual empezó a controlar todas las variables que intervienen en el proceso desde la extracción hasta los despacho de sus productos.

Igualmente la Gerencia de PMH a través del Departamento de Control de Gestión de Producción está comprometida a controlar sus actividades con

el sistema de información denominado mySAP. Sin embargo desde la puesta en marcha del SAP en septiembre de 2006 no se ha podido configurar los informes de salida para lo cual fue concebido este modulo, obligando a tener una data paralela en archivos Excel, para satisfacer las necesidades de información y responder ante las auditorias del Sistema de Gestión de la Calidad, causando esto un re-trabajo.

Desde la implantación de este sistema no se ha actualizado la base de datos de la descripción de las demoras que ocurren en la línea de producción, las cuales son de vital importancia para el cálculo del indicador de disponibilidad. Actualmente existen diferencias de criterios entre los técnicos de la Sala de Control Central, los Analistas de Planificación de la Producción y los Jefes de las diferentes áreas en cuanto a la descripción de las demoras. Esta situación conlleva a que se altere la data de las demoras que intervienen en el proceso de cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción, es decir, demoras que son operativas, mecánicas, eléctricas o de instrumentación las califican en algunos casos como demoras varias, y la cual este tipo de demora no es considerada en el calculo del indicador. Por otro lado los porcentajes y nomenclatura asignados a los equipos en la malla operacional tampoco han sido actualizados.

La Superintendencia de Planificación y Control, adscrito a la Gerencia de PMH, es la encargada de garantizar la información sobre la disponibilidad y confiabilidad de la línea de producción, por tal motivo, se tomó como iniciativa, evaluar la disponibilidad de la línea de producción con el fin de mejorar la data que se utiliza en los informes de gestión de la producción que se realizan diaria, semanal, mensual y anualmente, y verificar si el proceso o metodología de cálculo de dicho indicador es el más correcto. Actualmente se requiere ordenar y actualizar los registros de demoras ZDEMPO en el cual se registran todas las paradas de la línea de producción V1, V2 y V3, este

hecho es de vital importancia ya que permitirá que la data de las demoras que intervienen en el cálculo de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción sean los más confiables posibles, mejorando así el proceso de toma de decisiones en función de la información contenida en los informe de Control de Gestión.

1.2 OBJETIVOS

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos planteados para el desarrollo de este trabajo de investigación.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación de la disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH) de CVG Ferrominera Orinoco C.A.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los datos históricos de la disponibilidad y demoras de los equipos de la línea de producción de la Gerencia de PMH.
2. Analizar la situación actual del proceso de cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH.
3. Verificar la distribución porcentual de los equipos en la Malla operacional.
4. Describir los factores que afectan el indicador de disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH.
5. Determinar la disponibilidad de la Malla Operacional de equipos para todo el Sistema de la línea de producción.

6. Analizar las brechas con relación a la disponibilidad de la línea de producción de PMH.
7. Elaborar una propuesta de mejora que permita el incremento de la confiabilidad de la data que se utiliza para el cálculo de la disponibilidad.
8. Actualizar la descripción de las demoras contenidas en el sistema mySAP de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH).

1.3 ALCANCE

El alcance del presente estudio se encuentra enmarcado en la realización del estudio de la disponibilidad de la línea de producción lo cual facilitará evaluar el método actual de cálculo del indicador de disponibilidad logrando así obtener una visión general y específica para mejorar la información contenida en los informe de gestión de la línea de producción de la Gerencia de PMH, la cual es cargada en el sistema mySAP. A través de esto la empresa podrá crear planes de acciones correctivas que permitan optimizar la mantenibilidad que a su vez mejorará las condiciones operativas y disminuirá los tiempos de demoras de los equipos, trayendo esto como beneficio el aumento de la productividad y disponibilidad del sistema.

1.4 DELIMITACIÓN

El presente estudio se realizará en CVG Ferrominera Orinoco, C.A., específicamente en la Gerencia de PMH, Jefatura de Control de Gestión de la Producción, y el cual abarca la línea de producción que está integrada por las siguientes áreas:

- Volteo Primario y Secundario (V1) la cual esta integrada por 28 equipos.

- Terciario y Cernido Natural (V2), la cual esta integrada por 132 equipos.
- Apilamiento y planta de secado (V3), esta integrada por 61 equipos.

En estas áreas se estará evaluando la disponibilidad de la línea de producción que está integrada por un conjunto de equipos que estarán representados en una malla operacional la cual facilitara el estudio del sistema.

1.5 LIMITACIONES

Esta evaluación estará condicionada por el tiempo asignado para la realización del proyecto, el cual tiene una duración de dieciséis (16) semanas siendo este el tiempo mínimo para su realización. Otro factor limitante es la dificultad de traslado hacia las áreas de la empresa por la poca disponibilidad de vehículos.

1.6 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Esta investigación es de gran importancia ya que permitirá evaluar el indicador de disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH), todo esto con el fin de mejorar la información de los informes de gestión y facilitar el proceso de toma de decisiones, permitiendo así tomar las acciones correctivas para optimizar la mantenibilidad que a su vez mejorará las condiciones operativas y disminución los tiempos de demoras de los equipos, trayendo esto como beneficio el aumento de la productividad y disponibilidad del sistema. La actualización de la descripción de las demoras en el sistema mySAP permitirá sincerar la base de datos actual, la cual a su vez garantizara que la

data suministrada en el FERRO-4164 (PRODUCCION Y CARGA PUERTO ORDAZ) sea la más confiable a la hora de hacer el cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción, eliminando así la diferencia de criterios que existes entre el personal de Sala de Control Central, Analistas de planificación de Producción y Jefes de áreas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El presente capítulo refleja la historia de CVG Ferrominera C.A., empresa donde se realizó la investigación, así como también las características y generalidades más importantes a fin de dar a conocer la naturaleza del lugar estudiado.

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

En Venezuela, específicamente en la región Guayana, la primera evidencia sobre la explotación del hierro se remonta a la época de la colonia cuando alrededor del año 1743, misioneros capuchinos (Catalanes), lo explotaron en la serranía de Santa Rosa, al suroeste de Upata, quedando algunos vestigios cerca de Ciudad Bolívar, conocidos como Minas del Nuevo Mundo. Esto acaeció justamente cuando en Europa se iniciaba la revolución industrial. En contraposición, a mediados del siglo XX, el mineral de hierro fue extraído con métodos modernos y nueva tecnología alimentando primeramente los altos hornos de EUA y luego la acería de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR), en Venezuela.

El 4 de abril de 1947, fueron descubiertos y otorgados, a entidades foráneas (Empresas Explotadoras Norteamericanas), yacimientos ubicados en el norte del Estado Bolívar, específicamente en la población de Ciudad Piar, conocida como “Cerro La Parida” (actualmente Cerro Bolívar), los cuales fueron desarrollados comercialmente por la Orinoco Mining Company,

subsidiarias de la United States Corporation, a partir de 1954. Estas empresas tenían a su cargo las operaciones de la industria del hierro hasta que se produjo la Nacionalización.

El 1 de enero de 1975, el Estado Venezolano en uso de su soberanía nacionaliza la industria extractiva del hierro, apoyándose en el artículo 97 de la Constitución Nacional el cual dispone que “el Estado podrá reservarse determinadas industrias, explotaciones o servicios de interés público por razones de conveniencia nacional”. Desde este momento el Estado, a través de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), asume el control directo para dirigir esta industria. Para marcar esta fecha el Presidente de la República, Carlos Andrés Pérez, iza el Pabellón Nacional en la cumbre del Cerro Bolívar en Ciudad Piar.

El 3 de enero del mismo año, zarpa de la ciudad de Puerto Ordaz el Buque “Tyne Ore” cargado con 17.417 toneladas de mineral con destino a Birkinhead–Inglaterra, primer embarque de hierro después de la Nacionalización. Se da inicio al año de la transición y la responsable de la administración de la industria es la Corporación Venezolana de Guayana (CVG). Posteriormente, el 24 de agosto de 1989 en Puerto Ordaz, fue firmado el contrato de construcción de la Planta de Pellas de CVG. FERROMINERA ORINOCO C.A. mediante una inversión de 210 millones de dólares.

Para el año 1990, con la asistencia del Presidente de la República Carlos Andrés Pérez, fue reinaugurada la Planta Minerales Ordaz, C.A. (Minorca); el 2 de febrero del mismo año mediante una inversión de 110 millones de dólares, la empresa Operaciones al Sur del Orinoco (OPCO), subsidiaria venezolana de Kobe Steel, toma a su cargo las operaciones de la planta.

Para octubre de 1.997, la empresa se moderniza con la puesta en marcha del área 18, lo cual permite una recuperación por medio de tambor y una garantía de capacidad hasta 6000 toneladas por hora. De igual forma se eleva la capacidad de producción a 25 millones de toneladas anuales de mineral de hierro, esta área cuenta con un sistema de automatización y control que responde a las más modernas tecnologías en control automatizado de equipos.

El 18 de junio de 1.998 el comité de certificación de FONDONORMA incluye que CVG Ferrominera Orinoco estaba acta para la certificación; es así como en julio de ese año, se lleva a cabo el acto de otorgamiento de la certificación COVENIN-ISO 9002:95.

La década final del siglo XX y comienzo del siglo XXI, representa el gran reto para CVG Ferrominera Orinoco, C.A. ser más que una industria extractiva, una industria de excepcional jerarquía.

En la actualidad CVG Ferrominera atraviesa una difícil situación financiera, por lo que ha requerido un estricto programa de reducción de costos, aunado a esto se puede mencionar la crisis mundial en la industria siderúrgica.

2.2 VISIÓN

Ser una empresa socialista, propiedad del pueblo venezolano, administrada por el estado, base del desarrollo siderúrgico del país, que responda al bienestar humano, donde la participación en la gestión de todos los actores, el reconocimiento del trabajo como único generador de valor y la conservación del medio ambiente, sea la fortaleza del desarrollo de nuestra organización.

2.3 MISIÓN

CVG FERROMINERA ORINOCO C.A., empresa del Estado Venezolano, tiene como responsabilidad la de extraer, beneficiar, transformar y comercializar mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al mercado nacional mediante relaciones de producción que reconozcan como único valor creador al trabajador, apoyando la construcción de una estructura social incluyente.

2.4 VALORES

Estos son: Solidaridad, Ética, Cultura de Trabajo, Calidad, Disciplina, Responsabilidad ambiental, Responsabilidad social, Honestidad, Respeto, Equidad, Humanismo, Patriotismo, Cooperación, Sentido de pertenencia.

2.5 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA EMPRESA

Geográficamente, CVG Ferrominera Orinoco C.A., se encuentra ubicada en Venezuela (América del Sur), específicamente en el Estado Bolívar, está distribuida entre Ciudad Piar y Puerto Ordaz. Las operaciones mineras (incluyendo la actividades de Explotación de Minas y Transporte hacia los Puertos de Procesamiento) se ejecutan en el Distrito Ferrífero Piar; el almacenaje, procesamiento y despacho de mineral de Hierro y sus derivados en los puertos de Puerto Ordaz, a las riberas del río Orinoco y Caroní y su sede administrativa se encuentra en la Vía Caracas, Edificio Administrativo 2, Puerto Ordaz - Estado Bolívar. Código postal 8050. En la Figura 2.1 se puede apreciar de forma general la ubicación de CVG Ferrominera en Venezuela y el Estado Bolívar.



Figura 2.1. Ubicación geográfica de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.
Fuente: Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

2.6 POLÍTICAS DE LA EMPRESA

Dentro del marco que guía la gestión en todos los niveles de la organización, CVG Ferrominera Orinoco C.A. ha definido e implantado sus políticas en materia de Calidad, Ambiente e Higiene y Seguridad, para asegurar la satisfacción de sus clientes, la preservación de la salud de sus trabajadores y del medio ambiente.

2.6.1. Política Integral del sistema de Gestión.

Extraer, procesar y suministrar Mineral de Hierro, cumpliendo con la normativa legal, los compromisos acordados con los clientes y los requisitos aplicables relacionados con Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional; demostrando nuestro compromiso mejorando continuamente el Sistema de Gestión.

2.6.2. Política Ambiental

Es política de Ferrominera Orinoco preservar el medio ambiente, cumpliendo la legislación y regulaciones vigentes, en procura de un equilibrio entre sus operaciones y el ambiente que le rodea. La Empresa está comprometida con el establecimiento y mantenimiento de un Sistema de Gestión Ambiental, basado en los requerimientos de la Norma Venezolana COVENIN-ISO 14001 e impulsar el mejoramiento continuo de todos sus procesos.

2.6.3. Política de Calidad

Nuestra política es extraer procesar y suministrar mineral de hierro, cumpliendo los requisitos acordados con nuestros clientes y mejorando continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad de la organización.

2.6.4. Política de Higiene y Seguridad Industrial

Es política de CVG. Ferrominera Orinoco C.A asegurar la ejecución de sus actividades en condiciones óptimas de Higiene y Seguridad Industrial, manteniendo un ambiente de trabajo que garantice la integridad física y mental de sus trabajadores y su mayor productividad.

2.7 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

2.7.1 OBJETIVO GENERAL

Extraer, procesar y suministrar mineral de hierro al mercado nacional y de exportación con el fin de obtener el máximo aprovechamiento de los recursos.

2.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Adquirir el control pleno de la industria extractiva de mineral de hierro.
- Asegurar un nivel de precios satisfactorios a las intereses de la empresa.
- Explorar, explotar, extraer y procesar el mineral de hierro de todos los yacimientos, con el mejor provecho de los recursos naturales existentes.
- Garantizar los volúmenes de producción y suministro del mineral de hierro, requerido en el mercado nacional.
- Satisfacer los requerimientos del mercado en el ámbito nacional y al mercado Norteamericano, Europeo y Asiático.
- Minimizar los efectos negativos que ambiente.

2.8 FUNCIÓN DE LA EMPRESA

CVG Ferrominera Orinoco, C.A., empresa del Estado Venezolano, tiene como responsabilidad la explotación de la industria del mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y competitividad, de forma sostenible y sustentable, para abastecer oportuna y suficientemente a la industria Siderúrgica Nacional y aquellos mercados internacionales que resulten

económicos y estratégicamente atractivos, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuyendo al desarrollo económico del país.

2.9 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA

A continuación se muestra en la figura 2.2 el organigrama actualizado de la estructura organizativa de la empresa, la cual está integrada por ocho Gerencias.

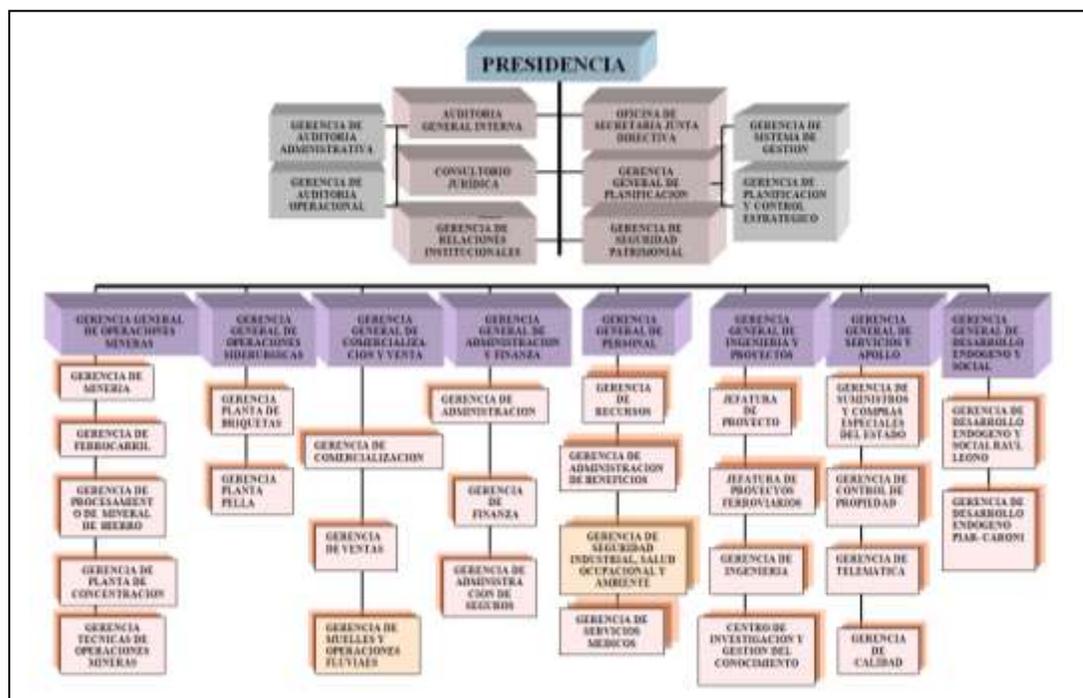


Figura 2.2. Estructura organizativa de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A.
Fuente: Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

El estudio, correspondiente al desarrollo de la Pasantía se llevo a cabo en La Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH); específicamente en SUPERINTENDENCIA DE PLANIFICACION Y CONTROL; de CVG Ferrominera C.A.

2.10 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH).

En la Gerencia de PMH se llevan a cabo los procesos productivos de Trituración, Homogenización y Recuperación del mineral, dividiéndose en las siguientes áreas:

1. Volteo, Trituración y Apilamiento.
2. Recuperación y Planta de Secado.
3. Recuperación
4. Área 18 Recuperado
5. Carga de Vagones ORDI/ ORINOCO IRON
6. Carga de Vagones SIDOR
7. Despacho Planta de Briquetas
8. Cargas Barcos
9. Recepción de pellas SIDOR
10. Transporte calibrado
11. Vagones Reciclados.

2.10.1 Objetivo Funcional

La gerencia de procesamiento de mineral de hierro tiene como objetivo funcional procesar, almacenar y embarcar o despachar eficientemente el mineral de hierro, en el volumen, calidad y oportunidad de acuerdo a los programas establecidos en los planes de la empresa, generando la disponibilidad u conservación óptima de las instalaciones y equipos.

2.10.2. Alcance Funcional

- a) Garantizar el cumplimiento de los programas de producción en términos de costos, calidad y oportunidad, según requerimiento del cliente y la misión de la empresa.

- b) Garantizar el despacho del mineral de hierro conforme a las especificaciones del cliente.
- c) Garantizar la disponibilidad de los sistemas, equipos e instalaciones de las plantas de procesamiento de mineral de hierro, de acuerdo con el programa de mantenimiento preventivo y correctivo.
- d) Asegurar el estudio propuesta e implementación de mejoras operativas al sistema de manejo de mineral.
- e) Asegurar que los proyectos menores se ejecuten de acuerdo a los términos y condiciones acordadas.
- f) Garantizar la efectividad administrativa de los cambios organizacionales.
- g) Garantizar la administración de los recursos asignados.
- h) Garantizar el establecimiento y mantenimiento en la empresa del sistema de gestión ambiental.

2.11. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH).

A continuación se muestra la Figura 2.3 la Estructura Organizativa actual de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro de la Empresa la cual la integran cuatro superintendencias.



Figura 2.3. Estructura organizativa de la Gerencia de PMH.
 Fuente: Intranet de la Empresa CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2008)

2.11.1 DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERINTENDENCIAS QUE CONFORMAN LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH).

2.11.1.1. Superintendencia de operaciones

El propósito de esta superintendencia es administrar y ejecutar las actividades de que se permiten cumplir con los programas de producción establecidos por la gerencia de procesamiento de mineral de hierro, en las áreas de volteo, trituración, recuperación, clasificación, apilamiento y despacho de barcos, a fin de obtener productos que cumplan con los requisitos de calidad, oportunidad y condiciones de costos requeridos.

2.11.1.2. Superintendencia de Mantenimiento

Asegura la continuidad, funcionalidad, disponibilidad y eficiencia operativa de los equipos eléctricos, mecánicos y de instrumentación y de los

sistemas e instalaciones, a fin de alcanzar las metas de producción, a través del cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo dentro de los parámetros establecidos.

2.11.1.3. Superintendencia de planificación y control

Esta superintendencia asesora y asiste a la gerencia de procesamiento de mineral de hierro y demás unidades adscritas en la planificación y control de las actividades relacionadas con los planes y programas de producción, mantenimiento, logística interna, contratación de obras y servicios, proyectos de mejora operativa; a demás de servir de canal para apoyar las decisiones de la gerencia en el logro de las metas establecidas.

2.11.1.4. Superintendencia de talleres y servicios.

Esta se encarga de asegurar la disponibilidad y funcionalidad de los equipos que intervienen en los talleres de PMH. También asegura el cumplimiento de los programas de mantenimiento a ser ejecutados en los talleres de servicios de la gerencia de PMH. Vela por la atención oportuna de las reparaciones y fallas que se presentan en el sistema de PMH las 24 horas del día.

2.12. ESQUEMA DE OPERACIONES DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH).

La Gerencia de Procesamiento de Mineral (PMH) se traza como objetivo fundamental garantizar el procesamiento del mineral de hierro conforme a las especificaciones de los clientes en cuanto a volumen, condiciones de calidad y oportunidad, de acuerdo a la misión de CVG

Ferrominera Orinoco, C.A. A continuación se muestra en la Figura 2.4 el esquema de operaciones del proceso de la línea de producción, donde se puede visualizar de forma general las áreas que integran la línea de producción, así como los principales equipos que intervienen en el proceso.

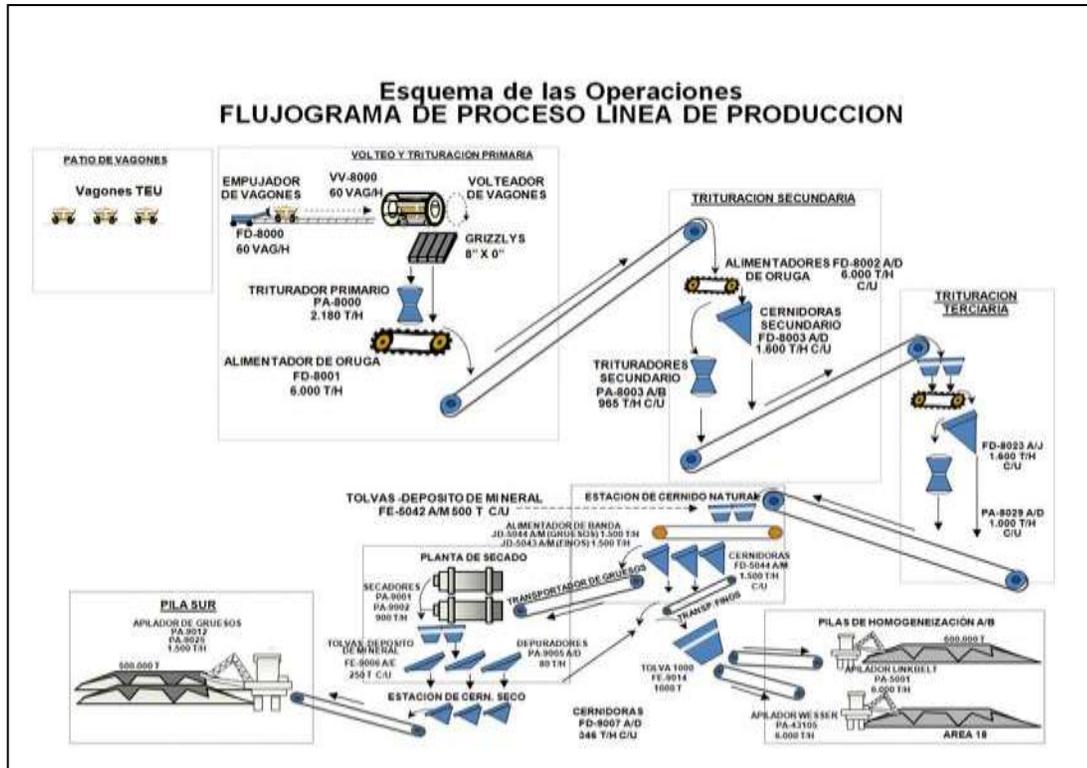


Figura 2.4. Flujo de Proceso de La Línea de producción de PMH.
Fuente: Documentación Interna de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

2.13 PRODUCTOS TERMINADOS DE CVG FERROMINERA

CVG Ferrominera Orinoco, C.A. ofrece como productos principales al mercado nacional e internacionales:

1. **Mineral fino:** Es un mineral clasificado parcialmente seco, con una oscilación de humedad entre 4% y 6%, su tamaño es de 0" – 3/8" (0 mm – 9,51 mm). (Ver Figura 2.5).

2. **Mineral grueso:** Este mineral es parcialmente seco, con tamaño de 3/8" – 1 3/4" (9,51mm – 45,3 mm), es además clasificado y de una humedad que oscila entre 4% a 6%. (Ver Figura 2.6).

3. **Pellas:** Son concentrados de mineral de hierro y presentan un tamaño de 1/4" – 5/8" (6,3mm –16mm). (Ver Figura 2.7).

Mineral fino



Figura 2.5. Mineral Fino de Hierro.
Fuente: Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

Mineral Grueso



Figura 2.6. Mineral Grueso de Hierro.
Fuente: Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

Pellas

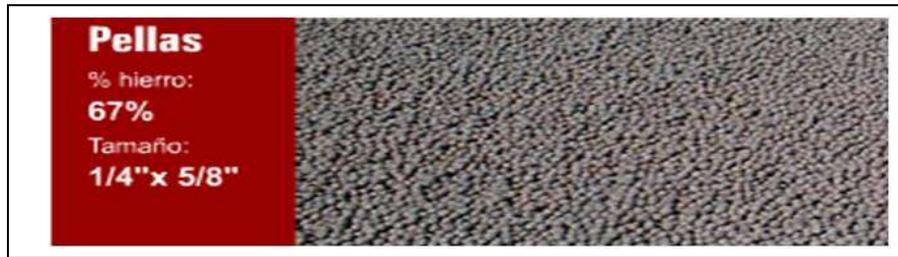


Figura 2.7. Mineral Grueso de Hierro.
Fuente: Intranet de CVG Ferrominera Orinoco, C.A. (2010)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se realiza una descripción de los fundamentos teóricos que son de importancia para el presente trabajo, describiendo cada uno de los puntos y términos que se consideraron necesarios al momento del desarrollo de este tema de investigación.

3.1. TEORIA FUNDAMENTAL DE MANTENIMIENTO

3.1.1 Función del Mantenimiento

En la actualidad el mantenimiento ha ido adquiriendo una importancia creciente; los adelantos tecnológicos han impuesto un mayor grado de mecanización y automatización de la producción, lo que exige un incremento constante de la calidad, por otro lado, la fuerte competencia comercial obliga a alcanzar un alto nivel de confiabilidad del sistema de producción o servicio, a fin de que este pueda responder adecuadamente a los requerimientos del mercado.

El mantenimiento pasa a ser así una especie de sistema de producción o servicio alterno, cuya gestión corre paralela a este; consecuentemente, ambos sistemas deben ser objetos de similar atención, la esencia empírica demuestra, no obstante, que la mayor atención se centra en la actividad productiva o de servicio propiamente dicha.

Está demostrado que las organizaciones eficientes tienen un eficiente sistema de mantenimiento. La reconversión de la actividad de mantenimiento debe verse, en primera instancia, como la adopción de un sistema que se adapte a las necesidades de cada empresa y particularmente a las características y el estado técnico del equipamiento instalado en ellas.

En el área de mantenimiento existen diversas estrategias para la selección del sistema a aplicar en cada equipo; sin embargo, la mayoría de estas estrategias no tienen en cuenta la naturaleza del fallo; en contraste, este elemento es de vital importancia para un empleo óptimo de los recursos en el área analizada. Otros aspectos que comúnmente no se tienen en cuenta para la selección de las posibles estrategias de mantenimiento a utilizar en cada equipo son el nivel de riesgo que ofrece el fallo para los operarios o para el medio ambiente y las afectaciones de calidad para el proceso.

Cada equipo, independientemente de su naturaleza, presenta un determinado patrón de fallo. Este se obtiene a partir del tiempo medio entre fallos y pueden darse dos situaciones:

- ✓ El patrón de falla que refleje que se trata de un equipo cuya falla está relacionado con la edad.
- ✓ El patrón de falla reflejado que se trata de un equipo cuya falla no está relacionado con la edad.
- ✓ El sector Mantenimiento generalmente se incluye en las organizaciones, dentro de la función denominada Ingeniería de Planta, siendo en muchos casos, su actividad excluyente. En algunas organizaciones, la función de Ingeniería de Planta se llama Intendencia.

- ✓ En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.
- ✓ La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo se desempeñe del modo que se había propuesto, durante un tiempo establecido, bajo condiciones especificadas de operación. Si este criterio lo aplicamos a los equipos que sólo se usan una vez puede darnos una idea relativamente falsa de su significado.
- ✓ La confiabilidad de un sistema complejo, compuesto por una serie de piezas, puede llegar a ser muy mala a pesar de una no muy mala confiabilidad individual. Esto es tanto más cierto cuanto mayor sea la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia. Es particularmente cierto cuando es la mano de obra uno de los componentes. En efecto, si no llevamos a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener confiabilidades resultantes elevadas. También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio como equipo.

3.1.2 Cultura Organización de Mantenimiento

Organizar las actividades de mantenimiento puede tener mayor éxito cuando se toma como base principios sólidos cuando la forma de organización satisface las pruebas de la lógica, la comunicación y el equilibrio. Las empresas como las que administran servicios tienen cultura organizacional de mantenimiento cuando, además de evidenciar las características de la cultura organizacional, ellas cumplen las siguientes funciones y características:

- Mantenimiento como actividad fundamental.

- Gerencia de mantenimiento.
- Mantenimiento Productivo total.
- Ahorro de recursos, disminución de costos.
- Entrega a tiempo, cero fallas, información interna, cero desperdicios, valor agregado.
- Uso de Parámetros Estadísticos de Mantenimiento (Mantenibilidad, Confiabilidad, Disponibilidad).
- Logística de Mantenimiento, Manuales de Mantenimiento.
- Personal Técnico, Ingenieros de Mantenimiento, Obreros Especializados.
- Permanencia como organización.

El numeroso conjunto de requisitos que deben cumplir las organizaciones para calificar como instituciones que detectan cultura organizacional de mantenimiento sólo han podido formalizarlo, en Venezuela, las grandes Empresas del Estado, entre sus actividades figura el mantenimiento como apoyo a la producción industrial o como dispensadora de servicios a la colectividad.

3.2. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial es un conjunto de actividades realizadas para conservar los bienes, equipos e instalaciones que la empresa posee, en buenas condiciones de funcionamiento, de manera que se garantice la producción del bien o servicio.

La base de sustentación del mantenimiento esencialmente económica. La utilización de los equipos deteriorados reduce la cantidad y calidad de los bienes y servicios producidos, disminuyendo las ganancias es perdida para la empresa. Por otro lado el uso de los equipos en condiciones de deterioro

incrementa los riesgos laborales. El riesgo de siniestro potencial al utilizar equipos en malas condiciones es muy alto, tantos en términos de producción defectuosa o interrumpida, como en términos de accidentes personales. Así mismo, el costo de reemplazar dichos equipos es también muy elevado en términos económicos y encarece el producto o en servicios de que se trate.

3.2.1 Clasificación del mantenimiento

a) El mantenimiento se puede clasificar desde el punto de vista filosófico en:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento Programado

b) Se clasifica desde el punto de vista de su ejecución:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

3.2.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en la plantación sistemática, programación y terminación a tiempo del trabajo de mantenimiento necesario que se diseña para garantizar la mayor disponibilidad de equipos e instalaciones, prolongar la vida útil de los activos de capital y reducir costos. Este trabajo abarca inspección, limpieza, lubricación, reemplazo y reparación, y se programa por año para realizar a intervalos planeado regulares. Las actividades realizadas en los Mantenimientos Preventivos nos deberían garantizar que el equipo será confiable hasta su próxima intervención. La Figura 3.1 muestra el comportamiento grafico del rendimiento de un equipo en uso en el ciclo del mantenimiento preventivo.

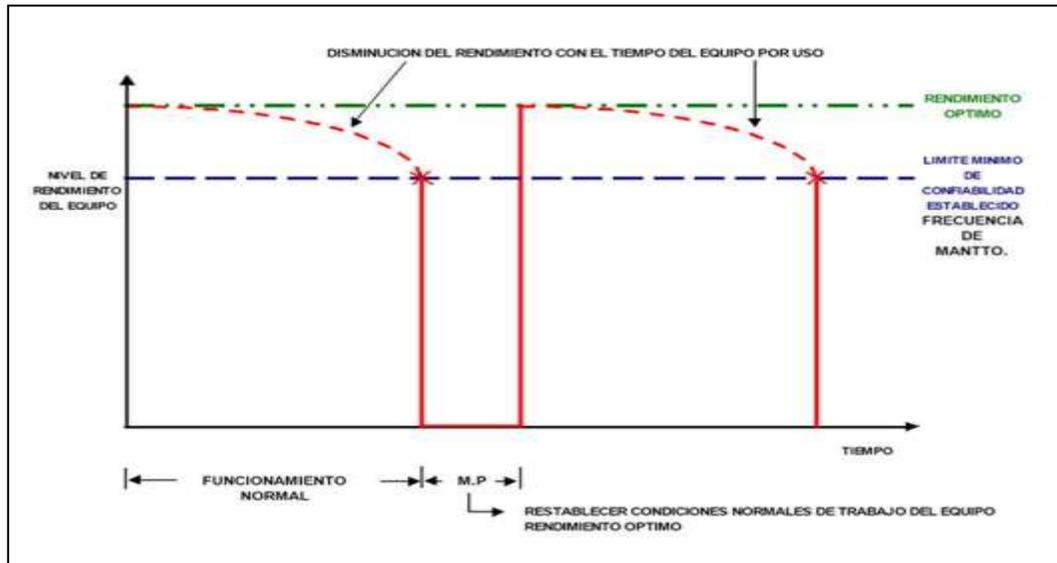


Figura 3.1. Ciclo del mantenimiento Preventivo
 Fuente: 1^{er} Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. 2003

3.2.3 Mantenimiento Predictivo

Acciones de mantenimiento programadas de acuerdo a las evaluaciones de la condición de operación de los equipos, cuyo seguimiento se realiza por medio de la utilización de instrumentos especiales y su ejecución de manera de no afectar a la producción de forma imprevista.

En el programa de mantenimiento predictivo el ingeniero o responsable del mantenimiento analiza las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando y busca el intervalo más apropiado para reemplazarlo. Esto siempre es mucho menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija basado en factores como las horas de maquina o en alguna fecha. En la figura 3.2 se aprecia las etapas del ciclo del mantenimiento predictivo.

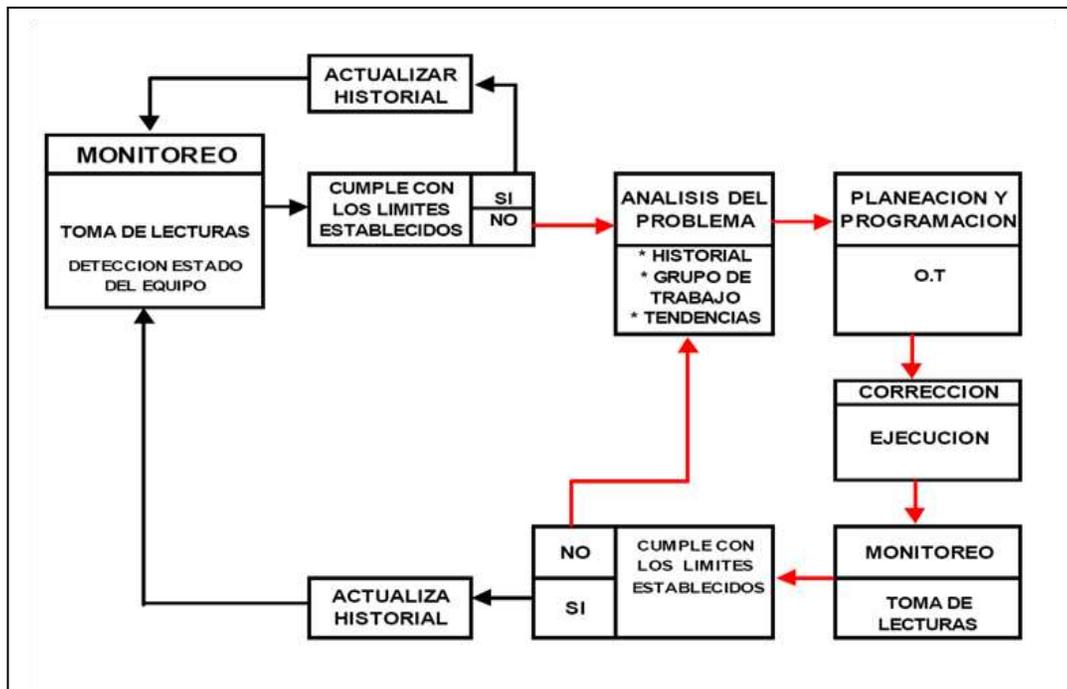


Figura 3.2. Ciclo del mantenimiento Predictivo
 Fuente: 1^{er} Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. 2003

3.2.3.1 Objetivos de mantenimiento Predictivo

- Detectar condiciones del equipo en operación, sin pérdida de tiempo reduciendo los paros del mantenimiento.
- Monitorear y hacer seguimiento al comportamiento y tendencia del equipo detectado con problemas, para que este siga trabajando sin riesgo para la operación, el equipo y el personal y llevarlo a una reparación planeada.
- Reducir los costos debido al uso máximo de los componentes, que son diseñados para el desgaste y no a un cambio en una fecha determinada.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipo.

Estas son algunas de las ventajas principales del mantenimiento predictivo:

- ✓ Advierte de la descompostura antes de que esta ocurra.

- ✓ Mide el alcance de una condición que esté por debajo del estándar.
- ✓ Localiza la causa.
- ✓ Puede ser portátil o fijo.
- ✓ Instantáneo o continuo.
- ✓ Pueda que no requiera que se para la máquina.
- ✓ Se aplica al equipo existente y a las pruebas de aceptación del equipo nuevo.

3.2.4 Mantenimiento Correctivo

Son todas aquellas actividades de mantenimiento planificada y orientadas hacia la restitución de las características de funcionamiento de un equipo o sistema después de ocurrida la falla. Por lo general estas fallas acarrearán retrasos (Demoras) en la productividad y por consecuencia pérdidas para la empresa en general.

3.2.4.1 Ventajas del Mantenimiento Correctivo

- ✓ En equipos auxiliares, que la producción no requiere su reposición inmediata.
- ✓ Reduce el personal de mantenimiento.
- ✓ Distribuye adecuadamente el talento humano en las labores.

3.2.4.2 Desventaja del Mantenimiento Correctivo

- ✓ Produce una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención.
- ✓ Ocasiona daños secundarios y daños en cadena.
- ✓ Se producen paradas y daños imprevisibles a la producción que afectan su planificación de manera incontrolada.

3.2.5 Mantenimiento Programado

Es aquel mantenimiento organizado programado y efectuado con premeditación, control y haciendo uso de registros para tomar acciones periódicas de los posibles problemas existentes en un equipo para prevenir su deterioro.

3.3 CLASIFICACION DE LA AVERIAS EN LOS EQUIPOS

Las anomalías so los defectos y/o deficiencias que pueden presentar un equipo. Estas se clasifican en:

- **Averías:** están constituidas por defectos y/o deficiencia menores en los equipos y que no llegan a dejarlo fuera de servicio o funcionamiento ni constituyen un factor de riesgo.
- **Fallas:** son defectos y/o deficiencia en los equipos por los cuales quedan fuera de funcionamiento y pueden constituir un factor de riesgo.

3.3.1. FALLAS

Es una ocurrencia no predecible inherente al equipo o sistema y que impide que este cumpla su misión.

Las fallas pueden ser tipificadas según se muestra la estructura de la en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1. Tipificación de las Fallas

	Totales	Parciales
Súbitas	Catalépticas	
Progresivas		Por Deriva

Fuente: Confiabilidad en mantenimiento. Ángel Díaz Matalobos. IESA .1992

- **Fallas Totales:** estas fallas causan la incapacidad total del equipo.
- **Fallas Parciales:** cusan degradación del servicio pero no incapacitan al equipo.
- **Fallas Súbitas:** son las fallas que le ocurren al equipo de manera instantánea.
- **Fallas Progresivas:** son las fallas donde el equipo presenta síntomas y después se va presentando gradualmente.
- **Fallas Catalépticas:** Son fallas que son simultáneamente súbitas y totales a la vez.
- **Falla por Deriva:** son las fallas que presenta el equipo y son progresivas y parciales.

3.3.1.1 Diagnóstico de falla

Para lograr agregar valor a una orden de trabajo, antes de su emisión, el emisor debe realizar un “diagnóstico de falla”, que puede ser desde muy simple hasta un diagnóstico avanzado. De este análisis se espera:

- Determinar qué causa activa o dispara la falla.
- Identificar los síntomas observados.
- Determinar las acciones para eliminar los riesgos.
- Obtener información completa sobre la causa y las posibles acciones correctivas.

Cuando se realiza este diagnóstico, además de las observaciones directas en el equipo, si es necesario, deben verificarse los parámetros del proceso.

De este primer diagnóstico, simple, de fallas puede surgir que:

- La causa es algo obvio. En este caso la misma persona puede corregir el problema o requerir al operador del área que lo haga.
- El diagnóstico de falla no ha permitido determinar la causa u obtener información suficiente. En este caso es conveniente pasar a un diagnóstico avanzado de la falla, antes de emitir la orden de trabajo.
- Si la información es suficiente, se procederá a emitir la orden de trabajo.

El diagnóstico avanzado de la falla es más profundo y se recurre a personas más conocedoras de la operación o proceso involucrados o a expertos en los fenómenos que rigen el funcionamiento del equipo que está fallando. Si es necesario se determina qué otros parámetros deben medirse; se realizan las mediciones y se analizan los resultados. Si este diagnóstico avanzado resulta aún insuficiente, es muy posible que se haya alcanzado el umbral a partir del cual debe realizarse un análisis de causa raíz (RCA).

3.3.1.2 Características del comportamiento de las fallas

La curva Tipo A. Conocida como la bañera, comienza con una alta probabilidad de falla (Mortandad infantil), decrece a un periodo de baja probabilidad de falla en forma constante y va incrementando gradualmente la probabilidad de que se presente una falla.

La curva Tipo B. El equipo trabaja por un periodo de tiempo en forma confiable (Baja probabilidad de falla) y con el tiempo va disminuyendo su desempeño con lo cual la probabilidad de falla aumenta en forma gradual.

La curva Tipo C. Indica una probabilidad de incremento de falla constante.

La curva Tipo D. Indica una baja probabilidad de falla inicial y luego un incremento gradual para permanecer constante la probabilidad de falla.

La curva Tipo E. Muestra una probabilidad constante de falla en cualquier tiempo.

La curva Tipo F. Comienza con una alta probabilidad de falla (Mortandad infantil) para decaer a una probabilidad baja y constante de falla.

En la Figura 3.3 se observa los diferentes tipos de comportamiento que tienen las fallas en los equipos durante el funcionamiento.

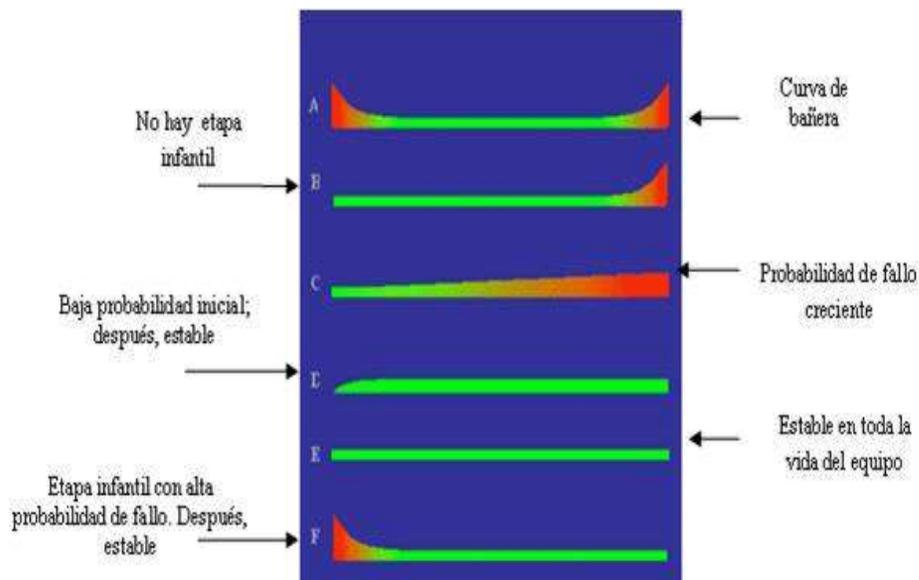


Figura 3.3. Comportamiento de las fallas
Fuente: Técnicas de mantenimiento predictivo de plantas industriales. Santiago García. 2007

3.4 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ (ACR)

Es una metodología disciplinada que permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de falla o incidente que ocurren una o varias veces permitiendo adoptar las acciones correctivas que reducen los costos del ciclo de vida útil del proceso, mejora la seguridad y la confiabilidad del negocio.

3.5 CONFIABILIDAD

La palabra confiabilidad es usualmente utilizada para referirse al conjunto de disciplinas de la mantenibilidad, la disponibilidad, la seguridad y confiabilidad propiamente dicha. La confiabilidad es la propiedad de un sistema (elemento, componente o pieza) de cumplir las funciones para él previstas, manteniendo su capacidad de trabajo bajo los regímenes y condiciones de explotación prescritos y durante el intervalo de tiempo requerido. Dicho de otra forma, la confiabilidad es la propiedad del sistema de mantenerse sin experimentar un suceso de falla durante el tiempo y las condiciones de explotación establecidos.

3.5.1 Análisis de la Confiabilidad

La ejecución de un análisis de la confiabilidad en un equipo o un sistema debe incluir muchos tipos de exámenes para determinar cuán confiable es el equipo o sistema que pretende analizarse. Una vez realizados los análisis, es posible prever los efectos de los cambios y de las correcciones del diseño para mejorar la confiabilidad del equipo.

Los diversos estudios del equipo se relacionan, vinculan y examinan conjuntamente, para poder determinar la confiabilidad del mismo bajo todas

las perspectivas posibles, determinando posibles problemas y poder sugerir correcciones, cambios y/o mejoras en equipos o elementos.

3.6 DISPONIBILIDAD

Es la probabilidad de que el equipo se encuentre en condiciones de cumplir su misión en un instante cualquiera. Relación entre la diferencia del número total de horas del período (horas calendario) con el número de horas de mantenimiento (preventivo, correctivo y otros) en cada ítem controlado y el número de total de horas del período considerado (Ver Figura 3.4).

$$\text{DISP} = \frac{\text{Tp} - \text{Demoras (E+I+M+O)}}{\text{Tp}} \times 100$$

Figura 3.4 Formula de Disponibilidad

Fuente: Informe de Disponibilidad de la Gerencia de PMH

E: Demoras Eléctricas

I: Demoras Automatización

M: Demoras Mecánicas

O: Demoras Operativas

Tp: Tiempo programado

Tp = Tiempo Calendario (24 horas x 7 días x 60 minutos) – Tiempo de Mantenimiento o Stanbay (demoras tipo A).

La disponibilidad del equipo representa el porcentual del tiempo que los ítems quedan a disposición del órgano de operación, para producción.

3.6.1 Disponibilidad según la Teoría de Mantenimiento

Expresa el tiempo en que el equipo está disponible para producir. Debe ser solo mayor que la disponibilidad necesaria si el equipo no es de operación continua. Para equipos de operación continua difícilmente llegue al 100%, siempre será algo menor, pero lo mayor posible (Ver Figura 3.5).

La estimación de disponibilidad se aplica a una línea, un departamento o una planta productiva. El método de cálculo se basa en detectar la línea, departamento que mayores problemas de mantenimiento tiene. Permite poner en evidencia qué porcentaje del tiempo nominal de producción de esa área está afectado por paradas debidas a roturas y/o reparaciones.

La disponibilidad suele medirse en “nueves”. Por ejemplo, una solución cuyo nivel de disponibilidad sea de “tres nueves” es capaz de realizar su función prevista el 99,9 por ciento del tiempo, lo que equivale a un tiempo de inactividad anual de 8,76 horas por año sobre una base de 24x7x365 (24 horas al día, siete días a la semana, 365 días al año). En la tabla 3.2 se muestran los niveles de disponibilidad frecuentes que muchas organizaciones intentan conseguir.

Tabla 3.2. Porcentajes de disponibilidad y tiempo de inactividad anual

Porcentaje de disponibilidad	Día de 24 horas	Día de 8 horas
90%	876 horas (36,5 días)	291,2 horas (12,13 días)
95%	438 horas (18,25 días)	145,6 horas (6,07 días)
99%	87,6 horas (3,65 días)	29,12 horas (1,21 días)
99,9%	8,76 horas	2,91 horas
99,99%	52,56 minutos	17,47 minutos
99,999% (“cinco nueves”)	5,256 minutos	1,747 minutos
99,9999%	31,536 segundos	10,483 segundos

Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

Desgraciadamente, la medida de la disponibilidad no es tan sencilla como seleccionar uno de los porcentajes de disponibilidad que se muestran en la tabla anterior. Debe decidirse primero qué métrica desea utilizar para calificar el tiempo de inactividad. Por ejemplo, una organización puede considerar que se produce tiempo de inactividad cuando una base de datos no está montada. Otra organización puede considerar que sólo se produce tiempo de inactividad cuando más de la mitad de sus usuarios se ven afectados por una interrupción del servicio.

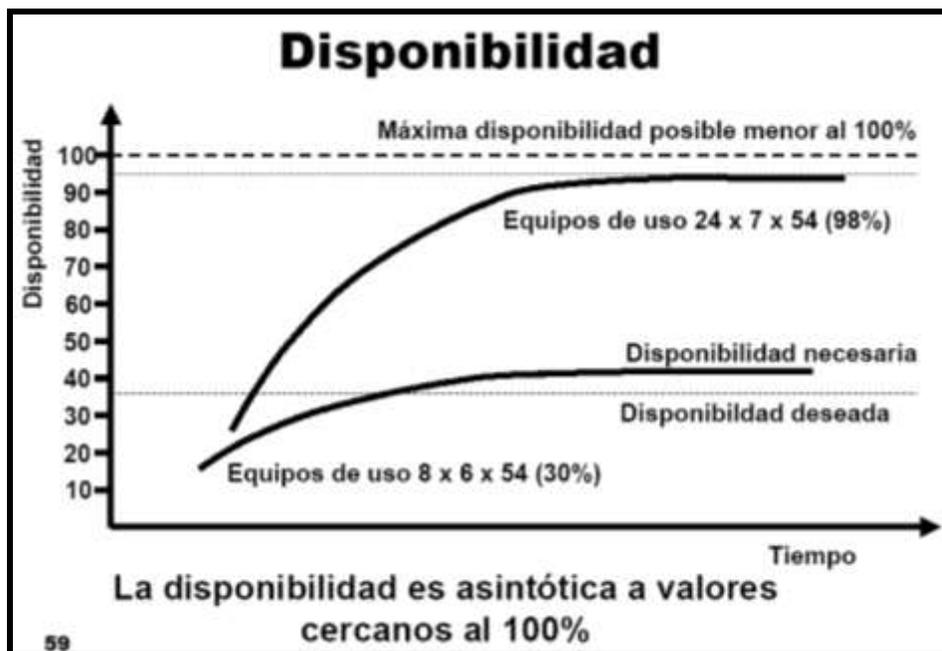


Figura 3.5. Representación grafica de la disponibilidad.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

3.6.2. Disponibilidad de equipos:

Representa el porcentaje (%) del tiempo en que un equipo quedó a disponibilidad del órgano de operación para desempeñar su actividad. Señala la relación entre el tiempo medio entre fallas y la suma con el tiempo medio para reparación. Esta expresión es usada para el cálculo de la disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas.

$$\%DISP = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \times 100$$

Donde:

TMEF: Tiempo medio entre fallas.

TMPR: Tiempo medio para reparación.

3.7 MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que un dispositivo sea devuelto a un estado en el que pueda cumplir su misión en un tiempo dado, luego de la aparición de una falla y cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y con los medios y procedimientos preestablecidos.

3.7.1 Estudio de la Mantenibilidad

La mantenibilidad es un concepto asociado a la ejecución del mantenimiento, la mantenibilidad intrínseca, definida como la probabilidad de devolver al equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (Factores tales como la accesibilidad, modularidad, estandarización y Facilidades de diagnóstico, facilitan enormemente el mantenimiento). Para un diseño dado si las reparaciones se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de preparación depende de la naturaleza de la falla y de las mencionadas características de diseño.

Estudiar la mantenibilidad de los equipos e instalaciones en operación es particularmente interesante ya que resulta usualmente más simple y tiene resultados más inmediatos, es preferible la disponibilidad al reducir los

tiempos de inmovilización (Paradas o Demoras) que disminuir la cantidad de fallas.

3.7.2 Clasificación de los Tiempos de parada

Desde el momento en que ocurre la falla de un equipo hasta que este es devuelto a condiciones operativas, ocurre una serie de eventos que resultan interesantes estudiar utilizando la siguiente Figura 3.6:

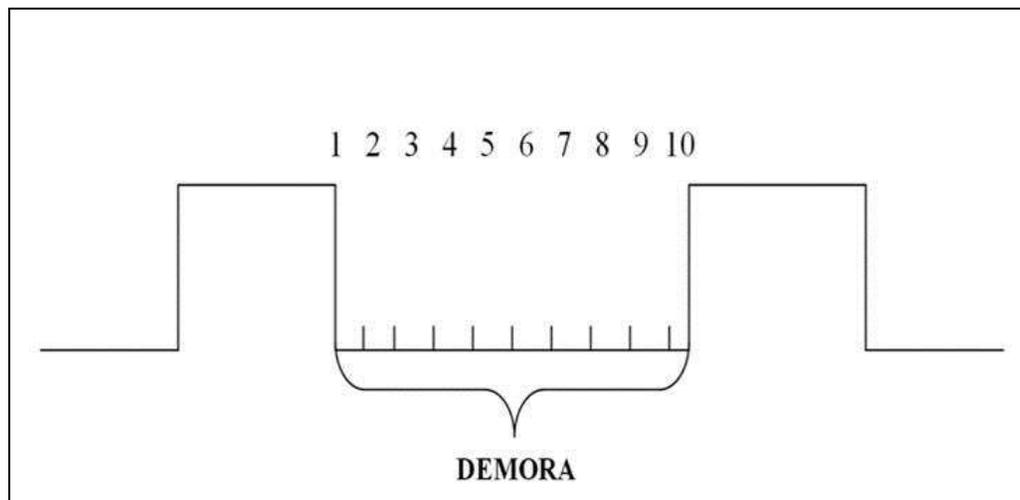


Figura 3.6. Eventos críticos que constituyen una Demora
Fuente: Confiabilidad en mantenimiento. Ángel Díaz Matalobos. IESA .1992

Dónde:

1. Ocurrencia de la Falla. No siempre la falla es detectable de inmediato.
2. Detección de la Falla. La rapidez con que se detecten las fallas depende de la existencia de sistemas de seguimiento de equipos y de la existencia de planes sistemáticos de inspección.
3. Llamadas a los grupos de preparación.
4. Salida de los grupos de preparación hacia el sitio de la falla. Entre la información de recepción de información de una falla y la salida de los grupos de reparación hacia el sitio existe un tiempo de preparación, búsqueda de herramientas y repuestos. Este tiempo también es

función de lo crítico de la falla; si esta es poco crítica, la intervención podrá ser programada y el tiempo de atención se mas largo.

5. Llegada al sitio de reparación. El tiempo de transporte dependerá de la dispersión geográfica de las instalaciones y del nivel de centralización del personal.
6. comienzo del trabajo. El personal operativo no siempre permite acceso franco a los equipos cuando arriban los grupos de reparación.
7. localización de la falla. El tiempo de localización de la falla dependerá de la naturaleza de la falla, las facilidades de diagnostico que existan y la calificación del personal.
8. fin de la reparación. Al completarse la reparación, los equipos deben ser calibrados para garantizar su correcto funcionamiento.
9. fin de la intervención.

La Tabla 3.3 muestra los eventos que ocurren durante una falla en forma secuencial.

Tabla 3.3. Eventos críticos que constituyen la Demora

Nº	Descripción	Entre Eventos	Mejorar en	
			Diseño	Operación
1	Reconocimiento de la Falla	2-1		✓
2	Notificación de la Falla	3-2		✓
3	Preparación	4-3		✓
4	Transporte	5-4		✓
5	Acceso	6-5	✓	✓
6	Diagnostico	7-6	✓	✓
7	Reparación	8-7	✓	✓
8	Calibración y Pruebas	9-8	✓	✓

Fuente: Confiabilidad en mantenimiento. Ángel Díaz Matalobos. IESA .1992

Los tiempos descritos entre los eventos descritos constituyen demoras. Estos periodos pueden ser optimizados según se indica en la tabla anterior.

Algunos mecanismos para disminuir las demoras son:

1. Uso de dispositivos de control de funcionamiento normal (indicadores luminosos o sonoros, tableros de sumarización); inspecciones periódicas; usos de técnicas de predicción de fallas (termografía, ultrasonido, vibrometros).
2. Procedimiento de reporte de fallas.
3. Procedimiento de intervención, uso de almacenes sectoriales, dotación estándar de herramientas, políticas claras que jerarquicen la atención de la fallas.
4. Descentralización de los grupos de mantenimientos, establecimiento de rutas, dotación de vehículos.
5. Procedimiento simple de acceso al sitio de trabajo.
6. Diseño en bloques funcionales, uso de facilidades de diagnósticos interna (Propia del equipo) o externas (instrumentos); entrenamiento del personal en técnicas de detención analítica de falla, uso de facilidades de diagnóstico como trouble-shouter, árboles de falla o sistemas expertos.
7. Mejor accesibilidad a los componentes del equipo, modularidad, uso de materiales y herramientas estándares, entrenamiento del personal, uso de procedimientos de intervención para las fallas más comunes.
8. Unidad de test incorporada al diseño y puntos de conexión para instrumentos externos.

En la práctica, la clasificación de las demoras expuestas es compleja de evaluar, por lo que se recomienda, trabajar con dos intervalos los cuales son mostrados en la Figura 3.7.

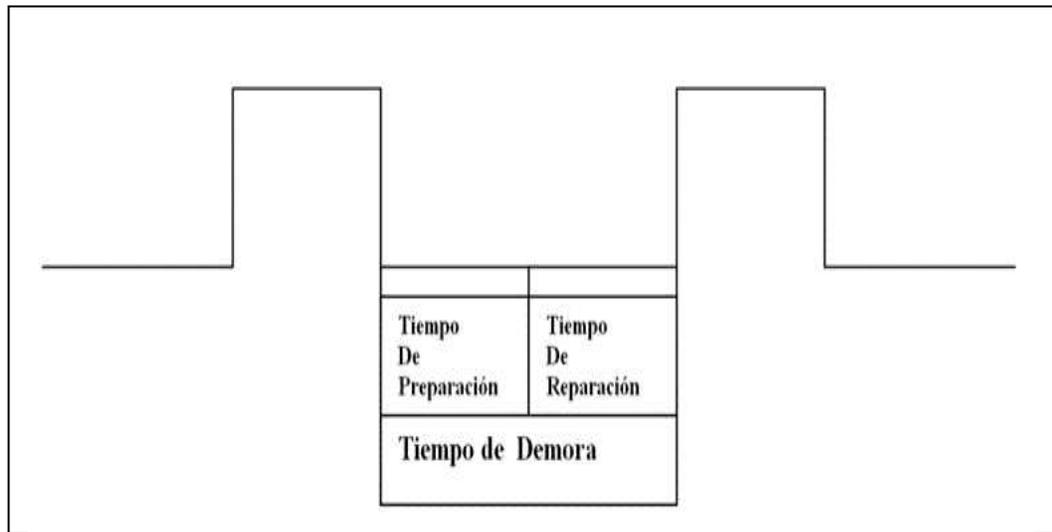


Figura 3.7. Tiempos que constituyen la Demora
 Fuente: Confiabilidad en mantenimiento. Ángel Díaz Matalobos. IESA .1992

3.7.3 Tipos de Demoras por Operaciones

Son demoras causadas por entes o eventos no relacionados con el mantenimiento y por lo tanto no imputables a este. Estas demoras pueden ser internas o externas.

- **Demoras internas:** es el tiempo en que el equipo no puede operar por causas imputables a operaciones, es decir, es una demora que se carga a operaciones por ser este el que interviene en la solución de la causa de retraso en la producción.
- **Demoras externas:** es el tiempo en que la línea no produce, por causas imputables a entes externos a la planta o bien por razón mayor. Este tipo de demora están asociadas a elementos que no están relacionados con el proceso productivo, pero que de una otra manera llegan a parar la producción, un ejemplo muy común de esta es la caída de alta tensión que depende del proveedor externo.

3.8 REGISTROS HISTORICOS

Los registros históricos son la documentación que se tiene sobre experiencias pasadas. Las horas de parada de una línea de producción o de un equipo, se indican en los registros históricos del equipo y se utilizan mas tarde cuando se realizan las mismas reparaciones.

3.8.1 Registro histórico del equipo

El objetivo de un programa de mantenimiento es la reducción de los costos: una forma de controlar los mismos es llevando una historia o registro a los equipos de la planta.

Que contenga: en primer lugar, la relación de las reparaciones y el mantenimiento preventivo a cada maquina, tipo de falla y su costo. Igualmente se pueden detectarse que averías se repiten o si hay reparaciones frecuentes debidas a la misma causa. La fecha en la cual fallo el equipo y la fecha de arranque, información básica para determinar el tiempo entre fallas, tiempo fuera de servicio del equipo o sistema.

Toda esta información se llevara a registros conocidos como registros históricos del equipo, tanto para mantenimiento preventivo como el correctivo.

3.9 SISTEMA DE ORDEN DE TRABAJO

Un sistema de orden de trabajo decide la clase de trabajo que debe hacerse y como, su objetivo es el de establecer un medio de control, planificación y programación de las actividades de mantenimiento, haciendo énfasis en los trabajos de tipo correctivo.

Los beneficios que pueden lograrse de las bondades de este sistema son los siguientes:

- Conocer los tiempos y el costo de los trabajos que se ejecutan.
- Proyectar o disminuir los requerimientos futuros.
- Obtener una mayor efectividad del sistema total.
- Determinar el rendimiento personal.

3.10 NORMALIZACION

Normalización es un proceso que clasifica relaciones, objetos, formas de relación y demás elementos en grupos, en base a las características que cada uno posee. Si se identifican ciertas reglas, se aplica una categoría; si se definen otras reglas, se aplicará otra categoría.

- La Normalización es una actividad de conjunto, orientada por un compromiso de alcanzar el consenso que equilibre las posibilidades del productor y las exigencias o necesidades del consumidor.
- La Normalización establece con respecto a problemas actuales o potenciales, disposiciones dirigidas a la obtención del nivel óptimo de orden. La Normalización consiste en procesos de elaboración, edición y aplicación de normas

3.10.1 Beneficios de la Normalización

Para los Fabricantes:

- Facilita el uso racional de los recursos.
- Reduce desperdicios y rechazos.
- Disminuye el volumen de existencias en almacén y los costos de producción.

- Racionaliza variedades y tipos de productos.
- Mejora la gestión y el diseño.
- Facilita la comercialización de los productos y su exportación.
- Simplifica la gestión de compras.
- Facilita una sana competencia.

La normalización cubre cualquier material, componente, equipo, sistema, interfaz, protocolo, procedimiento, función, método o actividad.

3.11 INDICADORES

El término “Indicador” en el lenguaje común, se refiere a datos esencialmente cuantitativos, que nos permiten darnos cuentas de cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que nos interesa conocer. Los Indicadores pueden ser medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Los indicadores deberán reflejarse adecuadamente la naturaleza, peculiaridades y nexos de los procesos que se originan en la actividad económica–productiva, sus resultados, gastos, entre otros, y caracterizarse por ser estables y comprensibles, por tanto, no es suficiente con uno solo de ellos para medir la gestión de la empresa sino que se impone la necesidad de considerar los sistemas de indicadores, es decir, un conjunto interrelacionado de ellos que abarque la mayor cantidad posible de magnitudes a medir.

3.11.1 La importancia de los indicadores

1. Permite medir cambios en esa condición o situación a través del tiempo.

2. Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones.
3. Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.
4. Son instrumentos valiosos para orientarnos de cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

Algunos criterios para la construcción de buenos indicadores son:

- **Mensurabilidad:** Capacidad de medir o sistematizar lo que se pretende conocer.
- **Análisis:** Capacidad de captar aspectos cualitativos o cuantitativos de las realidades que pretende medir o sistematizar.
- **Relevancia:** Capacidad de expresar lo que se pretende medir.

Indicadores Cuantitativos: Son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades.

Indicadores Cualitativos: Son los que se refieren a cualidades. Se trata de aspectos que no son cuantificados directamente. Se trata de opiniones, percepciones o juicio de parte de la gente sobre algo.

Indicadores Directos: Son aquellos que permiten una dirección directa del fenómeno.

Indicadores Indirectos: Cuando no se puede medir de manera directa la condición económica, se recurre a indicadores sustitutos o conjuntos de indicadores relativos al fenómeno que nos interesa medir o sistematizar.

Indicadores Positivos: Son aquellos en los cuales si se incrementa su valor estarían indicando un avance hacia la equidad.

Indicador Negativo: Son aquellos en los cuales si su valor se incrementa estarían indicando un retroceso hacia la inequidad.

Indicadores: El sistema de indicadores debe caracterizar el nivel técnico – organizativo de desarrollo de la empresa, los recursos que posee y los resultados generales de la actividad productiva con una alta calidad, los recursos que posee y la eficiencia de su empleo. De la correcta aplicación de estos indicadores depende la localización y movilización de la reserva internas.

3.11.2. Indicadores de Mantenimiento

Son parámetros cuantitativos de control que permiten determinar el comportamiento y la efectividad del sistema de mantenimiento, estos parámetros son absolutos o relativos.

La teoría de conjuntos expresada en el Diagrama de Venn de Estados (Ver Figura 3.8) el cual dice que para lograr estos indicadores debemos analizar lo ocurrido dentro de un determinado tiempo, es decir, el tiempo calendario o el tiempo en horas que transcurre entre dos fechas. El período puede ser un mes, bimestre, trimestre, semestre o año.



Figura 3.8. Diagrama de Vann de Estados.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

En el diagrama anterior el conjunto “U”, es el conjunto universo, y en él se encuentran todas las horas calendario del período que hemos seleccionado. Este conjunto de horas puede dividirse en dos conjuntos menores, las horas que el equipo estuvo disponible o indisponible. A su vez, estos conjuntos están formados por otros menores que marcan los sucesos sobre el equipo

3.11.3 Los 7 indicadores inmediatos en mantenimiento

A continuación se describen los siete principales indicadores en mantenimiento:

- **TMEF.**

Expresa el tiempo promedio entre intervenciones. Se pueden estudiar un solo equipo o varios equipos similares. Extender el TMEF es aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos (Ver Figura 3.9).

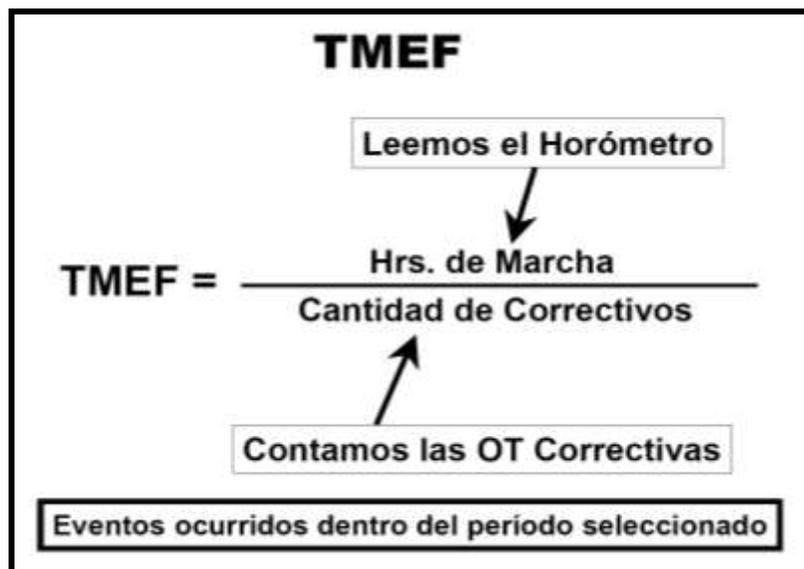


Figura 3.9. Formula del Tiempo Medio Entre Fallas.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• **TMPR**

Expresa el tiempo promedio que se demora en reparar el equipo cada vez que es intervenido. Se puede analizar un equipo o un grupo de equipos similares. Extender el TMPR mejora la disponibilidad de los equipos (Ver Figura 3.10).

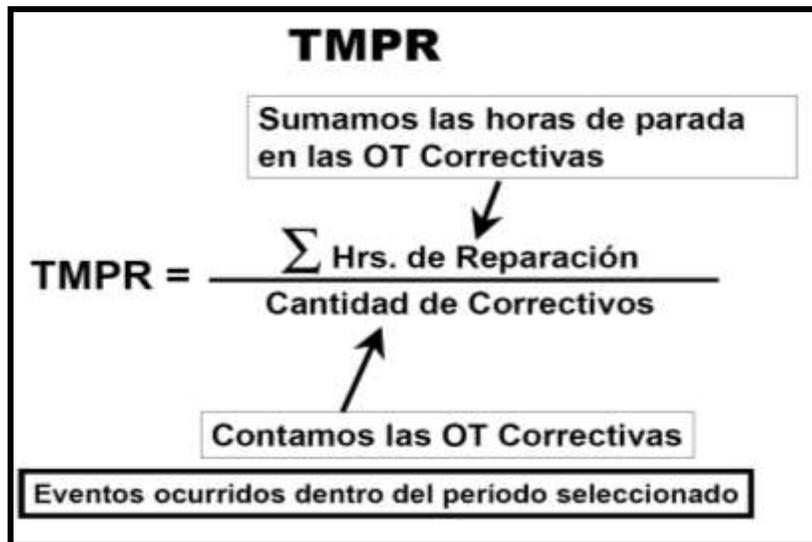


Figura 3.10. Formula del Tiempo Medio Para Reparar.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• **Confiabilidad**

Expresa de alguna manera la confianza de nuestro equipo para trabajar un determinado período sin fallas. Es posible lograr una confiabilidad del 100%, más aún cuando los equipos no son de uso continuo, o pertenecen a un sistema redundante (Ver Figura 3.11).



Figura 3.11. Formula de Confiabilidad.
 Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• Disponibilidad

Esta ecuación es usada para el cálculo de la disponibilidad de un sistema de producción. Mide el grado con el que los recursos del sistema están disponibles para su uso. (Ver Figura 3.12)



Figura 3.12. Formula de Disponibilidad.
 Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• **Confiabilidad por TMEF**

Esta ecuación debe ser usada para equipos que no son de uso continuo, pues no considera los tiempos en reserva. Para equipos de uso continuo, ambas formas de cálculo darán el mismo valor (Ver Figura 3.13).

$$\text{Conf.} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}$$

$$\text{Conf} = \frac{\frac{\text{Hs.E/S}}{\text{N}^\circ \text{ Fallas}}}{\frac{\text{Hs.E/S}}{\text{N}^\circ \text{ Fallas}} + \frac{\text{Hs.F/Sc}}{\text{N}^\circ \text{ Fallas}}}$$

$$\text{Conf} = \frac{\text{Hs.E/S}}{\text{Hs.E/S} + \text{Hs.F/Sc}}$$

Figura 3.13. Formula de la Confiabilidad por TMEF.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• **Tiempo entre Mantenimientos Preventivos**

Expresa, en promedio, cada cuanto tiempo el equipo o conjunto de equipos son sometidos a mantenimientos preventivos. Su valor debe incrementarse para incrementar la producción. Es una herramienta del planificador (Ver Figura 3.14).

**Tiempo Medio Entre
Mantenimientos Preventivos**

Leemos el Horómetro

↓

Hrs. En Servicio

Nº Mttos Preventivos

↑

Contamos las OT Preventivas

$$\text{TEMP} = \frac{\text{Hrs. En Servicio}}{\text{N}^\circ \text{ Mttos Preventivos}}$$

Figura 3.14. Formula de TMEMP.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

• Tiempos para Mantenimientos Preventivos

Expresa el tiempo promedio que el equipo está detenido por las intervenciones preventivas. Su valor debe ser disminuido para incrementar la producción. Es una herramienta del planificador (Ver Figura 3.15)



Figura 3.15. Formula de TPMP.
Fuente: <http://www.simingeneria.com.ar>

3.4 OTROS CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN MANTENIMIENTO

3.4.1 Seguridad

Características del sistema relativo a su capacidad para prevenir accidentes o para minimizar su ocurrencia y severidad. Considera los riesgos que afectan a personas y propiedades.

3.4.2 Paradas

Es un evento que impide que el equipo cumpla su misión. Las paradas pueden agruparse en operacionales, por mantenimiento preventivo o inspección, por causas externas (interrupción de corriente, siniestro) y por fallas.

3.4.3 Reparaciones

Es cualquier acción de mantenimiento realizada para solucionar una avería o una falla.

3.4.4 Inspecciones

Es la revisión física que se realiza para constatar el buen funcionamiento de un equipo. Puede incluir o no acciones de mantenimiento, de acuerdo a procedimientos preestablecidos. Puede ser periódica o eventual.

3.5 DEFINICION DE LOS TIPOS DE DEMORAS EXISTENTES EN LA LINEA DE PRODUCCION

El tener bien definido los tipos de demoras permitirá al personal técnico tener una mejor visión con respecto a las situaciones presentadas durante una avería, logrando así ser objetivo en cuanto a su apreciación sobre la clasificación de las averías dentro de un determinado tipo de demora, igualmente servirá de referencia a futuro personal que se relacione con esta actividades. A continuación se presenta las definiciones de las demoras existentes en la línea de producción:

3.5.1 DEMORAS PROGRAMADAS TIPOS “A”

Son todas aquellas demoras que no están asociadas a la línea de producción de la gerencia de PMH, y que generalmente se dan porque están previamente programadas como es el caso de los requerimiento por mantenimiento o programación de producción, y que son responsabilidades

de la Gerencia, y por otro lado los beneficios contractuales de la convención colectiva, así como lo relacionado a los días feriados del calendario.

Este tipo de demora por su condición es considerada una demora inevitable dentro del proceso. Un ejemplo de esta demora sería el mantenimiento o paradas de planta, requerimiento de producción entre otros. En lo que se refiere a los beneficios contractuales y días feriados podríamos citar el día de descanso legal o personal en permiso especial, día feriado.

3.5.2 DEMORAS ELECTRICAS TIPO “E”

Son aquellos tipos de demoras que están asociados a los equipos de la línea de producción de la Gerencia de PMH, y que ocurren cuando los componentes o elementos eléctricos de los equipos dejan de funcionar de forma súbita ya sea por fallas en la alimentación eléctrica o el mismo componente como tal.

Muchos sistemas, objetos o equipos en la línea de producción poseen partes eléctricas y estas son susceptibles de acciones que pueden interrumpir su funcionamiento y así reducir su óptimo desempeño. Las fallas de índole eléctrica se pueden catalogar de impredecible, aleatorias o fortuitas.

Algunos ejemplos de partes eléctricas de los sistemas o equipos son:

- Switch de encendido.
- Motor.
- Resistencia.
- Tablero eléctrico.
- Contactores.

- Fusibles.
- Rele.
- Entre otros.

Las demoras eléctricas se clasifican en función del elemento que ocasiona la falla o parada del equipo, es decir, aquel componente eléctrico que falle de forma progresiva o súbita ya sea por agentes internos o externos de la línea de producción.

3.5.3 DEMORAS MECANICAS TIPO “M”

Son demoras que están asociadas a los equipos de producción de PMH, este tipo de demora ocurre cuando los elementos mecánicos de un equipo fallan de forma progresiva y súbita, trayendo como consecuencia la parada del equipo. Estas averías pueden ocurrir por el desgaste del elemento mecánico o por circunstancia del proceso que provoque que falle de forma súbita.

Al igual que las demoras eléctricas, las demoras mecánicas se clasifican en función del elemento o componente mecánico del equipo que falle progresiva o súbitamente ya sea por agentes externos o interno de la línea de producción. Se incluyen aquí todo lo relacionado a las actividades de soldaduras de equipos o estructuras que soporten a los equipos.

Algunos ejemplos de componentes o elementos mecánicos serian los siguientes:

- Motores
- Rodamientos
- Rodillos

- Poleas
- Engranaje
- Cilindros
- Piñones
- Acoples
- Cadenas
- Cintas o correas transportadoras
- Entre otros

3.5.4 DEMORAS OPERATIVAS TIPO “O”

Son aquellos tipos de demoras que no están asociados a los equipos de la línea de producción de PMH, y que ocurren o son producidas en la mayoría de los casos por el material que se procesa en la línea de producción. Estas demoras se dan en muchos casos por la dimensiones del material que ingresa a la línea de producción, causando en algunos casos atascos o bloqueo de los equipos por el sobredimensionado del material. Otras de las demoras operativas son ocasionadas por las impurezas que contiene el material proveniente de la minas, ocasionando que los elementos metálicos o no metálicos produzcan paro en el proceso por atasco en algún componente del equipo.

La clasificación de esta demora debe estar asociada al material procesado, es decir, la demora estará condicionada a clasificarse de forma operativa cuando el mineral sea el causante del paro de la línea de producción, tomando en cuenta la humedad que este tenga, es decir, será operativa cuando el mineral tenga bajo porcentaje de humedad.

Las actividades de limpieza y desbloqueo de componentes de los equipos tales como poleas, cintas, embudos son considerados demoras operativas por lo antes descrito.

Algunas actividades de tipo operativo son las siguientes:

- Limpieza de embudo.
- Destrancando o desbloqueando embudo.
- Sacando piedra de la cinta transportadora.
- Sacando piedra sobredimensionada.
- Deslizamiento de polea por mineral húmedo.
- Entre otros.

3.5.5 DEMORAS DE AUTOMATIZACION E INSTRUMENTACION TIPO “I”

Son demoras que están asociadas a los componentes de automatización e instrumentación de los equipos de la línea de producción de PMH. Este tipo de demora ocurre cuando los componentes de automatización e instrumentación fallan de forma fortuita ocasionando la parada de este y por ende de la línea de producción.

Los equipos de la línea de producción de la Gerencia de PMH cuentan con componentes de automatización que se encargan de dar o enviar información sobre la condición del funcionamiento del equipo a los técnicos de la sala de control central que está localizada remotamente de estos.

La clasificación de esta demora se hace en función del componente o instrumento que falle independientemente del agente externo o interno que produzca la avería, es decir, que el instrumento palle por causa de una roca, riel, durmiente u otro objeto que produzca su fallo.

3.5.6 DEMORAS DE FERROCARRIL TIPO “F”

Son todas aquellas demoras asociadas a las operaciones de la Gerencia de Ferrocarril, las cuales están caracterizadas por circunstancia que de una u otra forma interrumpen las operaciones de acarreo o traslado del mineral de hierro desde la minas hasta el patio de volteo de vagones, y que la causa raíz de la demora son por problemas mecánicos de las locomotoras, descarrilamiento de la locomotora o problemas en los sistemas de rieles de la vía férrea.

Otras circunstancias que pertenecen al proceso de traslado del mineral y que ocasionas demoras inevitables para el proceso son las ocasiona por el ferrocarril al buscar el corte de vagones de mineral.

Entre las demoras más comunes en el proceso de acarreo de ferrocarril podemos citar algunas:

- Buscando corte.
- Esperando vagones cargados.
- Esperando por tripulación.
- Falla en la locomotora.
- Ferrocarril en maniobras.
- Vagón mal acoplado.
- Vagón no pica.
- Vagón descarrilado.
- Entre otras.

3.5.7 DEMORAS NATURALES TIPO “N”

Son aquellas demoras que no están asociadas al proceso de producción, es decir, el origen de sus causas es ajeno al proceso y son

ocasionadas por condiciones climatológicas y/o geológicas de la región donde se encuentre localizada la planta. Entre las demoras naturales causadas por condiciones climatológicas tenemos las lluvias, que dependiendo de la intensidad de las precipitaciones pueden llegar a parar el proceso productivo, esto debido a que la alta humedad dificulta el manejo del mineral de hierro en los distintos equipos del proceso productivo. Este difícil manejo del mineral causado por las lluvias se evidencia en las Tolvas y las Cintas Transportadoras.

Por otro lado las causas por condiciones geológicas podemos está asociada a aquellas demoras que ocurren por movimientos sísmicos o terremotos, que pueden llegar a afectar a las instalaciones de la empresa logrando así que se para el sistema de producción.

3.5.8 DEMORAS DE CALIDAD TIPO “W”

Son todas aquellas demoras causadas por la parada del proceso para la toma de muestra del mineral de hierro para su posterior análisis de su calidad. Por otro lado este tipo de demoras son causadas por el requerimiento de la Gerencia de Calidad para el procesado de un mineral en específico así como el cambio del apilamiento del mineral de un área hacia otra área. Otro tipo de demora asociado a la calidad es el cambio de corte de vagones de un determinado mineral por otro, ya sea por requerimiento del mineral a procesar o porque el mismo contenga mucha chatarra.

3.5.9 DEMORAS POR VOLTEO LENTO TIPO “X”

Son las demoras que están asociadas al nivel de funcionamiento del picador de vagones, es decir, se producirá una demora por volteo lento cuando el picador de vagones opere de forma lenta por circunstancias

asociadas a su funcionamiento. Por otro lado también esta asociada al porcentaje de humedad del mineral proveniente de la mina, lo cual causa que el proceso de volteo tenga que realizarse de forma lenta por la dificultad en el manejo del mineral humedo.

Este tipo de demora no detiene el proceso de la línea de producción, la cual para el momento de ocurrencia de la demora esta disponible.

3.5.10 DEMORAS VARIAS TIPO “V”

Son todas aquellas demoras las cuales no estas asociadas a la línea de producción y que la ocurrencia de estas no concuerdan dentro de las definiciones de las otras demoras de la línea de producción, y que generalmente ocurren por factores o elementos externos.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del trabajo de investigación es preciso enmarcar el mismo dentro de un contexto metodológico, que permitirá organizar las acciones para la recolección, organización, análisis e interpretación de la realidad aplicando los siguientes métodos:

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Acorde a las estrategias que enmarcan el estudio y el procedimiento que se emplea para el desarrollo del mismo, se puede precisar que la investigación cumple con los siguientes tipos:

De acuerdo a la estrategia de recolección de los datos se tiene que es una investigación de Campo, ello porque la información se obtiene en la locación donde se concibe y es recopilada en el presente de la misma. En este sentido, FEDUPEL (2006) indica que “Se entiende por Investigación de Campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad... Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios” (p. 18).

Por otra parte se tiene que cónsono a la estrategia de análisis de información, la investigación es del tipo Descriptiva, porque comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la disponibilidad de la línea de producción, para el cual se evaluará el método actual de la disponibilidad.

En el campo de la metodología de la investigación Roberto, H, SHAMPIERI (2003), señala que: La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. (p.119)

El tipo de investigación a realizar se considera del tipo evaluativo, ya que se requiere analizar las condiciones de cálculo de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción en la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro, la segunda fase consiste en una investigación no experimental del tipo aplicada. En tal sentido NARVÁEZ (2001) establece: Puesto que se formula una solución a la problemática expuesta, mediante los conocimientos necesarios para la elaboración de la normalización que registren las actividades y todos los procesos ejecutados en la unidad en estudio, y así el servicio ofrecido tenga características tales que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente que es lo que se considera como primordial (p.45).

La investigación es del tipo aplicada ya que al ser implementados los criterios estandarizados se puede lograr que la data de las demoras sea más confiable evitando así la diferencia de criterios y el solapado de las demoras dentro de las demoras varias.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

En la presente investigación la población que sirve como objeto de observación o estudio es de tipo finita y estará representada por la información sobre los indicadores y demoras que se genera en un periodo de diez años. En referencia a lo anterior se entiende por población o universo de estudio a "...la totalidad de un conjunto de elementos, seres u objetos que se desea investigar y de la cual se estudiará una fracción (la muestra) que se

pretende que reúna las mismas características y en igual proporción” Ezequiel Ander-Egg. (1983:176).

Debido a la naturaleza del estudio y en función de los objetivos planteados la muestra objeto de análisis que se tomará es la del sub-sistema de la línea de producción para evaluar la disponibilidad, y mediante procedimiento estadístico se calculó una muestra de tres años (ver Apéndice). Es importante mencionar que el análisis de la disponibilidad de la línea de producción se hará a través de los registros históricos con que él cuenta la empresa de las demoras de la línea de producción contenida en el FERRO-4164 desde el 01 de enero del año 2008 hasta el 31 de Diciembre del 2010, y donde se especifica: la fecha, el turno, área, hora de inicio, hora final de la demora, cantidad de minutos, tipo de demora equipo, y descripción de la demora; también se utilizará la información de los informes de gestión mensual y anual.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención y medición de los datos así como de la información relacionada con el análisis se utilizarán las siguientes técnicas de recolección de datos basadas en métodos científicos.

4.3.1 Revisión Bibliográfica

La recolección y el análisis teórico de las referencias bibliográficas serán realizadas con información obtenida mediante el uso de la red de Internet, intranet corporativa, archivos personales, trabajos de investigación, información de otras empresas relacionadas con el tema y bibliotecas.

4.3.2 Observación Directa

Mediante la observación directa a través de traslados efectuados a las áreas operativas donde se realizan los procesos industriales y administrativo, recabar y anotar toda la información para el desarrollo del estudio.

4.3.3 Entrevista no Estructurada

Es aquella que consiste en la no-estandarización formal, involucrando, por tanto, un margen grande de libertad para formular las preguntas y las respuestas. Dentro de la entrevista no estructurada se encuentran las de tipo informal, que es la modalidad menos estructurada posible, ya que se reduce a una simple conversación sobre el tema de estudio.

Este tipo de instrumento se empleará principalmente para obtener la información precisa y detallada de los procesos de las áreas de estudio. Se aplicará a las personas ligadas directamente con los procesos.

4.3.4 Recursos y Materiales de recolección de datos

4.3.4.1 Normas, Manuales y Registros

Las normas y manuales a utilizar son los siguientes: manual de ingeniería industrial, registros históricos de las demoras, informes de gestión e informe de producción y carga de demoras, así como también se revisará los procedimientos obligatorios exigidos para concretar el estudio para la Gerencia de PMH.

4.4. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

Para el desarrollo del presente estudio se usarán los siguientes recursos:

Recursos físicos:

- ✓ Tablero de madera.
- ✓ Lapiceros y lápices.
- ✓ Hojas tamaño carta.
- ✓ Computadora.
- ✓ Impresora.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Libros

Recursos humanos

- ✓ Personal bibliotecario.
- ✓ Analistas de Planificación de producción de control central PMH
- ✓ Tutor Industrial.
- ✓ Tutor Académico.

Equipos de protección personal

- ✓ Botas de seguridad.
- ✓ Camisa manga corta.
- ✓ Pantalón largo (tela jean)
- ✓ Casco y lentes.

4.5. PROCEDIMIENTO

A continuación se presenta el procedimiento realizar para el estudio:

1. Recorrido en planta para conocer el proceso de la línea de producción desde Volteo Primario y Secundario hasta Apilamiento y Planta de Secado.
2. Consulta de Manuales Operativos, textos bibliográficos, y visitar páginas web para obtener bases teóricas que avalen la realización de la investigación.
3. Descripción de la situación actual, a través del análisis del registro histórico de las demoras y disponibilidad y del modelo de cálculo de disponibilidad utilizado por la empresa.
4. Identificación de los factores que afectan el cálculo de la disponibilidad de la línea de producción de la gerencia de PMH.
5. Realización de un diagrama Causa-Efecto para el análisis de los factores que afectan la disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH.
6. Verificación de la distribución porcentual de los equipos de la línea de producción en la malla operacional.
7. Determinación de la disponibilidad de la línea de producción a través de información contenida en la base de datos de la empresa.
8. Comparación a través de gráficos la disponibilidad de la línea de producción, con la disponibilidad de mantenimiento y analizar la brecha.
9. Planteamiento de propuestas que permitan el incremento en los indicadores de disponibilidad de la línea de producción de PMH.
10. Actualización de la descripción de las demoras contenidas en el sistema mySAP de la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro (PMH).

CAPITULO V

SITUACION ACTUAL

En el desarrollo de este capítulo se expone la situación actual que presenta la Gerencia de PMH con relación a la disponibilidad de la línea de producción.

5.1. SITUACION ACTUAL DEL LOS INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION DE LA GERENCIA DE PMH

La Gerencia de PMH a través de la Superintendencia de Planificación y Control y su dependencia que es la Jefatura de Control de Gestión son los responsable de la generación de información que contiene los informes de Gestión, los cuales indican la condiciones en las cuales se encuentra la planta, tanto en los niveles de producción como en sus indicadores de disponibilidad en sus diferentes áreas.

Estos indicadores son obtenidos a través de una data que se genera mediante la información que se obtiene del FERRO-4164 (Producción y Carga Puerto Ordaz ver anexo1), donde se carga toda la información de la producción diaria, y los diferentes tipos de demoras que se generan en los equipos que integran el sistema productivo de la Gerencia de PMH. Estas demoras son cargadas en el sistema mySAP.

A continuación en la Figura 5.1 se muestra la pantalla del SAP donde se cargan los reportes de demoras para Puerto Ordaz. En esta se puede observar que para cada área se despliega una ventana con las demoras que se generan en esa área

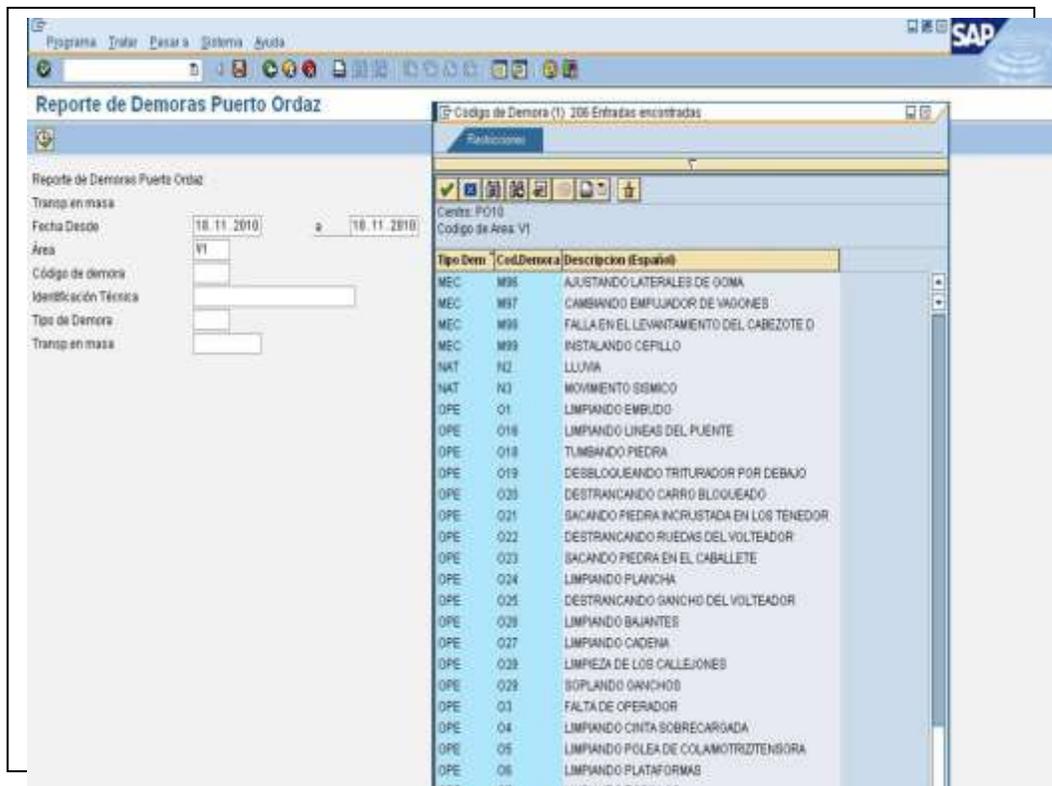


Figura 5.1 Pantalla del SAP donde se cargan los reportes de demora
Fuente: Sistema mySAP de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

Actualmente este sistema presenta problemas con el cargado de las demoras, debido a que los reportes de demoras por parte del personal de turnos de Operaciones difieren en los criterios de las descripciones de las diferentes demoras, con respecto a los planificadores de producción los cuales son los responsables del cargado al sistema de la data (Ver Anexo 2).

Esta situación conlleva a que la generación del indicador de disponibilidad pueda no ser confiable, ya que la información de la ocurrencia

de la falla se puede tergiversar al llegar esta hasta el planificador de la producción.

5.2 PROCESO DE CÁLCULO ACTUAL DEL INDICADOR DE DISPONIBILIDAD

Una vez realizado este informe (FERRO-4164), los transcriptores de datos se encargan de registrar esta información en la base de datos utilizada actualmente en la empresa, el sistema mySAP, mediante el cual se generan los informes de gestión diario, semanal, mensual y anual.

El informe de gestión se inicia con un comentario general del periodo en estudio comparando los valores reales de la producción versus los valores meta o planificados. Obteniendo así un porcentaje de rendimiento para el periodo.

Luego se realiza el análisis de la cantidad de Mineral Vaciado Puerto Ordaz y a manera de comentarios se añaden las demoras más relevantes, es decir, las que paralizan durante más tiempo la línea de producción (Solo las Áreas V1, V2 y V3) colocando el equipo asociado, la causa o descripción de la causa de la demora y el tiempo en hora en paréntesis.

Tomados los valores de la cantidad de vagones y las toneladas vaciadas se cuenta con suficiente datos para calcular la productividad en vagones por turno (Vag./turno). Y tomando en cuenta las demoras que se presentaron durante el proceso productivo se calculan los porcentajes de disponibilidad de la línea de producción. Cabe destacar que para estos cálculos no se tomen en cuenta las demoras tipo A (Programadas), ni las demoras tipo V (Varias).

Además, en el informe presentado semanalmente por la Gerencia de PMH se presenta un gráfico que muestra la incidencia del total de demoras de la línea de producción.

Así, si una demora, por ejemplo Tipo M, fue cargada como tipo V, no será tomada en cuenta para los cálculos de disponibilidad de la línea de producción, ni de la productividad. Esta situación hace que los indicadores no sean lo más ajustado a la realidad.

La Figura 5.2 muestra un ejemplo del proceso de cálculo del índice de disponibilidad de la línea de producción de la gerencia de PMH.

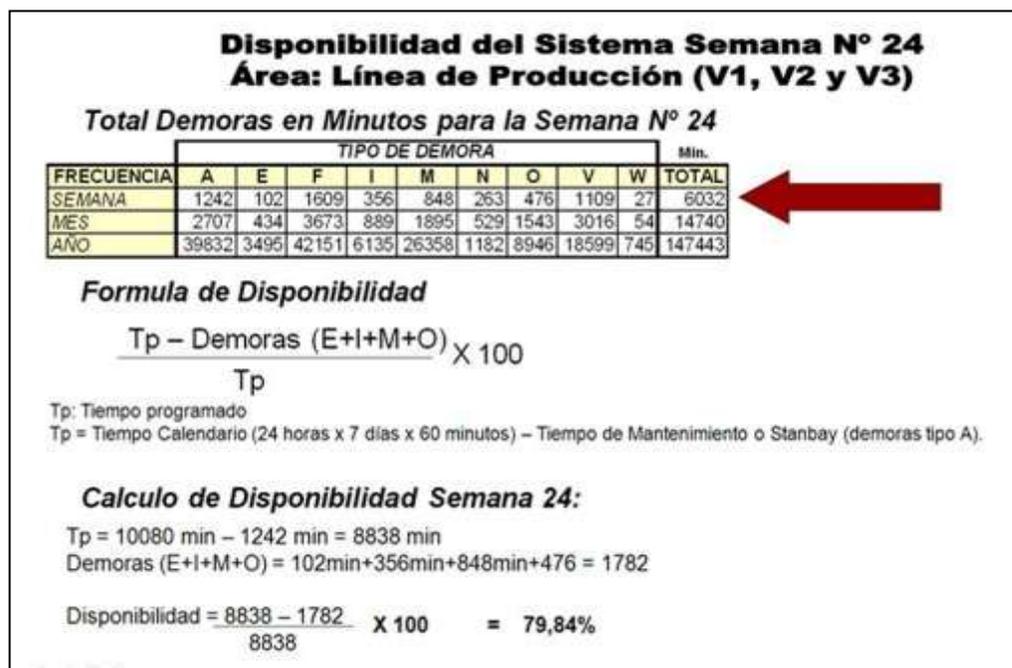


Figura 5.2 Ejemplo del cálculo de Disponibilidad en la gerencia PMH
Fuente: Informes de Disponibilidad de La Gerencia de PMH

La fórmula utilizada por PMH para el cálculo de la disponibilidad de la línea de producción es la siguiente:

$$\text{Disp.} = \frac{T_p - \text{Demoras (E+I+M+O)}}{T_p} \times 100$$

En la Gerencia de PMH ocurren varios tipos de demoras asociadas a los equipos y otras circunstancias del sistema productivo, estas demoras están codificadas de la siguiente manera en la tabla 5.1:

Tabla 5.1. Nomenclatura de las demoras de PMH

TIPO DE DEMORA (NOMENCLATURA)	DESCRIPCIÓN
A	Demoras programadas
X	Demoras por Volteo Lento
W	Demoras de calidad
E	Demoras eléctrica
F	Demoras de ferrocarril
I	Demoras de instrumentación
M	Demoras mecánica
N	Demoras naturales
O	Demoras operativa
V	Demoras varias (causas externas al proceso)

Fuente: Catálogo de demoras de PMH (año 2005)

El coordinador de Control de Gestión de la Producción es el encargado de realizar la operación matemática para el cálculo del indicador, la cual consiste en sumar los tiempos de las demoras que intervienen en el proceso de cálculo. Estas demoras son: Demoras eléctrica (E), Demoras de instrumentación (I), Demoras mecánica (M) y Demoras operativa (O). Las demoras programadas(A) son consideradas para obtener el tiempo efectivo de operatividad de la planta, ya que estas demoras que no están asociadas a la línea de producción de la Gerencia de PMH, y que generalmente se dan porque están previamente programadas como es el caso de los requerimiento por mantenimiento o programación de producción, y que son responsabilidades de la Gerencia, y por otro lado los beneficios contractuales

de la convención colectiva, así como lo relacionado a los días feriados del calendario.

Sumados los tiempos de las demoras programadas, estos se le restan al tiempo calendario para obtener el tiempo programado. Este tiempo programado conjuntamente con el tiempo de las demoras son sustituidos en la fórmula de la disponibilidad la cual dará el indicador.

La Gerencia de PMH tiene como plan de disponibilidad en todas sus áreas un 85% como piso de referencia para evaluar la operatividad de la planta. El gráfico 5.1 muestra los indicadores de disponibilidad obtenidos durante el año 2009, donde su promedio anual fue de un 82%. La línea horizontal al eje de las X representa el plan fijado por PMH.

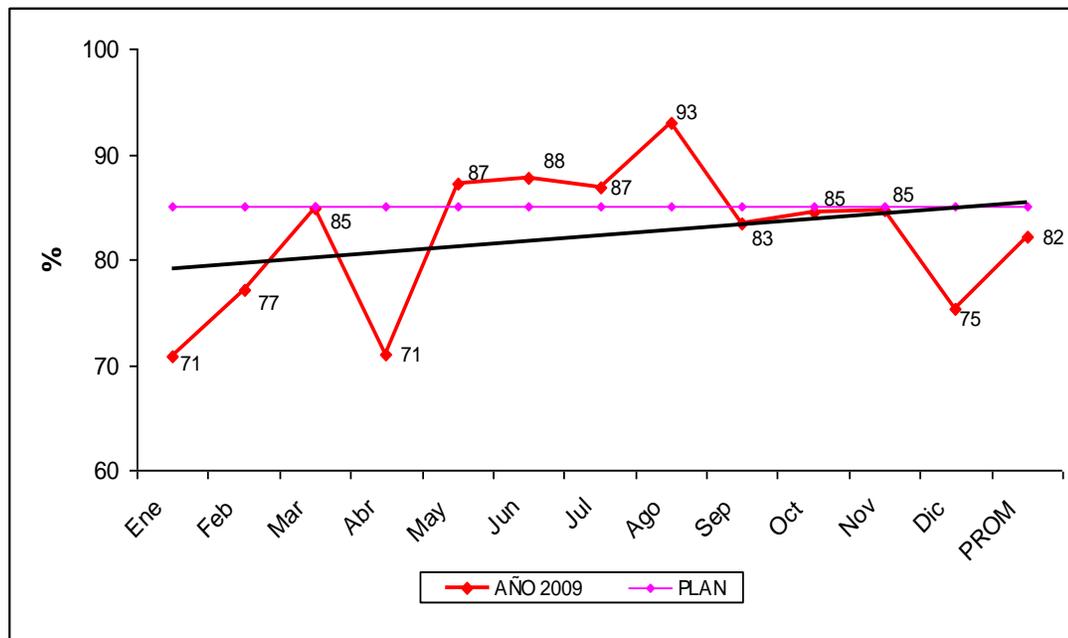


Gráfico 5.1. Disponibilidad de la línea de producción de PMH en el año 2009.
Fuente: Jefatura de Control de Gestión de Producción PMH.

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos de la evaluación de la disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH de CVG Ferrominera Orinoco exponiendo las técnicas aplicadas para dicha evaluación.

6.1 ANALISIS DE LOS DATOS HISTÓRICOS DE LA DISPONIBILIDAD Y DEMORAS DE LOS EQUIPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA GERENCIA DE PMH

En el presente objetivo específico se estará analizando los datos históricos que intervienen en el proceso de cálculo de los indicadores de disponibilidad en la Gerencia de PMH

6.1.1 PROMEDIO DE DEMORAS OCURRIDAS EN LA LINEA DE PRODUCCION

Para el presente estudio se tomó una muestra de tres (3) años de los registros históricos de las demoras, que va desde el 01 de enero del año 2008 hasta el 31 de Diciembre del año 2010. Esta muestra se determinó a través de un procedimiento estadístico que tuvo como población un periodo de diez años y el cual se puede observar en el apéndice 1. En la Tabla 6.1 se aprecia la cantidad de demoras ocurridas en la Gerencia de PMH en el

periodo de estudio. En este periodo ocurrieron un total de 106.884 demoras, pero en las áreas de producción (V1_V2_V3) ocurrieron un total de 26.386 demoras, la cual representa un promedio del 24,64% de las demoras de la Gerencia.

Tabla 6.1. Demoras totales PMH, línea de producción y por porcentaje por año (01/01/08-31/12/10).

AÑO	DEMORAS TOTALES DE PMH	DEMORAS V1_V2_V3	%
2008	36.792	9.629	26,17
2009	34.579	7.645	22,11
2010	35.513	9112	25,66
	106.884	26.386	24,64

Fuente: Jefatura de Control de Gestión de la Producción de PMH.

En el Grafico 6.1 se observa de forma general la ocurrencia de las demoras en la Gerencia de PMH durante el periodo de estudio, y donde destaca que en el año 2008 con un total de 36.782 demoras procesadas.

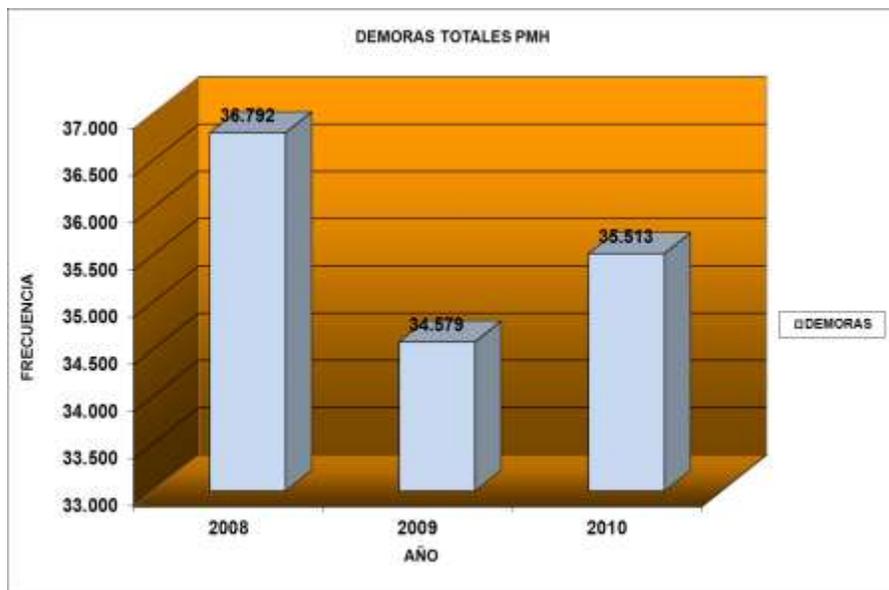


Grafico 6.1. Demoras Totales de la Gerencia PMH (01/01/08-31/12/10)

Fuente: Tabla 6.1.

En la tabla 6.2 se muestra las cantidades de demoras ocurridas en las áreas V1, V2 y V3 en los años 2008, 2009 y 2010. También contiene las demoras total ocurridas con sus respectivos porcentajes. En el grafico 6.2 se puede apreciar de forma general el porcentaje de demoras totales por áreas, destacando en área V1 con un 88,29% de las demoras de la línea de producción.

Tabla 6.2. Demoras del periodo de estudio de la línea de producción

CANTIDAD DE DEMORA POR AREA	2008	2009	2010	TOTAL	%
V1	8.230	7.008	8.058	23.296	88,29
V2	1.000	467	866	2.333	8,84
V3	399	170	188	757	2,87
TOTAL	9.629	7.645	9.112	26.386	100

Fuente: Registros históricos de las demoras de PMH

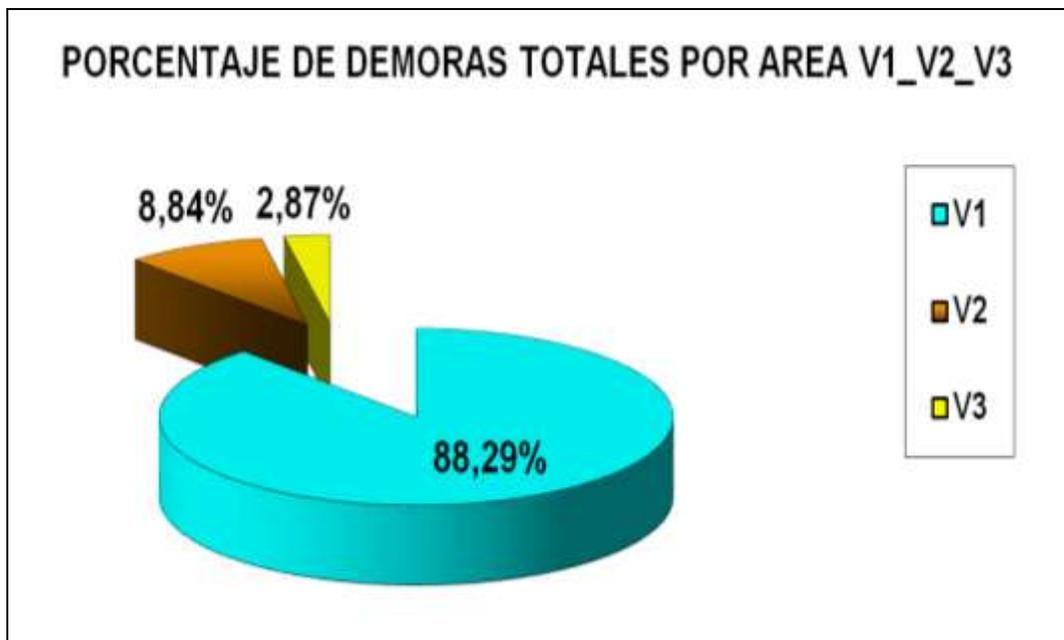


Gráfico 6.2. Demoras Totales de la línea de Producción (01/01/08-31/12/10)

Fuente: Tabla 6.2.

6.1.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS REGISTROS HISTÓRICOS DE LAS DEMORAS

En el presente estudio se realizó el análisis de la información obtenida de los registros históricos de las demoras en un periodo de tres (3) años, que comprende desde el 01 de enero del año 2008 hasta el 31 de diciembre del año 2010.

Durante el estudio de los registros históricos de las demoras ocurridas en la línea de producción, se registraron un total de 26.386 demoras en las áreas V1, V2 y V3. La Tabla 6.3 muestra la ocurrencia de la cantidad de demoras por tipo de demoras, allí se aprecia que las demoras varias tienen una ocurrencia de 5.681 demoras, representando el segundo tipo de demora con mayor ocurrencia con un 21,53% por detrás de las demoras de ferrocarril con un 37,75% y 9.962 ocurrencias, y seguida por las demoras mecánicas con 4.181 demoras y 15,85%.

Tabla 6.3. Demoras del periodo de estudio de la línea de producción

CANTIDAD DE DEMORAS DEL PERIODO DE ESTUDIO			
DEMORAS	CANT.	%	%ACUML.
F	9.962	37,75	37,8
V	5.681	21,53	59,3
M	4.181	15,85	75,1
A	2.406	9,12	84,2
I	2.009	7,61	91,9
O	1.078	4,09	95,9
E	760	2,88	98,8
N	258	0,98	99,8
W	32	0,0012	99,9
X	19	0,07	100
TOTAL	26.386	100	

Fuente: Registros históricos de las demoras de PMH (01/01/2008-31/12/2010)

Para efecto del cálculo de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción las demoras varias, ferrocarril, programadas, naturales,

calidad y volteo lento no cuentan ya que son demoras externas o que no son inherentes al sistema productivo.

En este estudio solo se trabajó haciendo hincapié en las demoras mecánicas, operativas y las demoras varias, donde esta última se llegó a la conclusión de eliminarlas dentro de los tipos de demora en la Gerencia de PMH, ya que en estas demoras varias se estaban solapando otras demoras, es decir, las calificación de otras demoras se estaban cargando a las demoras varias, y por ende afecta los indicadores de disponibilidad.

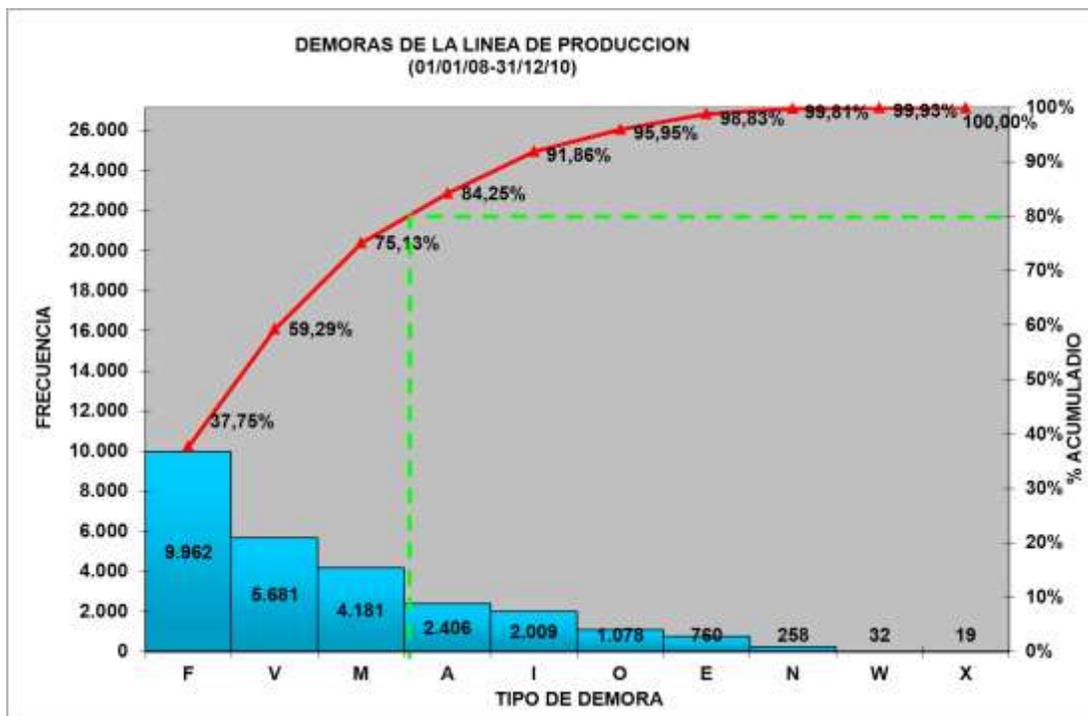


Gráfico. 6.3. Pareto de los tipos de demoras (01/01/2008-31/12/2010)
Fuente: Tabla 6.3.

En el diagrama de Pareto presentado en el gráfico 6.3 demuestra que el 80% de las demoras que ocurren en la línea de producción corresponden a las demoras de Ferrocarril (F), demoras Varias (V) y demoras Mecánicas (M).

Como ya se sabe las demoras varias no entran en el cálculo de los indicadores de disponibilidad, y en la cual se encuentran contenidas demoras que corresponden a otra clasificación.

Para el cálculo de la disponibilidad se consideran los tiempo de las demoras eléctricas (E), instrumentación (I), mecánicas (M) y operativas (O). La Tabla 6.4 muestra los tiempos consumidos por cada tipo de demora durante el periodo de estudio, allí se puede apreciar que las demoras varias tuvieron un tiempo de 113.101 minutos, los cual es una cantidad de tiempo considerable que no se toma en cuenta en el cálculo del indicador y que debido a la diferencia de criterio en la calificación de la demora con lleva a que este indicador no sea cien por ciento confiable.

Tabla 6.4. Tiempo en minutos por tipo de demora

TIEMPO POR DEMORA DEL PERIODO DE ESTUDIO			
DEMORAS	TIEMPO (min.)	%	%ACUML.
A	378.954	34,70	34,70
F	343.208	31,43	66,13
M	145.542	13,33	79,46
V	113.101	10,36	89,82
I	40.616	3,72	93,54
O	39.977	3,66	97,20
E	18.014	1,65	98,85
N	10.901	1,00	99,85
X	1.104	0,10	99,95
W	580	0,05	100
TOTAL	1.091.997	1	

Fuente: Registros históricos de las demoras de PMH (01/01/2008-31/12/2010)

En el grafico 6.4 de Pareto se puede apreciar que las demoras Varias no entran dentro del 80% que son las demoras vitales integradas por las demoras Programadas, de Ferrocarril y mecánicas, pero de igual forma es tiempo que afecta la confiabilidad de los indicadores de disponibilidad.

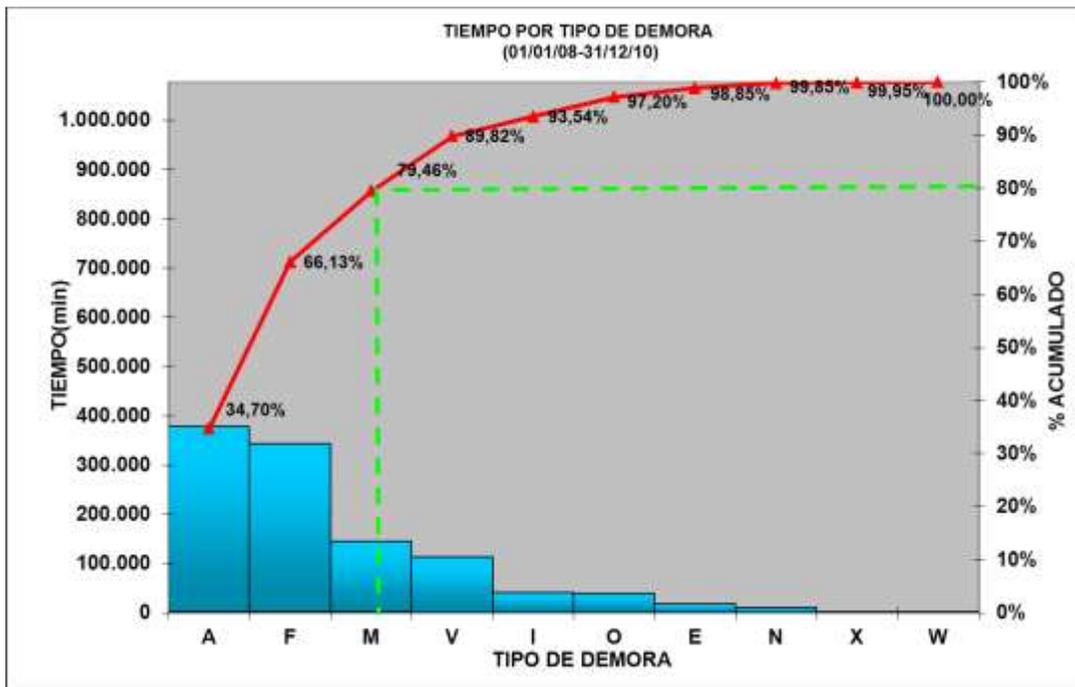


Gráfico. 6.4. Pareto de los tiempos de las demoras (01/01/2008-31/12/2010)
Fuente: Tabla 6.4.

6.1.2 ANALISIS DE LOS DATOS HISTORICOS DE LOS INDICADORES DE DISPONIBILIDAD DE LA LINEA DE PRODUCCION

Para un Gerente es poco interesante conocer la confiabilidad o mantenibilidad de cada elemento de una planta, no así tener un indicador de comportamiento global de la planta y poder profundizar la información en caso necesario; detectando por ejemplo, de manera progresiva el subsistema culpable de la baja disponibilidad global, el equipo o equipos culpables dentro de ese subsistema, y finalmente, conocer si la caída de disponibilidad del equipo o línea de producción.

En CVG Ferrominera Orinoco, C.A. a través de la Jefatura de Control de Gestión de Producción se lleva el control de la data de los indicadores de disponibilidad y producción durante el año. La información está contenida en los informes de gestión que se realizan semanal, mensual y anual. En la

tabla 6.5 muestra los datos históricos de producción y disponibilidad de la línea de producción en un periodo de 10 años que fueron recopilados y organizados en dicha tabla para una mejor visualización de la data. Esta muestra los planes de indicadores de producción y disponibilidad y lo que realmente se obtuvieron durante ese periodo.

Tabla 6.5. Indicadores de Disponibilidad y Producción de la línea de producción de la Gerencia de PMH.

AÑOS	Producción		Uso Disponibilidad (uso del equipo)		Disponibilidad del sistema	
	PLAN	REAL	PLAN	REAL	PLAN	REAL
2001	15.870.888,00	16.161.463,00	85,00	55,36	85,00	84,07
2002	15.324.441,00	16.540.604,00	85,00	52,18	85,00	84,55
2003	16.326.979,00	16.361.869,50	85,00	64,28	85,00	82,84
2004	17.329.517,00	16.183.135,00	85,00	72,26	85,00	81,13
2005	18.297.540,00	16.971.426,00	85,00	69,3	85,00	84,63
2006	19.265.563,00	17.759.717,00	85,00	49,31	85,00	88,14
2007	17.991.261,00	16.269.556,00	85,00	72,65	85,00	76,96
2008	17.159.289,00	15.166.589,00	85,00	64,65	85,00	79,78
2009	13.166.460,00	11.629.055,00	85,00	48,5	85,00	82,55
2010	12.508.137,00	11.727.602,25	85,00	53,25	85,00	77,10

Fuente: Jefatura de Control de Gestión de Producción PMH.

Estos indicadores contienen situaciones particulares tales como la que se dio en el año 2001 donde se tuvo como plan de producción 15.870.888 toneladas de mineral de hierro para una disponibilidad de 85% de la planta, y se logró obtener 16.161.463 toneladas, 290.575 toneladas por encima de lo planeado, todo ello con una disponibilidad de la planta de 84,07%, es decir, 0.93% por debajo de la disponibilidad planeada. Igualmente para el año 2002 se tuvo como plan de producción 15.324.441 toneladas con una disponibilidad planeada de 85%, y se logró obtener como producción real 16.540.604 toneladas con una disponibilidad de la planta de 84,55%. En ambos años se obtuvieron niveles de producción muy por encima de lo

planeado por la Gerencia de PMH, pero los indicadores de disponibilidad que se obtuvieron están por debajo del plan.

Esta circunstancia es debido a una serie de acontecimientos que se dan en la línea de producción, entre los cuales podemos citar:

- La disponibilidad mecánica de la línea de producción está de acuerdo a lo planificado, por lo tanto los equipos tienen una alta disponibilidad de operación.
- Los equipos críticos o en serie se mantienen operativo durante largos periodos, y en caso de fallar se minimiza el tiempo de reparación entre fallas, logrando así mantener los niveles de producción.
- El ambiente laboral se mantiene en armonía. Los programas de incentivos a los trabajadores tienen mucha incidencia en los indicadores de la empresa, ya que a cambio de beneficios contractuales el trabajador se siente comprometido con la operatividad de la planta, esforzándose por mantener los niveles de disponibilidad y producción en sus respectivas áreas o departamentos. CVG Ferrominera Orinoco, C.A, tenía como política el incentivo a sus trabajadores con bonos de producción cuando producía por encima de la planeado (record de producción).
- La disponibilidad y producción en la Gerencia de minas y ferrocarril juegan un papel fundamental en estos indicadores. Una alta disponibilidad y producción de los equipos en la extracción del mineral de hierro, así como los equipos de acarreo (trenes), garantizan que la fluidez del suministro de mineral al área de volteo de PMH sea constante, incrementando así la producción.
- Para el año 2002 la disponibilidad física de la línea de producción se ubicó en 86,84%, porcentaje que está por encima de lo planeado.

- La disponibilidad del sistema en los años 2001 y 2002 está por debajo de lo planeado debido a que las fallas o demoras ocurridas en los equipos redundantes o paralelos. Estos al fallar no ocasionan paros de la línea de producción. Tal es el caso de la línea V2 en el triturador terciario, en cual consta de 10 cernidoras. En esta estación si llega a fallar 3,4 o 5 equipos se puede seguir produciendo por las demás cernidoras hasta solventar la falla de las de demás. Esta situación evidentemente baja el indicador de disponibilidad del sistema.

La otra situación particular con estos indicadores se dio en el año 2006 donde la Gerencia de PMH estableció como plan de producción 19.265.563 toneladas para una disponibilidad de planta de 85%, logrando obtenerse 17.359.717 toneladas como producción real con una disponibilidad del sistema de 88,19%. Se produjo muy por debajo de lo planeado por la gerencia pero se tuvo un indicador de disponibilidad muy por encima del plan.

Esta condición de producir por debajo del plan con una disponibilidad muy por encima de lo planeado puede estar sujeta a una seria de factores o circunstancia dentro de la empresa los cuales se nombran a continuación.

- La humedad del mineral. Esta juega un papel muy importante en el sistema productivo de CVG Ferrominera Orinoco, debido a que mientras más húmedo es el mineral este se hace de difícil manejo a través de los diferentes equipos de la línea de producción, en especial en V1 y V2, ya que el alto porcentaje de humedad hace que los embudos se tapen de mineral, las cintas transportadores deslicen en las poleas de cola y se desalineen. Esto ocasiona que el sistema productivo se ponga lento, es decir, la disponibilidad del sistema es elevada porque están produciendo; pero el volumen de mineral

procesado es menor por su condición física contribuyendo esto a que la producción caiga.

- Mineral contaminado o con residuos sólidos de la mina. Esta situación no es continua su ocurrencia, pero cuando ocurre se intervienen tiempos considerables para corregir las eventualidad. Los dientes de pala, os durmientes de madera o de concreto, los rieles de vía férrea, son algunos de los residuos sólidos que trae el mineral proveniente de la mina, estos en muchos casos ocasionan obstrucción en los embudos de la línea de producción ocasionando que esta se pare. Este tipo de material también bloquee los trituradores.
- Los problemas con los equipos de extracción y acarreo de mineral. Estos también influyen en la caída de la producción, mas no de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción. Las fallas o poca disponibilidad de equipos en la mina hacen que la producción del mineral caiga. En la Gerencia de ferrocarril la poca disponibilidad de trenes, los descarrilamientos en las vías férreas ocasionan que baje la producción, mas no así el indicador de disponibilidad de la línea de producción.
- Los conflictos laborales. Estos ocasionan paros del personar ya sea por reuniones con el sindicato o reclamos contractuales. Esta situación hace que el sistema se pare pero está disponible. Trayendo como consecuencia la caída de la producción, pero no del indicador d disponibilidad de la línea de producción. La motivación del trabajador también influye ya que este no dispondría del 100% de su capacidad para realizar sus actividades de trabajo en función de la producción.
- Falla en los equipos principales. Este tipo de falla ocurren de forma intempestiva

En gráfico 6.5 se muestra los valores de disponibilidad que se obtuvieron para el año 2009. En él se puede apreciar las desviaciones que se

dieron para os meses de enero, febrero, abril y diciembre las cuales son bastante significativas, ya que están por debajo del 80% de disponibilidad.

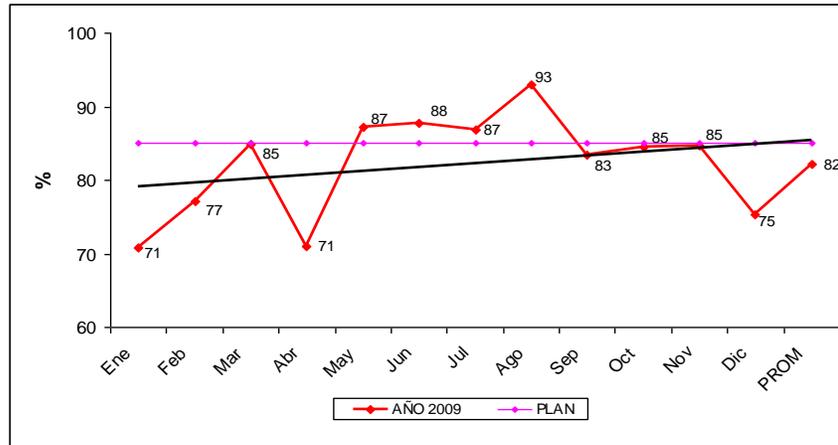


Gráfico 6.5. Disponibilidad de la línea de producción para el año 2009.
Fuente: Jefatura de Control de Gestión de Producción PMH

La disponibilidad promedio de la Línea de Producción para el año 2009 fue de 82%, se puede observar que a partir del mes de Marzo tiene una tendencia Positiva, sin embargo para el mes de Abril la tendencia fue negativa debido a la parada de mantenimiento mayor de 23 turnos en la Línea de Producción, logrando mantenerse estable durante el periodo Mayo - Noviembre disminuyendo nuevamente en el mes de Diciembre.

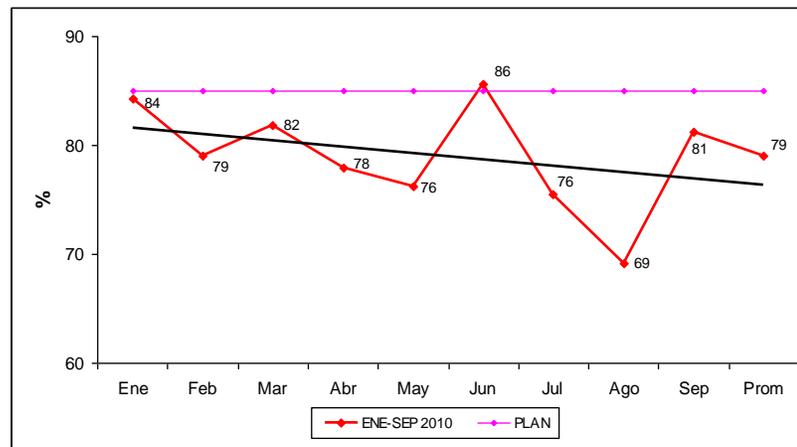


Gráfico 6.6. Disponibilidad de la línea de producción para el año 2010.
Fuente: Jefatura de Control de Gestión de Producción PMH

En el grafico 6.6 la disponibilidad promedio de la Línea de Producción para el periodo transcurrido del año 2010 es de 79% cuya tendencia es a la baja, sin embargo se observa que para el mes de Junio tiene una tendencia Positiva por encima de lo planificado, a partir del cual la tendencia se acentúa mas a Negativa.

6.2 ANALISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE CÁLCULO DEL INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA GERENCIA DE PMH

Se describe a continuación el proceso de carga o registro de las demoras que ocurren en la gerencia de PMH, así como también la secuencia de pasos en un diagrama de flujo del cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción.

6.2.1 PROCEDIMIENTO ACTUAL PARA EL REGISTRO DE LAS DEMORAS

El procedimiento que sigue la Gerencia de Procesamiento de Mineral de Hierro para el registro de las demoras durante el proceso productivo, es el siguiente:

- a) Detectada la avería o evento en el área, el personal técnico comunica vía radio a los técnicos de turno de control central.
- b) Los Técnicos transcriben lo descrito por el técnico del área en un formato (denominado Sucio).
- c) El Jefe de Turno recibe el formato para su revisión y carga al formato FERRO-4164 “Producción y Despacho Puerto Ordaz”.
- d) El FERRO es enviado vía intranet (correo) por la Jefatura de Turnos de Operaciones a los Técnicos de Planificación de la Producción.

e) El Técnico de Planificación cargan la información en el sistema mySAP. El FERRO-4164 consta de la siguiente información para el registro de las demoras:

- FECHA: en este campo se coloca la fecha de la demora.
- TURNO: se coloca el turno en el cual se generó la demora. Hay tres turnos de 8 horas cada uno.
- AREA: se coloca en código del área donde se generó la demora.
- DEMORA: en este campo se coloca el código de la demora generada en el área (Ver Tabla 6.6).

Tabla 6.6. Nomenclatura de las demoras de PMH

TIPO DE DEMORA (NOMENCLATURA)	DESCRIPCIÓN
A	Demoras programadas
X	Demora por Volteo Lento
W	Demoras de calidad
E	Demoras eléctrica
F	Demoras de ferrocarril
I	Demoras de instrumentación
M	Demoras mecánica
N	Demoras naturales
O	Demoras operativa
V	Demoras varias (causas externas al proceso)

Fuente: Catálogo de demoras de PMH (año 2005)

- HORA DE INICIO Y FINAL: en este campo se coloca la hora en la cual se inició la demora, y la hora en la cual culminó la demora.
- EQUIPO: en este campo se coloca en equipo en el cual ocurrió la demora.
- DESCRIPCION: en este campo se describe en forma breve y concisa la causa de la demora.

- f) El Técnico emite y revisa diariamente el reporte LIDER1D3 (Informe de Control de Gestión “Resumen de Producción y Demoras”), que resume el registro de producción y demoras de los tres turnos operativos del día anterior.
- g) Entrega el reporte LIDER1D3 a la Jefatura de Turnos de Operaciones para su revisión y validación. En caso de errores lo devuelve para su corrección.

El campo de descripción de la causa de la demora es el que presenta problemas por la diferencia de los criterios que se manejan de una persona a otra. La data descrita anteriormente es copiada y pegada en un archivo Excel (Ver Anexo 2), donde se lleva el registro por año.

6.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE CALCULO DE INDICADOR DE DISPONIBILIDAD

Este diagrama de flujo describe la secuencia desde la generación de la avería en las áreas operativas hasta la emisión del reporte LIDER1D3 “Resumen de Producción y Demoras” donde se analizan los niveles de producción y los indicadores de disponibilidad de la Gerencia diariamente. También se generan los reportes LIDER1D4, LIDER1D5 y LIDER1D8 los cuales corresponden a los reportes semanal, mensual y anual de la producción, demoras y disponibilidad de la línea de producción y que revisan la información contenida en el reporte en reunión semanal, mensual y anual por las Superintendencias de la Gerencia o representantes de esas áreas e invitados, con el fin de analizar las variaciones y establecer las acciones a ejecutar cuando existan desviaciones. Se anexa a este la obligatoriedad de la generación del aviso de mantenimiento los cuales son Z1 por inspección y Z2 por avería, este aviso permite llevar el registro de las intervenciones de mantenimiento a los diferentes equipos de la línea de producción, y que son de vital importancia para el estudio de la mantenibilidad del equipo.

A continuación en la figura 6.1 se representa el diagrama de flujo del proceso de carga de demoras de en el la Gerencia de PMH.

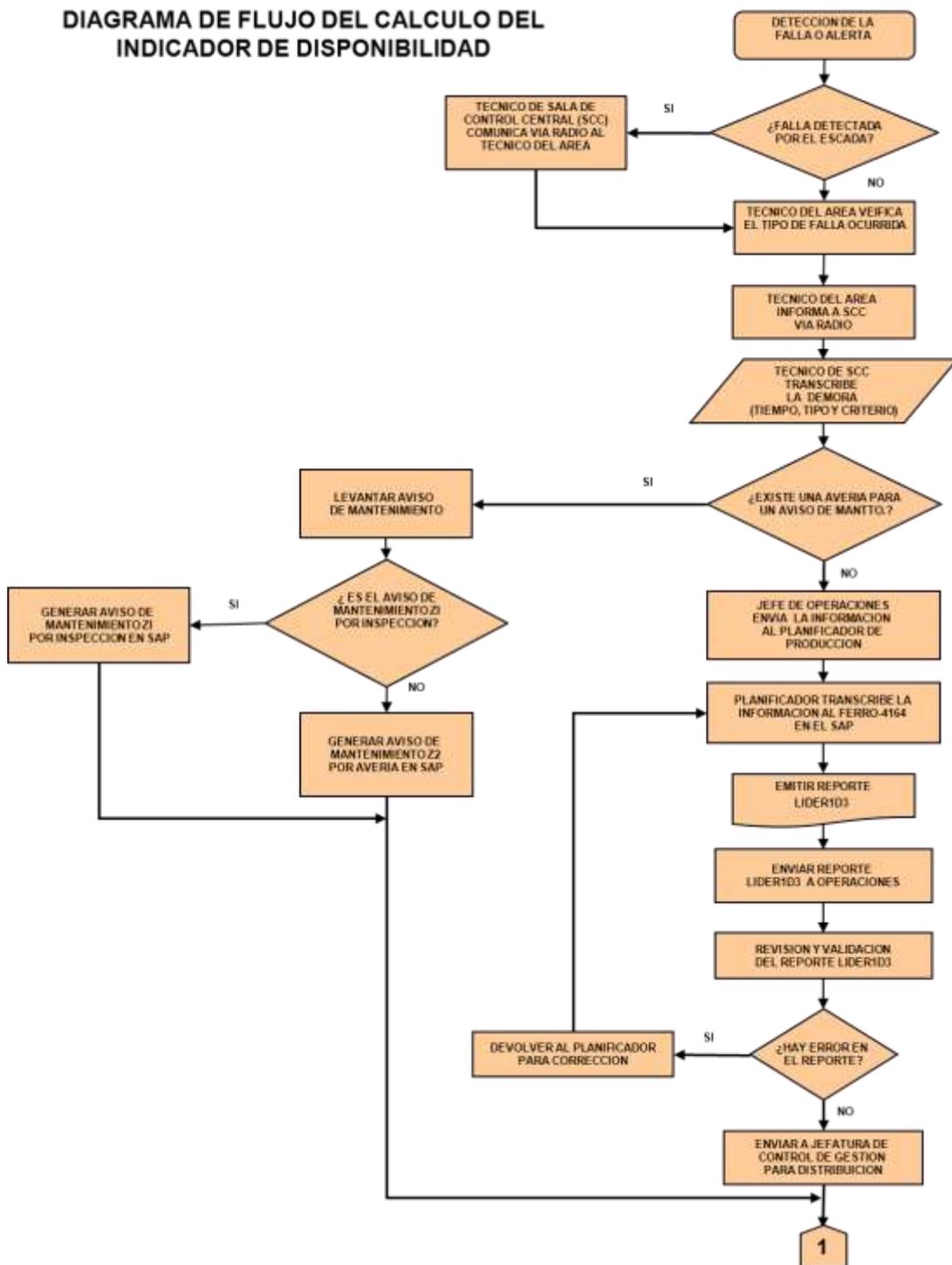




Figura 6.1. Diagrama de flujo del cálculo del indicador de disponibilidad.
Fuente: Elaboración Propia.

6.3. VERIFICAR LA DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS EQUIPOS EN LA MALLA OPERACIONAL

La Malla Operacional es un instrumento gráfico en forma de bloques que permiten representar una sucesión de componentes y/o equipos para conocer mediante el análisis estadístico de los bloques críticos que ocasionan mayores problemas y así dirigir los esfuerzos al estudio de los mecanismos que fallan en ellos (ver Figura 6.2).

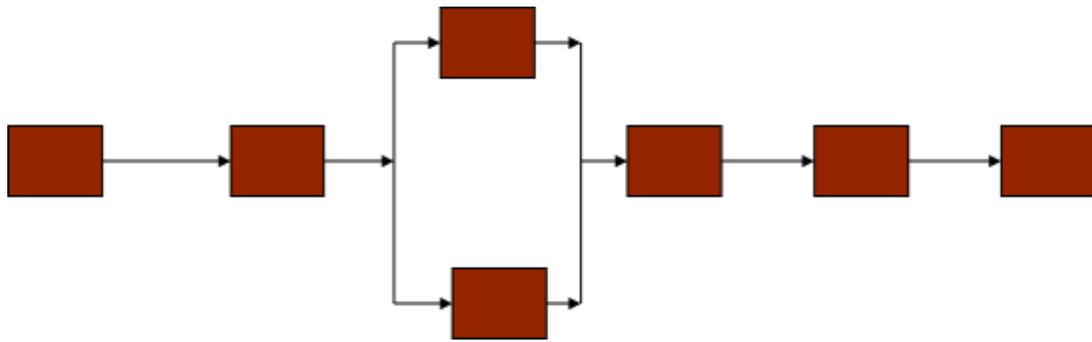


Figura 6.2. Ejemplo de una Malla operacional.
Fuente: Documentación interna CVG Ferrominera.

La línea de producción está integrada por un total de 220 equipos, los cuales están dispuestos en una secuencia lógica uno de otro. La línea V1 (Volteo, Trituración Primaria y Secundaria) está constituida por 27 equipos, la línea V2 (Trituración Terciaria y Cernido Natural) por un total de 132 equipos y línea V3 (Apilamiento y Planta de Secado) por 61 equipos. La malla operacional sirve como instrumento para facilitar la ubicación dentro de la línea de proceso de cualquier equipo en particular. La figura 6.3 muestra de forma general la malla operacional de equipos de la línea de producción.

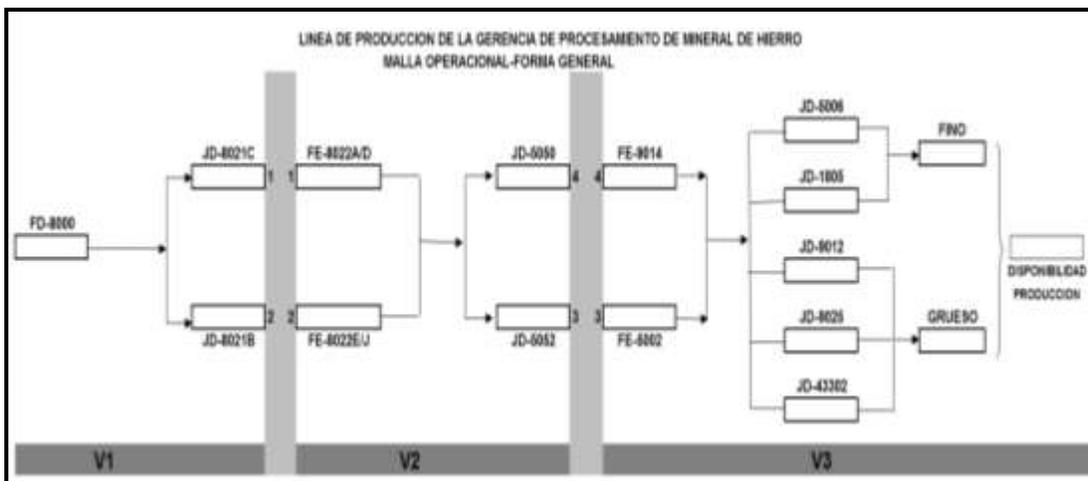


Figura 6.3. Malla Operacional general de la línea de producción.
Fuente: Elaboración Propia.

En el presente objetivo se logró corregir errores existentes en la malla operacional, entre los cuales podemos mencionar:

a) Corrección de los porcentajes que corresponden al cien por ciento (100%) del manejo del mineral que entra en el proceso.

Aquí se verificó si la distribución porcentual de los equipos que están dispuesto tanto en serie como en paralelo. Uno de los más significativos es el correspondiente al embudo primario (FE-8000) y el triturador primario (PA-8000). Ambos equipos tenían en la malla operación porcentajes del 100% (Ver Figura 6.5), pero cuando se verificó directamente en el área se pudo determinar mediante observación directa que al ser volteados los vagones con el mineral el 85% del mineral pasaba al embudo primario y el otro 15% al triturador primario. Esta operación consta de un triturador cónico giratorio (PA-8000) con una profundidad de 30 mts alimentado por el volteador de vagones. El triturador tiene una capacidad de 6000 toneladas, en donde el mineral mayor de 8 pulgadas (+8") es clasificado por medio de unas barras separadoras estáticas (GRIZZLY) y pasado al triturador primario donde el mineral es reducido a un diámetro no mayor a (8"). Este mineral cae a un alimentador de oruga (FD- 8001) para luego ser transportado a la sección de clasificación y trituración secundaria por medio de dos cintas transportadoras (JD- 8001) y (JD-8002) (Ver figuras 6.4 y 6.6).

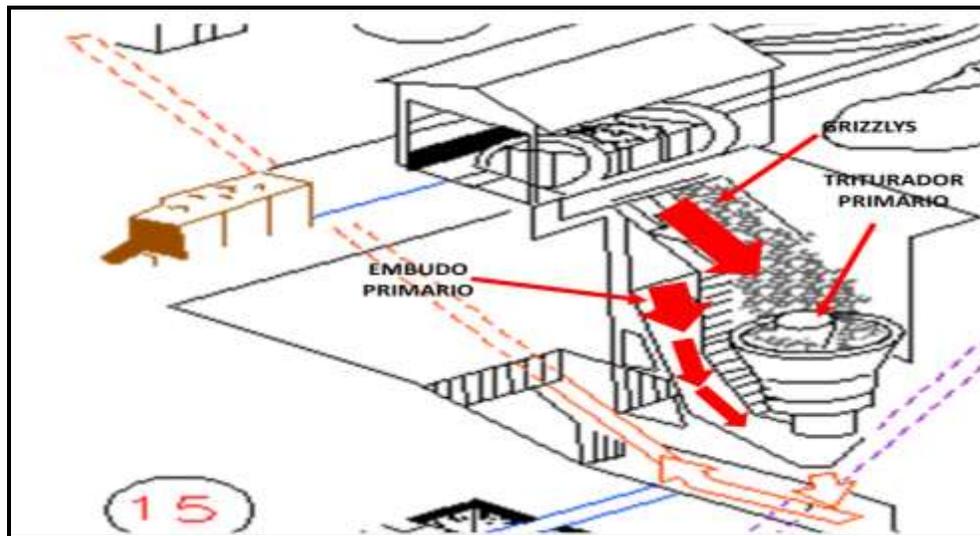


Figura. 6.4. Vista general del proceso del área de trituración primaria.

Fuente: Documentación interna de CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

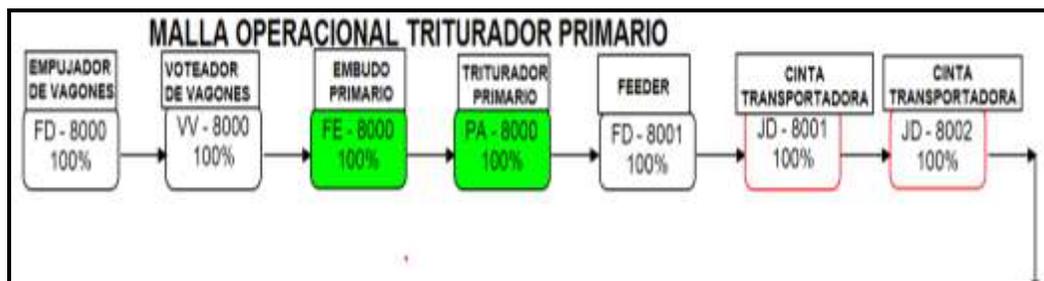


Figura. 6.5 Malla operacional original de la línea de producción.

Fuente: Documentación interna CVG Ferrominera Orinoco, C.A.

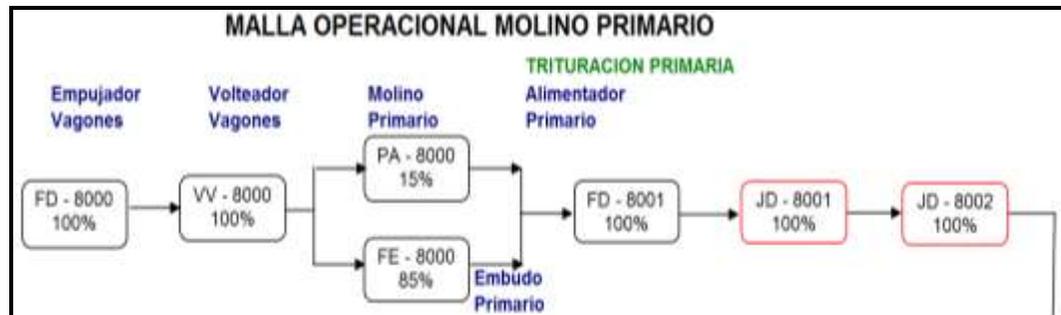


Figura.6.6. Malla operacional actualizada de la línea de producción.

Fuente: Elaboración propia.

- b) Corrección de la codificación de los equipos y la secuencia lógica del proceso en la malla operacional.** Esta parte correspondiente al objetivo específico se desarrolló mediante inspección detallada en el área industrial donde están ubicados los equipos, verificando así su codificación y secuencia lógica en la malla operacional con respecto a la codificación y ubicación del equipo en la línea de producción. Esta actividad se llevó a cabo con la ayuda del personal que labora en las diferentes áreas de la línea de producción. En el anexo 3 se puede apreciar la forma como estaba constituida la malla operacional inicialmente en el área V3, y en el anexo 4 la actualización de la malla operacional de la misma área V3.

6.4. DESCRIBIR LOS FACTORES QUE AFECTAN EL INDICADOR DE DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA GERENCIA DE PMH

La disponibilidad de un sistema está relacionada con la confiabilidad de los elementos que la componen y con su mantenibilidad, donde la confiabilidad desde el punto de vista de generación de energía puede ser definida como la probabilidad de que el sistema opere en conformidad con un desempeño específico, por un periodo de tiempo previamente descrito.

Esta disponibilidad es sin duda el indicador más importante en mantenimiento y la toma de decisiones en una empresa, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. En plantas que estén dispuestas por líneas de producción (como es caso de CVG Ferrominera), en las que la parada de un equipo supone la paralización de toda la línea, o gran parte de ella. Como por ejemplo la paralización del alimentador de oruga FD-8001, la cinta transportador JD-8002 o la JD-8002, cualquiera de estos equipos que fallara por cualquier circunstancia paralizaría toda la línea

de producción de la Gerencia de PMH. Una de las características de esta situación se debe a que el diseño del sistema contiene equipos que están dispuestos en serie, y que al fallar uno de ellos paraliza todo la línea de producción. Los sistemas en serie se caracterizan porque el funcionamiento de cada equipo que lo compone depende directamente del funcionamiento del componente que lo antecede y precede; es decir, si uno de los componentes falla, falla todo el sistema. Esta disposición de equipos significativos en serie es calificada en muchos casos como equipos críticos o sin redundancia, por su importancia en el sistema productivo.

Para el caso de los equipos con redundancia o sistemas en paralelo la situación es diferente a la del sistema en serie, ya que por el diseño de la disposición de los equipos la línea de producción puede seguir produciendo en caso de que uno de sus componentes fallara. Pero obviamente la producción y disponibilidad del sistema mermaría. La figura 6.7 muestra un ejemplo de diseño y disposición de equipos de la línea de producción V1 de PMH.

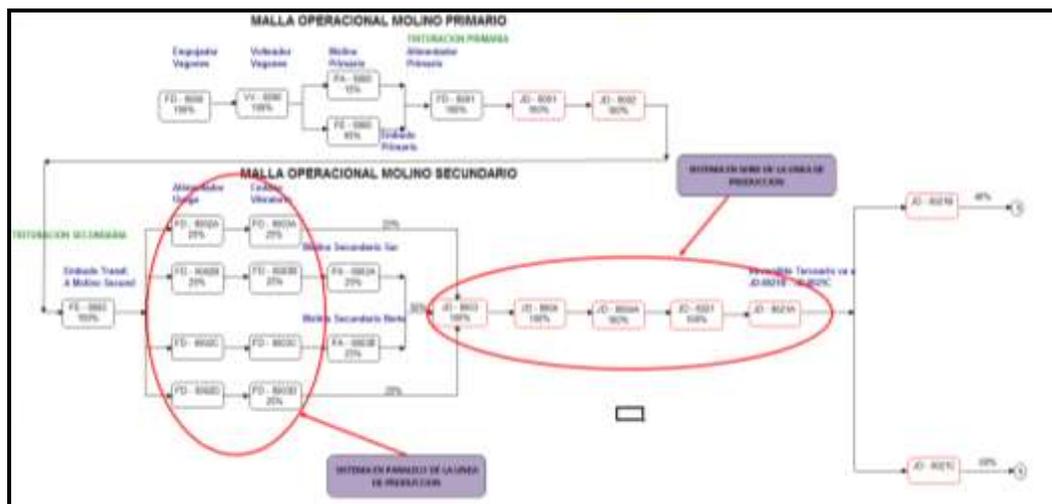


Figura 6.7. Disposición de equipos en serie y paralelo de la línea de producción V1. Fuente: Elaboración Propia.

A parte del diseño y disposición de equipos existen otros factores que afectan los indicadores de disponibilidad de la línea de producción de PMH. Algunos de estos factores son la humedad del mineral, falla en los equipos principales, mantenimiento deficiente, malas prácticas operativas, accidentes laborales, reparaciones de emergencia, falta de repuestos de emergencia, descontento general de los trabajadores, falta de adiestramiento, mineral contaminado, entre otros.

Por medio de un diagrama de causa-efecto se puede describir los factores que afectan al indicador de disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH agrupados en mano de obra, máquinas y equipos, materiales, métodos y medio ambiente (ver Figura 6.8).

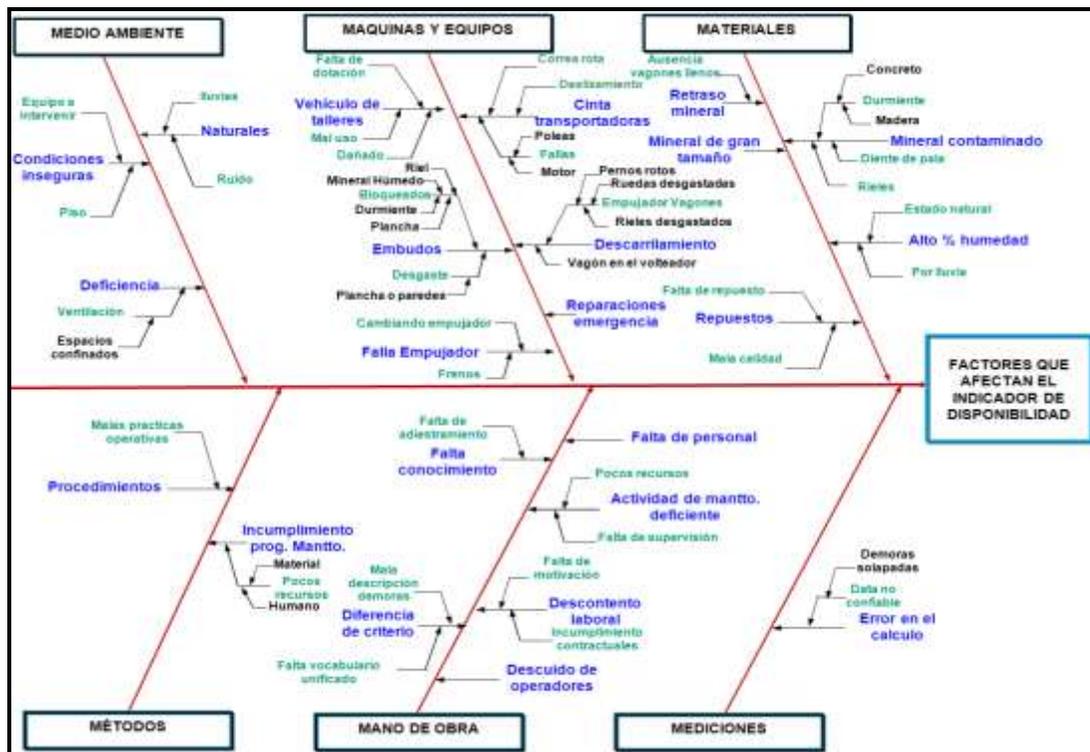


Figura 6.8. Diagrama causa-efecto de los factores que afectan al indicador de disponibilidad de la línea de producción de PMH.
Fuente: Elaboración Propia.

6.5 DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MALLA OPERACIONAL DE EQUIPOS PARA TODO EL SISTEMA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

La línea de producción de CVG Ferrominera Orinoco está integrada por un total de 220 equipos, los cuales están dispuestos en una secuencia lógica uno de otro. La línea V1 (Volteo, Trituración Primaria y Secundaria) está constituida por 27 equipos, la línea V2 (Trituración Terciaria y Cernido Natural) por un total de 132 equipos y línea V3 (Apilamiento y Planta de Secado) por 61 equipos. La malla operacional sirve como instrumento para facilitar la ubicación dentro de la línea de proceso de cualquier equipo en particular, el cálculo de la disponibilidad de equipos para la superintendencia de mantenimiento y la Jefatura de control de Gestión de la Producción.

6.5.1 Calculo de la disponibilidad de la línea de producción de PMH

Para la determinación de la disponibilidad de la línea de producción se tomó como data de las demoras las generadas en el año 2010 por ser el periodo más reciente. Se procedió a extraer las demoras por tipo de demoras con su respectivo tiempo que ocurrieron en ese año y se realizó el cálculo y se comparó con el realizado por la Jefatura de Control de Gestión. Estos datos de los tiempos están en la tabla 6.7 con esta data se tomaron las demoras programadas para calcular el tiempo programado, el cual se obtiene restando el tiempo calendario menos las demoras programadas.

Tabla 6.7. Tiempo de las demoras ocurridas en el año 2010.

DEMORAS	
TIPO	MINUTO/AÑO
I	11.912
E	6.676
M	54.811
O	20.469
A	122.378
F	117.794
N	5.566
V	33.198
W	171
X	550
TOTAL	370564

Demoras que intervienen en el cálculo del indicador de disponibilidad.

Fuente: Demoras 2010 de PMH.

Cálculo del tiempo calendario para el año 2010,

TIEMPO CALENDARIO= DIAS*HORAS*MINUTOS

TIEMPO CALENDARIO= 365 día/año*24 hr/día*60 min/hr = 525.600 min/año

Cálculo del tiempo programado

TIEMPO PROGRAMADO= TIEMPO CALENDARIO - DEMORAS A

TIEMPO PROGRAMADO= 525.600-122.378 = 403.222

Cálculo de la disponibilidad de la línea de producción de PMH

$$\text{DISP.} = \frac{\text{T. PROGRAMADO} - \text{DEMORAS}(E+I+O+M)}{\text{T. PROGRAMADO}} \times 100$$

$$\text{DISP.} = \frac{[403.222 - (6.676 + 11.912 + 20.469 + 54.811)]}{403.222} \times 100 = 76,72\%$$

El valor del indicador de disponibilidad que se obtuvo fue de 76,72% con respecto al indicador de 77% que presentó la Jefatura de Control de Gestión para el año 2010.

Ahora se procede a calcular el indicador de disponibilidad de la línea de producción aplicando los criterios estandarizados de las demoras. Se analizaron los criterios de las 9.112 de moras que ocurrieron en la línea de producción, en especial lo de las demoras varias y operativas. Este análisis consistió en la corrección del tipo de demora en base a su criterio. Los resultados de esta corrección se muestran en la tabla 6.8.

Tabla 6.8. Tiempo de las demoras ocurridas en PMH aplicando los criterios estandarizados.

DEMORAS	
TIPO	MINUTOS/AÑO
I	11.768
E	6.180
M	56.768
O	44.348
A	122.299
F	117.794
N	5.566
V	5.120
W	171
X	550
TOTAL	370564

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede apreciar en la tabla anterior la disminución del tiempo de las demoras varias y el aumento en el tiempo de las demoras operativas y mecánicas. En la tabla 6.9 se hace una comparación de los tiempos entre las demoras de la Jefatura de Control de Gestión y las demoras aplicando los criterios estandarizados. Estos datos se pueden apreciar de una forma general en el gráfico 6.7 en

Tabla 6.9. Comparación de los Tiempo de las demoras ocurridas en PMH aplicando los criterios estandarizados.

DEMORAS		
TIPO	PMH	CRITERIO EST.
A	122.378	122.299
E	6.676	6.180
F	117.794	117.794
I	11.912	11.768
M	54.811	56.768
N	5.566	5.566
O	20.469	44.348
V	33.198	5.120
W	171	171
X	550	550

Fuente: Elaboración Propia.

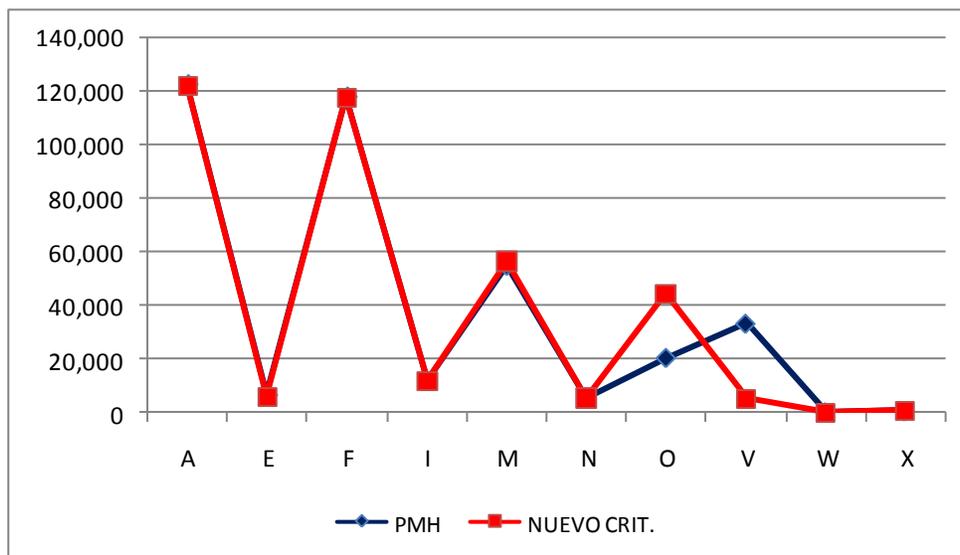


Grafico 6.7. Tiempo de las demoras aplicando los criterios estandarizados de las demoras.

Fuente: Tabla 6.9

Una vez realizada la corrección de las demoras según los criterios estandarizados se procede al cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción.

Calculo del tiempo calendario:

TIEMPO CALENDARIO= DIAS*HORAS*MINUTOS

TIEMPO CALENDARIO= 365 día/año*24 hr/día*60 min/hr = 525.600 min/año

Calculo del tiempo programado:

TIEMPO PROGRAMADO= TIEMPO CALENDARIO-DEMORAS A

TIEMPO PROGRAMADO= 525.600 - 122.299 = 403.222

Cálculo de la disponibilidad de la línea de producción de PMH según el nuevo criterio estandarizado de las demoras:

$$\text{DISP.} = \frac{\text{T. PROGRAMADO-DEMORAS(E+I+O+M)}}{\text{T. PROGRAMADO}} \times 100$$

$$\text{DISP.} = \frac{[403.222-(6.180+11.768+44.348+56.768)]}{403.222} \times 100 = 70,48\%$$

Este procedimiento también se realizó para calcular los indicadores de disponibilidad de la línea de producción para los años 2008 y 2009. La tabla 6.9 muestra los indicadores que se obtuvieron en los cálculos de la disponibilidad de la línea de producción de la Gerencia de PMH para el periodo de la muestra.

Tabla 6.10. Indicadores de disponibilidad de la línea de producción de PMH para los años de la muestra.

DISPONIBILIDAD LINEA PRODUCCION			
AÑOS	PLAN	PMH	CRITERIO ESTAND.
2010	85	77,00	70,48
2009	85	82,55	75,19
2008	85	79,78	71,68

Fuente: Elaboración Propia.

6.6. ANALIZAR LAS BRECHAS CON RELACIÓN A LA DISPONIBILIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PMH

Toda empresa mide su desempeño o eficiencia mediante indicadores de gestión que le permiten hacer toma de decisiones acertadas que maximicen su productividad y calidad de producto garantizando así su permanencia en el tiempo en los mercados donde compite. CVG Ferrominera Orinoco y específicamente la Gerencia de PMH a través de la Jefatura de Control de Gestión de la Producción miden la eficiencia mediante indicadores que permiten conocer de manera detallada y general el comportamiento de la planta y cada una de sus áreas que la integran.

Actualmente estos indicadores son presentados en los informes de gestión semanal, mensual y anualmente. En su vehemencia por el mejoramiento continuo CVG Ferrominera Orinoco decidió evaluar su indicador de disponibilidad de la línea de producción.

Un análisis de brecha es una técnica que consiste analizar el valor obtenido de la comparación entre un valor planificado contra un valor real obtenido de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción de PMH.

A continuación en la tabla 6.11 se presentan los datos históricos de la de la línea de producción en un periodo desde el año 2001 hasta el año 2010, con sus respectivas brechas. Contiene los indicadores de producción planeados por PMH, los valores reales que se obtuvieron durante el año de operaciones y los valores de la brecha que existe entre lo real y lo planeado. En ella se puede apreciar que el año más significativo desde el punto de vista de baja producción respecto al plan inicial que tenía la empresa fue para el año 2008 con una diferencia de 1.992.700 toneladas que no se produjeron.

Tabla 6.11 Indicadores de Producción de la Gerencia de PMH y la brecha entre lo planeado y lo real.

AÑOS	Producción		BRECHA
	PLAN	REAL	REAL-PLAN
2001	15.870.888,00	16.161.463,00	290.575,00
2002	15.324.441,00	16.540.604,00	1.216.163,00
2003	16.326.979,00	16.361.869,50	34.890,50
2004	17.329.517,00	16.183.135,00	-1.146.382,00
2005	18.297.540,00	16.971.426,00	-1.326.114,00
2006	19.265.563,00	17.759.717,00	-1.505.846,00
2007	17.991.261,00	16.269.556,00	-1.721.705,00
2008	17.159.289,00	15.166.589,00	-1.992.700,00
2009	13.166.460,00	11.629.055,00	-1.537.405,00
2010	12.508.137,00	11.727.602,25	-780.534,75

Fuente: Elaboración Propia

Esta situación según los datos históricos de las demoras de la línea de producción se debe a que en el año 2008 ocurrieron un total de 9.629 demoras lo cual contribuye a que la producción disminuyera. La disminución de la brecha en la producción corresponde a la disminución de las demoras de manera progresiva en el año siguiente, pero para el año 2010 tuvo un incremento significativo de ocurrencia de demoras.

En lo que respecta a disponibilidad de la línea de producción la tabla 6.12 muestra los indicadores del periodo de 10 años con sus respectivos planes y los valores reales obtenidos. La mayor brecha existente entre estos valores se encuentra en el año 2007 donde existe un -8,04% de diferencia con respecto al plan. Esto se debe a que para ese año se tuvo 61.601 minutos en demoras mecánicas y 21.089 minutos en demoras operativas.

Tabla 6.12. Brecha de la disponibilidad de la línea de producción.

AÑOS	Disponibilidad		BRECHA
	PLAN	REAL	REAL-PLAN
2001	85	84,07	-0,93
2002	85	84,55	-0,45
2003	85	82,84	-2,16
2004	85	81,13	-3,87
2005	85	84,635	-0,365
2006	85	88,14	3,14
2007	85	76,96	-8,04
2008	85	79,78	-5,22
2009	85	82,55	-2,45
2010	85	77,00	-8,00

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 6.8 se muestra de forma general lo que ha sido el comportamiento de la disponibilidad de la línea de producción de PMH en estos 10 últimos años. Se puede apreciar que los años con mayor caída de la disponibilidad 2007, 2008 y el año 2010.

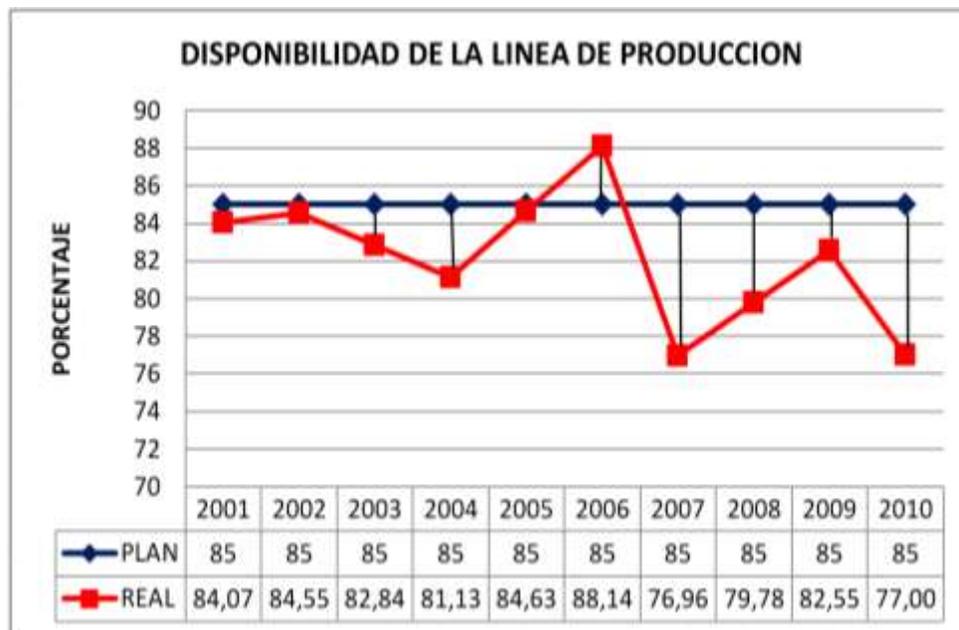


Grafico 6.8. Análisis de Brechas de la disponibilidad de la línea de producción de PMH
Fuente: Elaboración Propia

Revisando los datos históricos de las demoras de esos años nos encontramos que los tiempos consumidos por demoras operativas, mecánicas y varias (ver tabla 6.13) son altos respecto al año 2009 que tiene una tendencia positiva. Reduciendo la incidencia de las demoras varias, operativas y aplicando un mantenimiento efectivo a los equipos de la línea de producción de manera tal que los tiempos de reparación entre falla sean más extensos y minimizando los tiempos para reparar se lograría reducir la cantidad de demoras mecánicas, y así se incrementando los indicadores de disponibilidad de la línea de producción y por ende se incrementaría la producción de la planta.

Tabla 6.13. Tiempo en minutos de las demoras V, O y M.

	V	O	M
2007	48953	21089	61601
2008	55274	11560	55176
2009	47386	7896	35326
2010	33198	20469	54811

Fuente: Elaboración Propia

El análisis de brecha de los indicadores de disponibilidad se basa en la muestra de los tres últimos años. Los cálculos obtenidos en el objetivo anterior se encuentran registrados en la tabla 6.14, la cual contiene el indicador del plan que es de un 85%, los indicadores que genera PMH, los indicadores de disponibilidad aplicando el criterio estandarizado de las demoras y la brecha existente entre el indicador con nuevo criterio de demora y el indicador de PMH. Como se puede apreciar la brecha tiene una tendencia a incrementar su valor negativo en función de valor que calcula PMH, esto debido a se ha venido incrementando en este periodo de muestra las cantidades de demoras varias (2313, 1449 y 1920) y en las cuales se solapan otras demoras tales como operativa, mecánica, automatización y eléctrica. Los tiempos de estas demoras solapadas no son considerados en el cálculo del indicador, ya que las demoras varias no son tomadas en cuenta

para dicho calculo. Las acciones a tomas se indicaran en las recomendaciones.

Tabla 6.14. Brecha de los indicadores de disponibilidad de los años 2008, 2009 y 2010.

DISPONIBILIDAD LINEA PRODUCCION				
AÑOS	PLAN	PMH	NUEVO CRIT.	BRECHA
2010	85	77,00	70,48	-6,52
2009	85	82,55	75,19	-7,36
2008	85	79,78	71,68	-8,10

Fuente: Elaboración Propia

El grafico 6.9 muestra de una forma más general las brechas existentes en estos indicadores. Las acciones para disminuir estas brechas serian la implementación de los criterios estandarizados de las demoras de la línea de producción, crear estrategias de producción que permitan disminuir las paradas por demoras operativas, minimizar los tiempos de reparación de los equipos y paradas de emergencia.

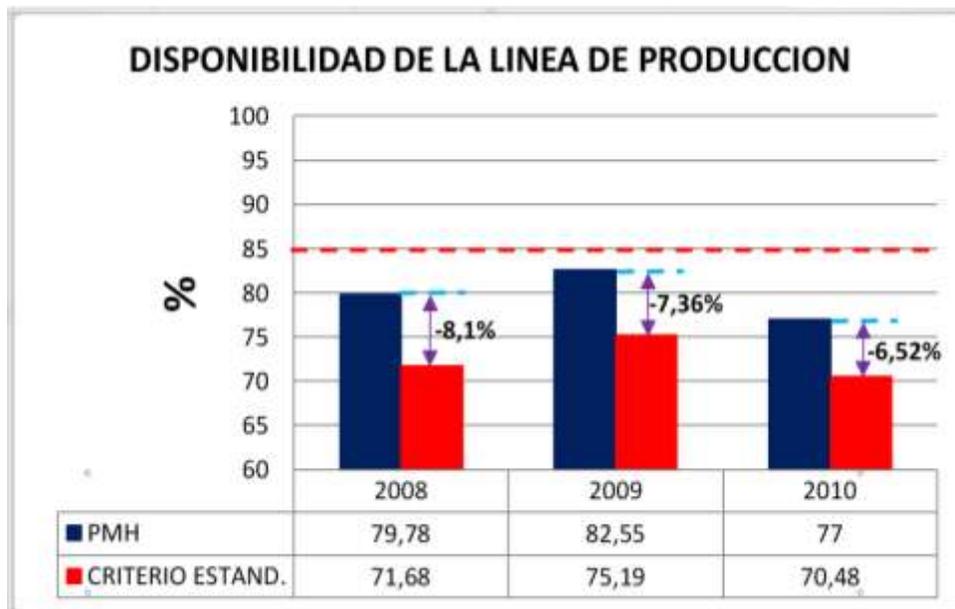


Grafico 6.9. Brecha de los indicadores de disponibilidad de los años 2008, 2009 y 2010.
Fuente: Tabla 6.14.

6.7 ELABORAR UNA PROPUESTA DE MEJORA QUE PERMITA EL INCREMENTO DE LA CONFIABILIDAD DE LA DATA QUE SE UTILIZA PARA EL CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD

Las tomas de decisiones efectivas en una empresa son de vital importancia para la subsistencia de esta en los mercados nacionales e internacionales. Esta toma de decisiones se debe basar en el comportamiento de sus indicadores de gestión. La data que sustenta estos indicadores deben ser lo más confiable posible para que las decisiones en función del indicador surtan efecto en la producción y productividad de la empresa. También la aplicación de programas efectivos de mantenimiento juega un papel fundamental. En tal sentido para que en la Gerencia de PMH se den acciones concretas en pro de su producción y productividad debe existir un consenso y conciencia dentro de su personal operativo.

Para la corrección de estas circunstancias se presentan una propuesta con una serie de recomendaciones a seguir para poder lograr la confiabilidad de indicadores.

- a) Implementar los criterios estandarizados de las demoras en el sistema mySAP is minig
- b) Divulgar la información de los nuevos criterios de las demoras a las demás dependencia para su aplicación.
- c) Concientizar a los técnicos, supervisores y jefes de turno en cuanto al valor de describir bien las demoras y aplicar los criterios estandarizados para la efectividad de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción.
- d) Eliminar las demoras varias o minimizarlas al máximo para evitar que se sigan definiendo otras demoras como demoras varias ya que el tiempo de estas no entre en el cálculo del indicador de disponibilidad.

- e) Elaborar rutinas de mantenimiento preventivo que permita maximizar el tiempo entre fallas de los equipos de la línea de producción, y disminuir los tiempos de reparación. En tal sentido se recomienda lo siguiente:
- Disminuir las paradas por tolvas llenas en el terciario
 - Minimizar las fallas de la cinta FD-8021
 - Disminuir demoras por el descarrilamiento del empujador de vagones (FD-8000)
 - Disminuir parada por chatarra de la cinta JD-8002
 - Disminuir paradas por reparar gancho del volteador de vagones (VV-8000)
 - Disminuir parada por cambio de turno
- f) Revisar la data diaria emitida por los reportes en el FERRO-4164 y en caso de haber desviaciones con respecto al criterio de las demoras corregir su clasificación.
- g) Plantear estrategias operativas que permitan disminuir los tiempos perdidos por la condición física del mineral (humedad y dimensión), para lograr disminuir los tiempos de demoras operativas. Algunos de estas disminuciones son:
- Disminuir parada por alto nivel tolva 2000
 - Disminuir paradas por los embudos los paneles llenos
 - Disminuir paradas por embudo primario lleno

6.8 ACTUALIZAR LA DESCRIPCIÓN DE LAS DEMORAS CONTENIDAS EN EL SISTEMA MYSAP DE LA GERENCIA DE PROCESAMIENTO DE MINERAL DE HIERRO (PMH).

SAP AG (Systeme, Anwendungen und Produkte) (Sistemas, Aplicaciones y Productos), con sede en Walldorf, Alemania, es el primer proveedor de aplicaciones de software empresarial en el mundo. Para el año 2005 CVG Ferrominera Orinoco C.A. asume el control de sus operaciones implantando el sistema de información SAP, con el cual empezó a controlar todas las variables que intervienen en el proceso desde la extracción hasta el despacho de sus productos. Pero no es sino hasta septiembre del 2006 cuando se da la puesta en marcha del sistema. Este es un sistema integrado de aplicaciones y productos que incluye los procesos administrativos, financieros, abastecimiento y gestión industrial de toda la empresa.

La Gerencia de PMH a través del Departamento de Control de Gestión de Producción está comprometida a controlar sus actividades con el sistema de información mySAP el cual es un módulo del SAP. Sin embargo desde la puesta en marcha del SAP no se ha podido configurar los informes de salida para lo cual fue concebido este módulo, obligando a tener una data paralela en archivos Excel de las demoras que ocurren en la Gerencia, para satisfacer las necesidades de información y responder ante las auditorías del Sistema de Gestión de la Calidad, causando esto un re-trabajo.

6.8.1 mySAP-IS, Mining (mySAP-Industrial Solution-Mining)

Con más de 540 clientes de minería, SAP ha creado el software para dar respuesta a su situación concreta: desde la conformidad legal hasta la gestión de operaciones o las ventas y marketing. El negocio de la minería: un negocio rentable, con retos complejos.

La minería se compone de múltiples procesos. Cada proceso presenta su propio conjunto de retos. Las operaciones de minería están recurriendo a la tecnología de la información para mejorar su efectividad de gestión y aumentar su rentabilidad. Es por ello que CVG Ferrominera Orinoco, C.A asume esta adecuación de nueva tecnología.

El sistema mySAP fue configurado con una serie de demoras de manera tal que los analistas de producción introduzcan la nomenclatura de la demora y se despliegue una ventana con toda las descripciones de las posibles demoras ocurrida, seleccionando este la que corresponda al caso. Esta base de datos de las descripciones de las demoras requirió de su actualización con una descripción estandarizada. Todo esto con el fin de que el personal de operaciones, mantenimiento, técnicos de la sala de control y los analistas de planificación de la producción manejen un mismo criterio a la hora de describir las demoras.

6.8.2 Códigos de áreas y demoras en mySAP

A continuación las tablas 6.14 a 6.24 muestran los códigos de las áreas y las demoras que están cargados en el sistema mySAP. La tabla 6.14 de nomenclaturas de las áreas cuenta con un total de 19 áreas, donde se indica el código de la planta PO10 que significa Puerto Ordaz y el código de las áreas y su descripción. La tabla 6.15 contiene los códigos de las demoras y la descripción de cada una de ellas y la cual consta con un total de 12 tipos de demoras. Las siguientes tablas muestran los códigos de las demoras de automatización las cual tiene un total de 47 descripciones diferentes, las demoras pro calidad con un total de 4 descripciones, las eléctricas con un total de 27 descripciones, las de ferrocarril con un total de 22, las demoras mecánicas con un total de 66, las de demoras naturales con 2 descripciones,

las demoras operativas con un total de 19 descripciones, las demoras programadas con un total de 10 y las de moras varias con 9 descripciones.

Tabla 6.14. Nomenclatura y código de las áreas de PMH

C.e	Cód. Área	Descripción
PO10	18R	ÁREA 18 RECUPERACIÓN
PO10	A53	ÁREA 53 PROCESAMIENTO DE GRUESO
PO10	AGBU	AGENCIA DE BUQUES
PO10	BAR	CARGA BARCO
PO10	CIO	CARGA DE VAGONES ORINOCO IRON
PO10	CVA	CARGA DE VAGONES
PO10	DOP	DESPACHO A OPCO
PO10	DPP	DESPACHO PLANTA DE PELLA FMO
PO10	OPC	RECEPCIÓN DE PELLAS SIDOR
PO10	PB	DESPACHO PLANTA DE BRIQUETAS
PO10	REC	RECUPERACIÓN
PO10	REP	RECEPCIÓN PLANTA DE PELLAS FMO
PO10	TRC	TRANSPORTE DE CALIBRADOS
PO10	V1	VOLTEO PRIMARIO Y SECUNDARIO
PO10	V2	TERCEARIO Y CERNIDO NATURAL
PO10	V3	APILAMIENTO Y PLANTA DE SECADO
PO10	VFMUL	VACIADO FINO POR LA MULTIPROPÓSITO
PO10	VGMUL	VACIADO GRUESO POR LA MULTIPROPÓSITO
PO10	VRE	VAGONES RECICLADOS

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.15. Nomenclatura y código de las demoras de PMH

Tipo Dem	Descripción
AUT	DEMORAS POR AUTOMATIZACIÓN
CAL	DEMORAS POR CALIDAD
COM	DEMORAS POR COMERCIALIZACIÓN
ELE	DEMORAS ELÉCTRICAS
FFCC	DEMORAS POR FERROCARRIL
INS	DEMORAS INSTRUMENTACIÓN
MEC	DEMORAS MECÁNICAS
NAT	DEMORAS POR CAUSAS NATURALES
OPE	DEMORAS OPERATIVAS
OP/VA	DEMORAS POR MOTIVO OPERATIVO/VARIO
PRG	DEMORAS PROGRAMADAS
VAR	DEMORAS VARIAS

Fuente: Sistema mySAP

Las tablas 6.16 a 6.24 muestran cada una de las demoras, con sus respectivas descripciones y códigos contenidos en el mySAP:

Tabla 6.16. Código y descripción de las demoras de Automatización de PMH

AUT	DEMORAS POR AUTOMATIZACIÓN
Cód. Demora	Descripción
AT1	SWICHT/INTERRUPTORES ABIERTOS
AT10	BRECKER DISPARADO EN EL PLC
AT11	FALLA DE CONVERTIDORES
AT13	FALLA EN PARADA DE EMERGENCIA
AT14	FALSO CONTACTO EN SWICHT. DE ALINEACION
AT15	CAIDA DE COMUNICACIÓN EN CASA DE CONTROL
AT16	CORTO CIRCUITO A NIVEL DE PLC
AT2	AJUSTANDO INTERRUPTOR DE DESVIO
AT21	CAMBIANDO TARJETA DE CONTROL
AT22	FALLA EN EL RELEX
AT24	CHEQUEANDO, CALIBRANDO Y COLOCANDO BALAN
AT25	FALLO EN EL SISTEMA DE LUBRICACION
AT26	FALLA EN EL SCADA
AT27	FALSA SEÑAL DE EXTRALIMITE DE SEGURIDAD
AT28	DESVIO DE CABEZA ACTIVADO
AT29	ERROR DE POSICION
AT3	AJUSTANDO INTERRUPTOR DE VELOCIDAD/SPEED
AT30	DESVIO DE COLA
AT31	FALLO DE ALTA INTENSIDAD
AT35	AJUSTANDO BASE DEL SWITCH DE VELOCIDAD
AT36	FALLA EN EL ENCODER
AT37	FALSO CONTACTO EN EL POTENCIOMETRO
AT38	IMAN ROTO
AT4	CAMBIANDO INTERRUPTOR DE VELOCIDAD DAÑAD
AT40	FALLA EN SIMOREG
AT42	AJUSTANDO DETECTOR DE METALES
AT43	FALTA DE COMUNICACIÓN RADIO CON APILADOR
AT44	INSTALANDO NUEVAS SEÑALES EN EL PLC
AT45	CORRIGIENDO NIVEL DE HOMART
AT46	PROBLEMAS EN EL MASTER SWITCH (FRENOS)
AT47	FALLA EN EL UV.
AT48	SWITCH KB FUERA DE SECUENCIA
AT49	FALLA EN EL EMPUJADOR DE VAGONES
AT5	DISPARO DE TEMPERATURA DE DEVANADO
AT50	FALLA EN LOS GATOS DEL DUMPER
AT51	FALLA EN LAS BOMBAS DE LOS GANCHOS
AT52	DETECTOR DE PIEDRA ALTA ACTIVADA

AT53	FALLA EN LOS CONTROLADORES
AT54	FALLA EN LOS ENCLAVAMIENTOS
AT55	FALLA EN EL TRAVEL NUT
AT56	FALTA DE SEÑAL PARA RECIBIR VAGON
AT57	DUMPER DESCUADRADO
AT58	FALLA EN EL GIRO
AT6	FALLO DE ATASCO
AT7	FALLO DE DESLIZAMIENTO
AT75	FALLA EN EL DRIVE DEL VV8000
AT8	FALSA SEÑAL DE TEMPERATURA

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.17. Código y descripción de las demoras de Calidad de PMH

CAL	DEMORAS POR CALIDAD
Cód. Demora	Descripción
W3	TOMANDO MUESTRAS
W4	ESPERANDO POR ASEGURAMIENTO DE LA CALIDA
W6	CORTE RETENIDO POR ORDEN DE ASEGURAMIENT
W7	ASEGURAMIENTO CAMBIANDO DE CORTE

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.18. Código y descripción de las demoras Eléctricas de PMH

ELE	DEMORAS ELÉCTRICAS
Cód. Demora	Descripción
E10	CABLE SUELTO EN BOBINA DEL CONTACTOR
E11	BOBINA QUEMADA DEL ARRANCADOR
E12	FALLA EN EL CONTACTOR
E15	CAMBIANDO VENTILADOR
E17	CAIDA DE TENSION NO PROGRAMADA
E18	BASE Y RELEX QUEMADO
E19	FALTA DE INFORMACION
E2	CAMBIANDO ARRANCADOR
E21	FALLA EN LOS FRENOS DEL WINCHE
E23	CAMBIANDO FUSIBLES
E26	FALTA ALUMBRADO EN EL TRIPPER
E27	FALLA DE CONEXIÓN
E29	SOBRECARGA DE CORRIENTE
E30	FALLA EN LA ACELERACION
E31	FALLA EN LOS CONTROLADORES
E32	REPARANDO CABLE DE ALIMENTACION A LOS CO
E33	REENGANCHANDO CONVERTIDOR DEL DUMPER

E34	FALLA EN EL IQMIL
E35	REPARANDO CABLE TERMICO DEL MOTOR # 1
E36	FALSO CONTACTO EN EL ARRANCADOR
E37	DESACOPLANDO MOTOR
E38	CABLEADO ROTO
E4	CAMBIO DE TRANSFORMADOR EN LA LINEA
E5	FALLO DE INFORMACION EN ALIMENTADOR PRIN
E6	CORTO CIRCUITO
E7	FALLO DE MOTOR
E8	BRECKER CAIDO

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.19. Código y descripción de las demoras de Ferrocarril de PMH

FFCC	DEMORAS POR FERROCARRIL
Cód. Demora	Descripción
F1	ESPERANDO VAGONES
F10	DEMORAS DE FFCC
F11	PASO A MAQUINA
F12	VAGON CON CAJA ANCHA
F13	VAGON NO PICA
F14	FALTA COMUNICACIÓN VIA RADIO CON LOCOMOT
F15	PATIO DE VACIO LLENOS
F16	REGRESANDO VAGON CON PIEDRA SOBRE DIMENS
F17	PICADOR LENTO
F18	REVISION DE SWICHE DE AGUJA
F19	AJUSTANDO RETARDADOR DE VAGONES VACIOS
F20	CAMBIO DE TURNO DE FFCC
F21	SE RETIRO FFCC
F22	FFCC EN CHARLA DE SEGURIDAD
F23	VAGON CON CHARNELA PARTIDA
F3	VAGON FRENADO
F4	VAGON ACOPLADO
F44	FALLA EN LA LOCOMOTORA
F5	DESCARRILAMIENTO EN LA LINEA FERREA
F55	AJUSTANDO PERNOS EN LA VIA FERREA
F6	FFCC EN MANIOBRAS
F8	BUSCANDO CORTE

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.20. Código y descripción de las demoras Mecánica de PMH

MEC	DEMORAS MECÁNICAS
Cód. Demora	Descripción
M100	GANCHO TRANCADO
M101	CAMBIANDO BASE DE CONCRETO Y ANCLAJES
M102	BAJANDO CONTRAPESO
M103	SOPLANDO Y LAVANDO GANCHOS
M104	AJUSTANDO SENSORES DE LOS GANCHOS
M11	TUMBANDO RODILLO DAÑADO
M12	DESVIO D CABEZA Y COLA, CINTA DESALINEAD
M13	VULCANIZANDO CINTA
M17	ALINEANDO MOTOR
M19	ALINEANDO CINTA
M2	CORTANDO TIRA
M20	REFORZANDO EMPATE VULCANIZADO
M21	COMPLETAR ACEITE A LA TURBINA Y CENTRALI
M22	TAPANDO HUECO EN EL EMBUDO
M23	AJUSTANDO CAJA DE CHOQUE
M24	CAMBIANDO MOTOR DAÑADO
M25	ELECTROIMAN BOTO LAS CORREAS
M26	CADENA CON PIN SALIDO
M28	SUBIENDO CONTRAPESO
M29	SOLDANDO ACOUPLE ROTO
M3	POLEA DE COLA Y QUIEBRE ROTA
M30	ENGRASANDO POLEA
M31	MONTANDO BARRA SEPARADORA
M32	EJE DE ALTA DEL REDUCTOR DAÑADO
M33	SOLDANDO BASE DEL SW. EXTRALIMITE
M34	CINTA ROTA
M36	CAMBIANDO RODAMIENTO
M4	CAMBIANDO RODILLOS
M5	REPARANDO GUAYA DEL CONTRAPESO
M55	ALINEANDO PATIN DEL EMPUJADOR DE VAGONES
M6	ALINEAR POLEA DE COLA, CABEZA O QUIEBRE
M60	REPARACION DE CULATA
M61	CORTANDO ROLETE
M62	TENSANDO CINTA
M63	CADENA SUELTA DEL CARRO
M66	CAMBIO DE ACOPLES A REDUCTOR
M67	REHACIENDO EMPATE MECANICO
M68	REPARACION VIGA DEL CONTRAPESO FRACTURAD
M69	MONTANDO LATERALES
M7	AJUSTANDO Y/O CAMBIANDO PERNOS
M70	MONTANDO MOTOR AL CARRO DEL TRIPLER
M71	CADENA ROTA

M72	REPARANDO TUBERIA DE LUBRICACION
M78	FALTA REVESTIMIENTO AL EMBUDO
M79	SOLDANDO PIN AL FEEDER
M80	CHEQUEANDO PRESION DE AIRE A LOS COMPRES
M81	RESTRINCION DE CARGA
M82	EMPUJADOR DE VAGONES DESCARRILADO
M83	REPARANDO TEJA MONTADA
M84	DESMONTANDO E INSTALANDO CABALLETE
M85	FALTA DE AIRE EN LOS COMPRESORES
M86	CAMBIANDO ACEITE DEL TRITURADOR PRIMARIO
M87	SOLDANDO PLANCHA
M88	CAMBIO DE PIÑON MOTRIZ
M89	MONTANDO PLANCHA DE CUADRE DEL VOLTEADOR
M9	COLOCANDO Y CAMBIANDO GRAPAS
M90	LUBRICANDO CHUMACERA
M91	AJUSTANDO MANGUERA DEL FRENO
M92	MONTANDO SPROKER DE LA CADENA
M93	CUADRANDO CAJA DEL RODAMIENTO
M94	AJUSTANDO ZAPATAS
M95	METIENDO FUSIBLES DE SEGURIDAD
M96	AJUSTANDO LATERALES DE GOMA
M97	CAMBIANDO EMPUJADOR DE VAGONES
M98	FALLA EN EL LEVANTAMIENTO DEL CABEZOTE D
M99	INSTALANDO CEPILLO

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.21. Código y descripción de las demoras Naturales de PMH

NAT		DEMORAS POR CAUSAS NATURALES
Cód. Demora	Descripción	
N2	LLUVIA	
N3	MOVIMIENTO SISMICO	

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.22. Código y descripción de las demoras Operativas de PMH

OPE	DEMORAS OPERATIVAS
Cód. Demora	Descripción
O1	LIMPIANDO EMBUDO
O16	LIMPIANDO LINEAS DEL PUENTE
O18	TUMBANDO PIEDRA
O19	DESBLOQUEANDO TRITURADOR POR DEBAJO
O20	DESTRANCANDO CARRO BLOQUEADO
O21	SACANDO PIEDRA INCRUSTADA EN LOS TENEDOR
O22	DESTRANCANDO RUEDAS DEL VOLTEADOR
O23	SACANDO PIEDRA EN EL CABALLETE
O24	LIMPIANDO PLANCHA
O25	DESTRANCANDO GANCHO DEL VOLTEADOR
O26	LIMPIANDO BAJANTES
O27	LIMPIANDO CADENA
O28	LIMPIEZA DE LOS CALLEJONES
O29	SOPLANDO GANCHOS
O3	FALTA DE OPERADOR
O4	LIMPIANDO CINTA SOBRECARGADA
O5	LIMPIANDO POLEA DE COLA/MOTRIZ/TENSORA
O6	LIMPIANDO PLATAFORMAS
O7	LIMPIANDO RODILLOS

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.23. Código y descripción de las demoras Programadas de PMH

PRG	DEMORAS PROGRAMADAS
Cód. Demora	Descripción
PR1	MANTENIMIENTO PROGRAMADO
PR10	REUNIÓN PROG: PRESIDENTE, SINDI, CHARLA SEG
PR11	PERSONAL EJERCIENDO EL DERECHO AL VOTO
PR2	CUMPLIENDO REQUERIMIENTOS PARA EL MANTEN
PR4	CAMBIO DE TURNO
PR5	COMIDA
PR6	DESCANSO LEGAL
PR7	DESCANSO CONTRACTUAL
PR8	FERIADO
PR9	CORTE DE TENSION PROGRAMADO

Fuente: Sistema mySAP

Tabla 6.24. Código y descripción de las demoras Varias de PMH

VAR	DEMORAS VARIAS
Cód. Demora	Descripción
V13	VACIANDO EMBUDO
V14	SACANDO METAL DETECTADO
V15	HACIENDO CAMBIO DE ALIMENTADORES
V16	COLOCANDO CORTINA DE SEGURIDAD
V17	FOSAS LLENAS; ACHICANDO FOSO
V18	FALTA INSUMO DE SEGURIDAD (FALTA DOTACI
V19	CAMBIANDO BOMBA N° 1 POR LA BOMBA N° 2
V3	REENGANCHANDO SWITCH O SISTEMA
V4	CONFLICTO LABORAL

Fuente: Sistema mySAP

6.8.3 NUEVAS DEMORAS QUE SUSTITUIRAN A LAS CARGADAS EN EL SAP

Las siguientes tablas de la 6.25 hasta la 6.36 contienen la estandarización de los criterios de las demoras que ocurren en la línea de producción de la gerencia de PMH, con la finalidad de que el personal maneje el mismo criterio en cuanto a la descripción de las demoras. Esta estandarización se llevó a cabo mediante la revisión detallada de la data de las demoras, extrayendo así las demoras que tenían mayor frecuencia de ocurrencia, y posteriormente realizando mesas de trabajo con los jefes de área de operaciones, mantenimiento, automatización y electricidad. Esto tuvo como resultado la estandarización de una serie de criterios de las demoras y la eliminación de las demoras varias las cuales solapaban criterios pertenecientes a otras demoras.

Para el presente proyecto de grado se extrajeron todas las demoras contenidas en el mySAP, y se compararon con los criterios estandarizados. Al igual que en el proyecto de pasantía se realizaron mesas de trabajos con los jefes de áreas donde se discutió la sustitución de los criterios contenidos

el mySAP con los ya estandarizados, llegando inclusive a incluir nuevas descripciones que harían más eficiente la carga de las demoras.

La tabla 6.25 muestra las demoras actuales contenidas en el SAP y las nuevas demoras a ser incluidas en el SAP con sus respectivas cantidades de criterios que tienen cada una. La tabla 6.26 y 6.27 contienen la codificación y descripción actuales de las áreas y demoras que se maneja el SAP.

Tabla 6.25. Nomenclatura y código de las áreas de PMH

DEMORAS SAP			
ACTUALES DEMORAS	CANT.	NUEVAS DEMORAS	CANT.
AUTOMATIZACIÓN	47	AUTOMATIZACION	49
CALIDAD	4	CALIDAD	11
ELÉCTRICAS	27	ELECTRICAS	25
FERROCARRIL	22	FERROCARRIL	53
MECÁNICAS	66	MECANICA	32
NATURALES	2	NATURALES	2
OPERATIVAS	66	OPERATIVAS	47
PROGRAMADAS	10	PROGRAMADAS	21
OPERATIVO/VARIO	0	VOLTEO LENTO	4
INSTRUMENTACIÓN	0		
VARIAS	9		
COMERCIALIZACIÓN	0		

Fuente. Documentación Sistema mySAP

Tabla 6.26. Nomenclatura y código actuales de las áreas de PMH

AREA	NOMENCLATURA	CODIGO SAP
Vagón Reciclado	X	VRE
Transporte Calibrado	C	TRC
Despacho Fino Planta de Pellas	H	DPP
Cargas de Vagones	8	CUA
Pellas Planta de Pellas	O	OPC
Pellas Sidor	P	REP
Carga de Barco Orinoco Iron	TI	CIO
Volteo	V1, V2, V3	V1, V2, V3
Barcos	B	BAR
Recuperación	R	REC
Planta de Briquetas	PB	PB
Área 18	18R	18R
Mineral Grueso por Multipropósito	GPLB	VGMUL
Mineral fino por Multipropósito	FPTLB	VMUL

Fuente. Documentación Sistema mySAP

Tabla 6.27. Nomenclatura y códigos actuales de las demoras de PMH

DEMORA	NOMENCLATURA	CODIGO mySAP
Programada	A	PRG
Barco	B	BAK
Calidad	W	CAL
Cliente	C	CLI
Comercialización	Co	COM
Eléctrica	E	ELE
Ferrocarril	F	FFCC
Instrumentación	I	AUT
Mecánica	M	MEC
Naturales	N	NAT
Operativa	O	OP
Varias	V	VAR

Fuente: Documentación mySAP

CRITERIO DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS DE AUTOMATIZACION

Tabla 6.28. Descripción de las nuevas demoras de Automatización de PMH

DEMORAS DE AUTOMATIZACION (I)
AJUSTANDO DRIVE DE POTENCIA
AJUSTANDO SWITCHCHE ATASCO
AJUSTANDO SWITCHCHE DE PIEDRA ALTA
AJUSTANDO SWITCHCHE DE TIRON
AJUSTANDO SWITCHCHE DE VELOCIDAD
AJUSTANDO SWITCHCHE DESVIO
AJUSTANDO SWITCHCHE EXTRALIMITE
AJUSTANDO SWITCHCHE LIMITE
CABLE DE INSTRUMENTACION AVERIADO
CORTOCIRCUITO EN CABLEADO DE CAMPO
ERROR DE POSICION
FALLA COMUNICACIÓN DATOS F.O.
FALLA DE DESCONEXION
FALLA EN AVISO DE ARRANQUE
FALLA EN EL TRAVEL NUT
FALLA EN EL UV.
FALLO AVANCE RECUPERADOR
FALLO DE CONEXIÓN
FALLO DE SECUENCIA
FALLO EN CTC
FALLO EN DRIVE DE POTENCIA
FALLO EN ENCODER
FALLO EN HARDWARE DE PLC
FALLO EN MASTER SWITCH
FALLO EN POTENCIOMETRO
FALLO EN SCADA
FALLO EN SEÑAL PARADA DE EMERGENCIA
FALLO EN SOFTWARE DE PLC
FALLO EN SWITCHCHE ATASCO
FALLO EN SWITCHCHE DE PIEDRA ALTA
FALLO EN SWITCHCHE DE TIRON
FALLO EN SWITCHCHE DE VELOCIDAD
FALLO EN SWITCHCHE DESVIO
FALLO INTERRUPTOR DE TEJA
FALLO RADIO COMUNICACIÓN DATOS
FALLO SECUENCIA ELEVACION DE PLUMA
FALLO SECUENCIA GIRO DE PLUMA
FALLO SENSOR DE DESCUADRE
FALLO SEÑAL DE FLUJO

FALLO SEÑAL DE NIVEL
FALLO SEÑAL DE PRESION
FALLO SEÑAL TEMPERATURA
FALLO SWITCHE 3LS
FALLO SWITCHE COMUNICACIÓN DATOS
FALLO SWITCHE EXTRALIMITE
FALLO SWITCHE KB
FALLO SWITCHE LIMITE
FALLO TRASLACION
TIEMPO MAXIMO DE FUNCIONAMIENTO

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIO DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS DE CALIDAD

Tabla 6.29. Descripción de las nuevas demoras de Calidad de PMH

DEMORAS DE CALIDAD (W)
CAMBIANDO CORTE
CAMBIANDO DE SECTOR
CAMBIANDO PILA
CHEQUEANDO CORTE DE CALIBRADO
CHEQUEANDO LINEA DE VOLTEO
ESPERANDO CORTE
ESPERANDO POR ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
GIRANDO BOOM HACIA LA PILA PHC
REUBICANDO VAGONES
TOMANDO MUESTRAS
UBICANDO APILADOR

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIO DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS ELECTRICAS

Tabla 6.30 Descripción de las nuevas demoras Eléctricas de PMH

DEMORAS ELECTRICAS (E)
AJUSTANDO FRENOS
CABLE DE CONTROL ELECTRICO AVERIADO
CABLE DE POTENCIA AVERIADO
CORTOCIRCUITO EN CABLE DE CONTROL ELECTRICO
CORTOCIRCUITO EN CABLE DE POTENCIA
DISPARO DE BREAKER DE CONTROL
DISPARO DE BREAKER DE POTENCIA
DISPARO DE FUSIBLES DE CONTROL
DISPARO DE FUSIBLES DE POTENCIA
DISPARO DE SOBRECARGA
DISPARO DE TEMPERATURA DE COJINETES
DISPARO DE TEMPERATURA DE DEVANADO
DISPARO SOBRECORRIENTE
FALLA DE ALIMENTACION ELECTRICA
FALLA EN ALUMBRADO
FALLA EN ARRANCADOR
FALLA EN RELE DE PROTECCION
FALLA VENTILADOR
FALLO EN FRENO
FALLO EN RELE DE CONTROL
FALLO EN RELE TERMICO
FALLO EN TRANSFORMADOR DE CONTROL
FALLO EN TRANSFORMADOR DE POTENCIA
FALLO MOTOR
MOTOR ELECTRICO AVERIADO

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIO DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS DE FERROCARRIL

Tabla 6.31. Descripción de las nuevas demoras de Ferrocarril de PMH

DEMORAS DE FERROCARRIL (F)
AJUSTANDO AGUJA DE LA LINEA
AJUSTANDO EMPALME DE RIEL A LA LINEA
AJUSTANDO FRENOS A LA LINEA DE RETORNO
AJUSTANDO FRENOS AL RETARDADOR
AJUSTANDO FRENOS DE LA LOCOMOTORA
BUSCANDO CORTE
CAMBIANDO CORTE
CAMBIANDO LOCOMOTORA
CAMBIANDO RIEL EN LINEA
CAMBIANDO ZAPATA DEL FRENO
CAMBIO DE TURNO DE FFCC
CHEQUEANDO LINEA
CHEQUEANDO LOCOMOTORA
CHEQUEANDO RETARADADOR
CHEQUEANDO VAGON
COLICION DE VAGON
CONTINUA ESPERANDO CARGADOS DEL TREN
CONTINUA VAGON DESCARRILADO
CORTE DESACOPLADO
DEMORAS DE FFCC
DESACOPLANDO VAGONES
DESCARRILAMIENTO EN LA LINEA FERREA
ESPERANDO POR TRIPULACION
ESPERANDO VAGONES CARGADOS
FALLA EN LA LOCOMOTORA
FALTA COMUNICACIÓN VIA RADIO
FALTA VAGONES DE LA MINA
FALTA VAGONES EN LINEA
FFCC EN MANIOBRAS
HACIENDO MANIOBRAS
LINEA DE PATIO DE VACIOS LLENA
LINEA DE VOLTEO FUERA DE SERVICIO
LOCOMOTORA DESCARRILADA
LOCOMOTORA SIN COMBUSTIBLE
PASO A MAQUINA
PATIO LLENO
PICADOR LENTO
PROBLEMAS CON EL PICADOR
REGRESANDO CORTE

REPARANDO LINEA
REVISION DE SUICHE DE AGUJA DE LA LINEA
VAGON ACOPLADO
VAGON CON CAJA ANCHA
VAGON CON CHARNELA PARTIDA
VAGON CON MINERAL COMPACTADO
VAGON CON PIN ROTO
VAGON CON ROCA SOBREDIMENCIONADA
VAGON CON VOLANTE TRANCADO
VAGON DESCARRILADO
VAGON FRENADO
VAGON MAL ACOPLADO
VAGON NO PICA
VAGON SIN BARRA PICADORA

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIOS DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS MECANICAS

Tabla 6.32. Descripción de las nuevas demoras Mecánicas de PMH

DEMORAS MECANICAS (M)
AJUSTANDO CEPILLO DE LIMPIEZA
AJUSTANDO FRENOS
ALINEANDO CINTA
ALINEANDO CONJUNTO MOTRIZ
CAMBIANDO EMPUJADOR
CAMBIANDO GRAPAS
CAMBIANDO PERNOS FUSIBLES
EMPUJADOR DESCARRILADO
FALLA DE ACOUPLE
FALLA DE ACOUPLE
FALLA DE ALIMENTADOR DE ORUGA
FALLA DE CINTA
FALLA DE CORREAS DE TRANSMISIÓN
FALLA DE EMPUJADOR
FALLA DE MOTOR ELÉCTRICO
FALLA DE POLEA
FALLA DE REDUCTOR
FALLA DE RODAMIENTO
FALLA DE RODILLO
FALLA DE TRITURADOR
FALLA DE TURBINA HIDRÁULICA
FALLA DE VOLTEADOR
FALLA DEL EMPUJADOR
FALLA EN ALIMENTADOR DE ORUGA
FALLA EN REDUCTOR

FALLA HIDRÁULICA
FALLA SISTEMA TENSOR
REPARANDO EMBUDO
REPARANDO TURBINA HIDRÁULICA
TOLVA 2000 LLENA POR FALLA EN SECADORES
TOLVA LLENA POR BAJA DISPONIBILIDAD DE TRITURADORES
TOLVAS LLENAS POR BAJA DISPONIBILIDAD DE CERNIDORAS

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIO DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS NATURALES

Tabla 6.33. Descripción de las nuevas demoras Naturales de PMH

DEMORAS NATURALES (N)
LLUVIA
MOVIMIENTO SISMICO

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIOS DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS OPERATIVAS

Tabla 6.34. Descripción de las nuevas demoras Operativas de PMH

DEMORAS OPERATIVAS (O)
ARRANCANDO TRITURADOR
ATASCO EN EMBUDO
BARRAS SEPARADORAS BLOQUEADAS
CAMBIANDO CORTE
CAMBIO DE TURNO
CARRO BLOQUEADO
CERNIDORAS BLOQUEADAS
CHEQUEANDO TRITURADOR
CINTA DESALINEADA
CINTA ENROLLADA
CINTA SOBRECARGADA
DESBLOQUEANDO TRITURADOR
DESLIZAMIENTO
DESTRANCANDO CARRO BLOQUEADO
DESTRANCANDO CICLONES BLOQUEADOS
DESTRANCANDO GANCHO DEL VOLTEADOR
DESTRANCANDO RUEDAS DEL VOLTEADOR
EMBUDO BLOQUEADO
FALTA DE EPP
FALTA DE OPERADOR
GIRANDO PLUMA DEL APILADOR
LIMPIANDO BAJANTES

LIMPIANDO BARRAS SEPARADORAS
LIMPIANDO CABALLETE
LIMPIANDO CADENA
LIMPIANDO CALLEJONES
LIMPIANDO CINTA
LIMPIANDO EMBUDO
LIMPIANDO LINEAS DEL PUENTE
LIMPIANDO POLEA
LIMPIANDO RETORNO DE CINTA
LIMPIANDO RETORNO DEL TUNEL
LIMPIANDO RIELES
LIMPIANDO RODILLOS
LIMPIANDO ROTORBIN
LIMPIANDO SISTEMA
LIPIANDO RUEDAS
MINERAL CON ALTO % DE HUMEDAD
MINERAL NO APTO PARA PROCESAR
REENGANCHANDO SWITCH
SACANDO DURMIENTE
SACANDO METAL DETECTADO
SACANDO PLANCHA
SACANDO ROCA
SOPLANDO GANCHOS
TOLVA DE PIEDRA LLENA
TOLVAS LLENAS POR ALTO % DE GRUESO

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIOS DE LAS DEMORAS ASOCIADAS A CAUSAS PROGRAMADAS

Tabla 6.35. Descripción de las nuevas demoras Programadas de PMH

DEMORAS PROGRAMADAS (A)
CAMBIANDO APILADOR DE PILA
CAMBIO DE TURNO
CHARLA DEL PRESIDENTE
COMIDA
CONFLICTO LABORAL
CORTE DE TENSION PROGRAMADO
DESCANSO CONTRACTUAL
DESCANSO LEGAL
FERIADO
HACIENDO REQUERIMIENTO PARA MANTENIMIENTO
MANTENIMIENTO PROGRAMADO
PASANDO RASTRA

PERSONAL EJERCIENDO DERECHO AL VOTO
PERSONAL EN ASAMBLEA
PERSONAL EN PERMISO ESPECIAL
PERSONAL EN VACACIONES COLECTIVAS
PERSONAL LIBRE POR ROTACIÓN DE HORARIO
PROGRAMACION DE PRODUCCION
REQUERIMIENTOS PARA MANTENIMIENTO
REUNION PROGRAMADA CON PRESIDENTE, SINDICATO Y CHARLA SEGURIDAD
VACIANDO SISTEMA PARA CAMBIO HACIA EL PUENTE

Fuentes: Elaboración Propia.

CRITERIOS DE LAS DEMORAS ASOCIADAS AL VOLTEO LENTO

Tabla 6.36. Código y descripción de las demoras Varias de PMH

DEMORA VOLTEO LENTO (X)
CONTINUA ESPERANDO CARGADOS DEL TREN
ESPERANDO CARGADOS DEL TREN
VACIANDO ULTRAFINO
VOLTEO LENTO POR MINERAL HUMEDO

Fuentes: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

Tomando como base el análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye:

1. Producto del estudio realizado se detectó la incidencia de la diferencia de los criterios al cargar la descripción de las demoras, donde se evidencia la falta de un vocabulario unificado por parte del personal responsable de cada turno.
2. La falta de documentación estandarizada de las demoras ocasionan que los Jefes de Turno difieran al emitir sus criterios tanto en la clasificación de las demoras como en la descripción de la causa raíz de estas.
3. En las demoras varias se solapan otras demoras del tipo mecánica, eléctricas, instrumentación y operativas trayendo como consecuencia que estos tiempos no se tomen en cuenta para el cálculo del indicador de disponibilidad de la línea de producción, ocasionando desviaciones con respecto a la realidad.
4. Las desviaciones de los indicadores de disponibilidad de la línea de producción afecta el proceso de toma de decisiones efectivas dentro de la Gerencia.
5. El adecuado registro de los tiempos de las demoras que componen el tiempo de falla permite la identificación de sectores deficiente de los equipos y áreas de trabajo, ya que una data confiable de los tiempos ayudara a que el indicador de disponibilidad sea lo más efectivo a la hora de tomar decisiones.
6. El indicador de disponibilidad de la línea de producción para los años 2008, 2009 y 2010 según PMH fueron de 79,78%, 82,55% y 77% respectivamente. Los indicador de disponibilidad aplicando los criterios estandarizados de las demoras fueron de un 71,68%, 75,19% y 70,5%, evidenciando que si se hace una buena descripción de las demoras el

indicador de disponibilidad si estará más ajustado a la realidad, permitiendo así hacer toma de decisiones gerenciales que permitan corregir los puntos críticos de la planta y poder levantar los niveles de producción.

7. La falta de materia prima proveniente de las minas es un factor predominante en la paralización del proceso productivo y la baja de la producción. Las condiciones físicas del mineral (Húmedo o Grueso); conlleva a trancas en los equipos teniendo que procesarlo lentamente.
8. Las máquinas y equipos que están presentes en el procesamiento de mineral de hierro por lo general no se le hacen un mantenimiento adecuado ocasionando constantes paradas por reparación de emergencia, la falta de repuestos o personal es una de estas causas.

RECOMENDACIONES

Luego de haber realizado el estudio se recomienda las siguientes acciones:

1. Eliminar el archivo manual de Excel de carga de demoras y codificar las demoras estandarizadas para ser cargadas directamente en el ZDEMPO (Reporte de demoras Puerto Ordaz) del sistema mySAP.
2. Analizar la estandarización de criterios de demoras y crear instructivos accesibles al personal involucrado en el proceso de carga de las demoras para la consulta cuando sea necesario. Esto permitirá familiarizarse con los nuevos estándares de demoras.
3. Revisar el criterio de demoras varias cuyas demoras no deben existir o el porcentaje de ocurrencia debe ser casi nulo, ya que este tipo de demora solo permitirá que se solapen otras calificaciones de demoras durante la transcripción de la información.
4. Divulgar la información referente a la carga de las demoras para concientizar al personal con respecto a los nuevos criterios asignados en relación a la descripción de las demoras y su incidencia en la disponibilidad de la línea de producción de PMH.
5. Implantar en el mySAP la propuesta de los nuevos criterios de las demoras permitiendo así que la data para el indicador de disponibilidad de la línea de producción sea veras.
6. Concientizar al personal que reporta los datos (supervisor, técnico de área, jefes de turnos e Inspectores), acerca de la importancia de la veracidad de la información que registran, pues de ello depende la certeza y credibilidad de los indicadores.
7. Mantener informado al operador del volteador de vagones sobre las demoras ocurridas durante el proceso productivo para así evitar trancas en el sistema.
8. Desarrollar planes de mantenimiento preventivo orientados a disminuir

el uso frecuente de mantenimiento correctivo de las máquinas y equipos de la línea de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) CHRISTENSEN, CLAUDIO. **Presentación de Confiabilidad y Disponibilidad**. Argentina 2005.
- 2) DIAZ MATALOBOS, ANGEL. (1992) **Confiabilidad en mantenimiento**. Venezuela, Caracas. Ediciones IESA, C.A.
- 3) GARCÍA, SANTIAGO. **Técnicas de mantenimiento predictivo de plantas industriales**. 2^{da} Edición. México 2007.
- 4) FUNDEI. (1999). **Manual de mantenimiento industrial para la pequeña y mediana empresa**. Caracas, Venezuela.
- 5) GARCIA GARRIDO, SANTIAGO. (2007). **Técnicas de mantenimiento predictivo de plantas industriales**. Editorial Díaz santos. México.
- 6) GERENCIA DE RECRSOS HUMANOS CVG FERROMINERA ORINOCO, **Organigramas de posición**, Julio 2010.
- 7) HODSON, WILLIAM K. (1998). **Manual del Ingeniero Industrial**. Editorial MacGraw Hill. Cuarta edición (Tomo I, III y IV).
- 8) MOSQUERA CASTELLANOS, GENARO. (2000). **Estimación de parámetros de confiabilidad y mantenibilidad en sistemas industriales**. Universidad Central de Venezuela. Caraca.
- 9) ORDOSGOITE, EILLEEN. (2005). **Catalogo de demoras de la Gerencia Procesamiento de Mineral de Hierro CVG Ferrominera Orinoco, C.A.** Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

- 10) ROJAS DE NARVÁEZ, Rosa. **Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación.** (1997). Ediciones UNEXPO. 2^{da} Edición. Venezuela.
- 11) ROSENDO, HUERTA. **Proceso de análisis integral de Disponibilidad y Confiabilidad como soporte para el mejoramiento Continuo de las Empresas.** Reability Word 2006 Latín América. México Junio 2006.
- 12) WALPOLE, MYERS. **Probabilidad y Estadística** 4^o edición. Editorial McGraw-Hill. México. 1992.
- 13) ZAMBRANO R. SONY A., LEAL SANDRA. (2008). **Fundamentos básicos de mantenimiento.** 2^o Edición. Caracas, Venezuela.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

[URL 1] **Intranet** [Página Web en línea]. Disponible:

<http://www.ferrominera.com.ve/>

[Consulta: Octubre 2010 - Febrero 2011].

[URL 2] **Reliasoft** [Página Web en línea]. Disponible:

<http://www.simingeneria.com.ar>

[Consulta: Enero 2011].

[URL 3] **Desarrollo del Mantenimiento Preventivo** [Página Web en línea].

Disponible: <http://www.mantenimientomoderno.com>

[Consulta: Febrero 2011].

APÉNDICE

APENDICE 1 ELECCION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para la determinación la cantidad de años necesarios para la realización del estudio se utilizó la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N = Total de la población

$Z^2 \alpha = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en este caso deseamos un 5%).

Se selecciona un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%. Por medio de la tabla de áreas bajo la curva de distribución normal se obtiene:

$$Z \alpha/2=1,96$$

Como el nivel de confianza es de 95% entonces:

$$P=0,05$$

De donde se sabe:

$$q=1-P=0,95$$

Al calcular el Número de observaciones se tiene:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{10 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,05 (10 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 2,88$$

$$n = 3$$

Son necesarios 3 años para realizar el estudio con un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%.

ANEXOS

ANEXO 2

EVIDENCIA DE LA DIFERENCIA DE CRITERIOS EN LA DESCRIPCION DE LAS DEMORAS.

FECHA	TURNO	AREA	TOTAL MIN.	DEM	EQUIPO	DESCRIPCION
18/11/2007	III	V2	11	V	JD8004	DESLIZAMIENTO ELECTROIMAN, SACANDO RIEL
23/11/2007	III	V1	5	O	JD8004	DESLIZAMIENTO EN EL ELECTROIMAN, SACANDO CHATARRA
06/12/2007	III	V2	6	V	JD8004	DESLIZAMIENTO EN EL ELECTROIMAN, SACANDO CHATARRA
03/12/2007	II	V1	10	V	JD8004	DESLIZAMIENTO, SACANDO CHATARRA
24/08/2007	II	V1	8	V	JD8004	DESLIZAMIENTO, SACANDO METAL DETECTADO
26/09/2007	I	V1	42	E	JD8002	FALLO DE MOTOR, SACANDO CHATARRA
28/08/2007	I	V2	111	M	JD5051	SACANDO CAZA PLANCHA DEL FD5044K EN EL EMBUDO
14/07/2007	I	V1	6	O	JD 8002	SACANDO CHATARRA
19/07/2007	II	V1	10	V	JD8002	SACANDO CHATARRA
08/08/2007	I	V1	35	F		SACANDO CORTE DE VAGONES CON CAJA ANCHA
22/08/2007	III	V1	8	V	JD8002	SACANDO DIENTE DE PALA
05/07/2007	II	V1	19	V	JD8001	SACANDO DURMIENTE
22/10/2007	I	V1	67	O	JD8001	SACANDO DURMIENTE DE CONCRETO DEL EMBUDO
02/12/2007	I	V1	20	O	JD8001	SACANDO DURMIENTE DE LA CINTA
08/10/2007	III	V1	5	O	JD-8001	SACANDO DURMIENTE EN EL CABALLETE
27/08/2007	II	V1	120	V	JD8001	SACANDO DURMIENTE Y PIEDRAS GRANDE
02/12/2007	I	V1	10	V	JD8002	SACANDO DURMIENTO DE LA CINTA
23/09/2007	II	V1	30	V	FD8000	SACANDO EMPUJADOR METIDO DEBAJO DE UN VAGON
21/04/2010	III	V1	47	O	FD8000	EMPUJADOR DE VAGONES METIDO POR DEBAJO DEL VAGON N° 3617
19/12/2007	I	V1	64	O	JD8001	SACANDO LAJA DE LA CULATA DE LA CINTA
25/11/2007	III	V1	27	V	JD8001	SACANDO LAJA EN EL CABALLETE
07/10/2007	II	V1	24	M	JD8001	SACANDO LATERAL DE GOMA
15/07/2007	III	V1	5	V	JD8002	SACANDO METAL
30/07/2007	II	V1	8	O	JD 8002	SACANDO METAL

08/07/2007	I	V1	9	V	PA8000	SACANDO PIEDRA DE GRAN TAMAÑO
14/10/2007	III	V1	6	O	VV8000	SACANDO PIEDRA DE LA ZAPATA
06/08/2007	II	V1	20	V	JD8001	SACANDO PIEDRA EN EL CABALLETE
08/08/2007	I	V1	6	O	VV8000	SACANDO PIEDRA EN EL CABALLETE
24/08/2007	I	V1	10	V	VV8000	SACANDO PIEDRA GRANDE DEL PASILLO
03/10/2007	II	V1	10	O	JD8002	SACANDO PIEDRA INCRUSTADA EN EL LATERAL
24/08/2007	II	V1	15	V	JD8002	SACANDO PIEDRAS METIDAS EN LOS LATERALES
21/07/2007	III	V2	65	V	PA8003-B	SACANDO PIEDRAS, DESTRANCANDO TRITURADOR
15/12/2007	II	V1	60	M	VV8000	SACANDO PLACHA Y AJUSTANDO PERNOS
06/08/2007	III	V1	25	V	FE8001	SACANDO PLANCHA DE EMBUDO
12/07/2007	II	V1	53	M	JD8001	SACANDO PLANCHA DEL EMBUDO
08/10/2007	I	V1	20	O	JD8004A	SACANDO PLANCHA DENTRO DEL EMBUDO
02/12/2007	I	V1	10	V	JD8002	SACANDO RIEL DE LA CINTA
16/07/2007	I	V1	10	M	JD 8004 A	SACANDO RIEL DEL EMBUDO
16/09/2007	III	V1	43	V	JD8001	SACANDO RIEL DEL EMBUDO
24/10/2007	II	V1	9	O	JD8004A	SACANDO RIEL EMBUDO .
18/11/2007	III	V2	12	V	JD8028	SACANDO RIEL EN EL EMBUDO
26/07/2007	III	V1	20	V	JD8026	SACANDO TRONCO DE MADERA DEL EMBUDO
30/07/2007	I	V1	33	F		SACANDO VAGON 1415 CON PIEDRA SOBREDIMENSIONADA
04/08/2007	I	V1	14	V	VV8000	SACANDO VAGON 1936 CON PIEDRA SOBREDIMENSIONADA
08/08/2007	II	V1	24	F		SACANDO VAGON 2506 CON PIEDRA GRANDE
20/09/2007	II	V1	12	M	VV8000	SACANDO VAGON SOBRECARGADO, FALLA EN LOS FRENOS
08/10/2007	I	V3	20	O	FD2302C	SACANDO VIGA DEL EMBUDO

Fuente: Archivo de demoras en excel año 2007.

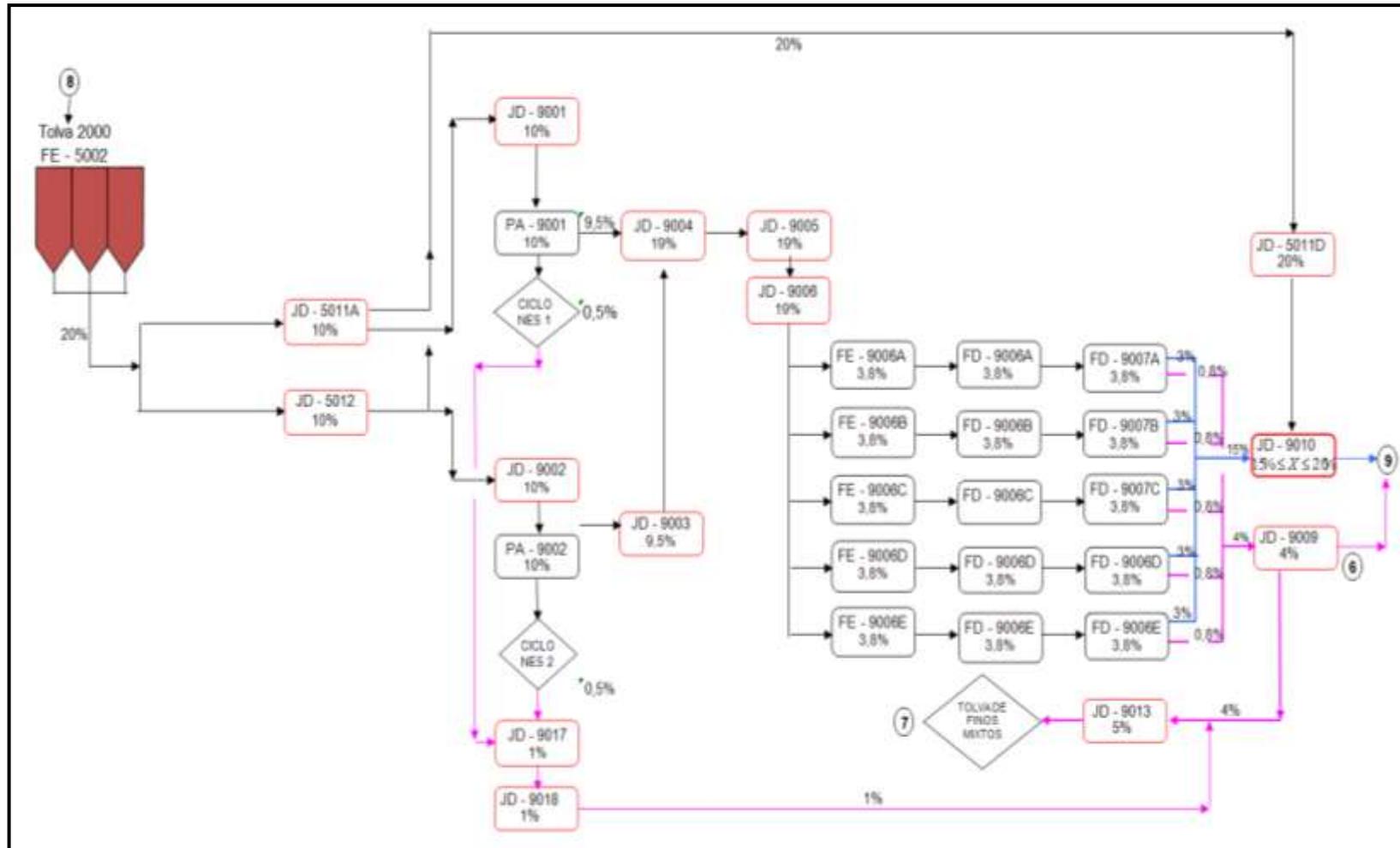
ANEXO 3

ARCHIVO EN EXCEL DONDE SE LLEVA EN CONTROL DIARIO DE LAS DEMORAS.

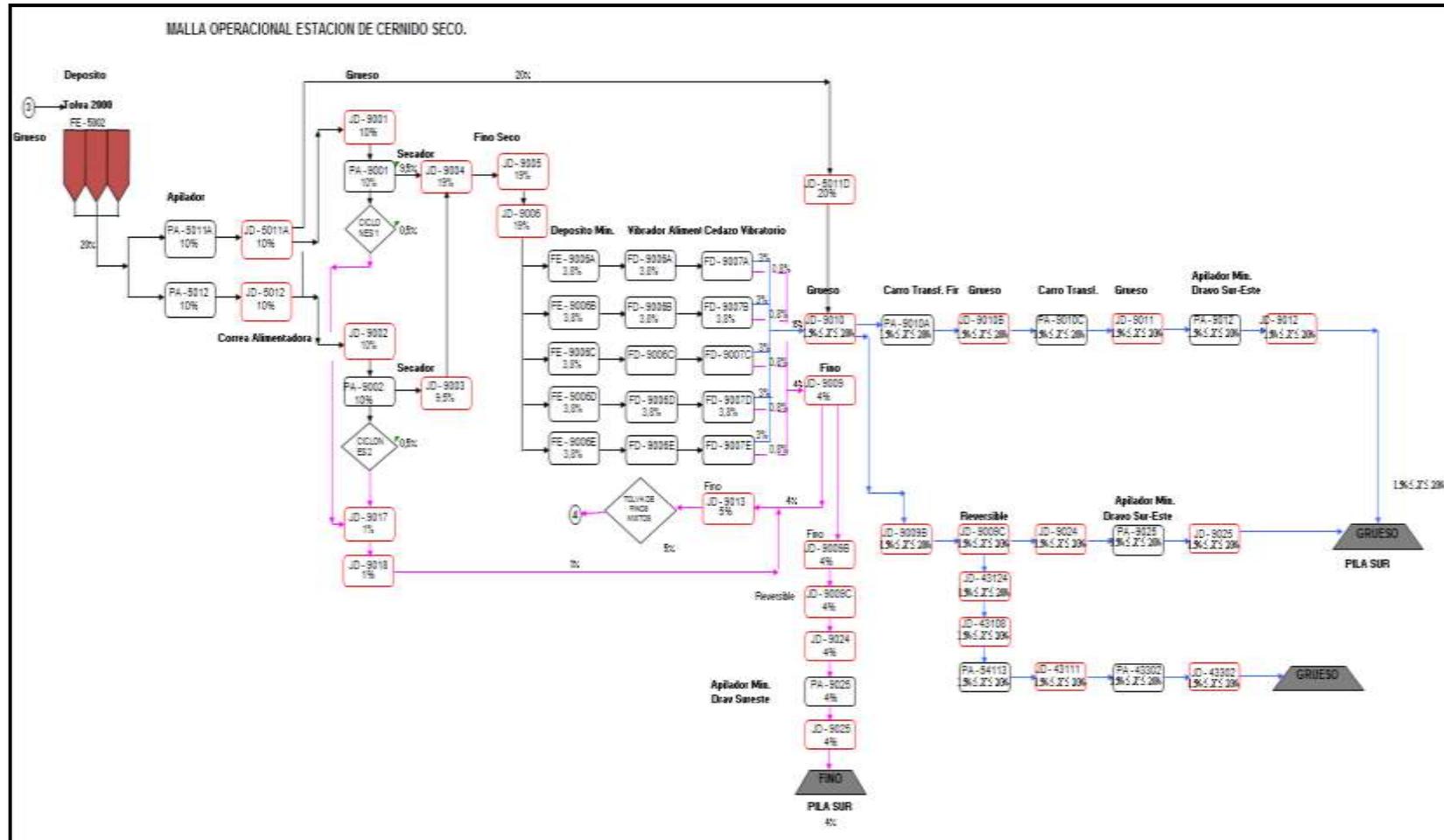
FECHA	TURNO	AREA	H-IN	H-FIN	TOTAL	MIN.	DEM	EQUIPO	DESCRIPCION
01/01/2010	I	V1	23:00	7:00	8:00	480		A	FERIADO
01/01/2010	II	V1	7:00	15:00	8:00	480		A	FERIADO
01/01/2010	III	V1	15:00	23:00	8:00	480		A	FERIADO
02/01/2010	I	V1	23:00	7:00	8:00	480		A	DESCANSO CONTRACTUAL
02/01/2010	II	V1	7:00	15:00	8:00	480		A	DESCANSO CONTRACTUAL
02/01/2010	III	V1	15:00	23:00	8:00	480		A	DESCANSO CONTRACTUAL
03/01/2010	I	V1	23:00	7:00	8:00	480		A	DESCANSO LEGAL
03/01/2010	II	V1	7:00	15:00	8:00	480		A	DESCANSO LEGAL
03/01/2010	III	V1	15:00	23:00	8:00	480		A	DESCANSO LEGAL
04/01/2010	I	V1	11:00	11:10	0:10	10		A	COMIDA
04/01/2010	II	V1	10:10	10:18	0:08	8		E	CHEQUEANDO SWITCHE DE CAMPANA DE RETORNO
04/01/2010	III	V1	23:30	23:30	0:30	30		F	ESPERANDO TRIPULACION
04/01/2010	I	V1	1:02	1:18	0:16	16		F	BUSCANDO CORTE
04/01/2010	II	V1	4:52	5:02	0:10	10		F	BUSCANDO CORTE
04/01/2010	III	V1	5:00	6:00	1:00	60		F	DEMORAS DE FFCC
04/01/2010	I	V1	7:00	8:10	1:10	70		F	ESPERANDO POR FFCC
04/01/2010	II	V1	8:53	9:04	0:11	11		F	BUSCANDO CORTE
04/01/2010	III	V1	11:18	11:23	0:07	7		F	VAG. 1642 CON PROBLEMAS PARA PICAR
04/01/2010	I	V1	12:00	12:35	0:35	35		F	DEMORAS DE FFCC
04/01/2010	II	V1	15:04	15:47	0:43	43		F	VAGON (3873) FRENADO EN LA SALIDA DE DUMPER
04/01/2010	III	V1	15:47	16:08	0:21	21		F	ESPERANDO POR FERROGARRE
04/01/2010	I	V1	17:05	17:16	0:11	11		F	BUSCANDO CORTE
04/01/2010	II	V1	18:30	20:40	2:10	130		F	ESPERANDO CARGADOS DEL TREN# 08
04/01/2010	III	V1	20:51	21:02	0:11	11		F	PASO A MAQUINA
04/01/2010	I	V1	21:48	23:00	1:14	74		F	VAGON (1735) DESCARRILADO EN LA SALIDA DEL DUMPER FUERA DEL CENTRO PLATO
04/01/2010	II	V1	10:00	10:07	0:07	7		F	DEMORAS DE FFCC
04/01/2010	III	V1	4:38	4:45	0:07	7		I	PA8021B ERROR DE POSICION
04/01/2010	I	V1	5:12	5:20	0:08	8		M	FD8000 EMPUJADOR DE VAGONES DESCARRILADO
04/01/2010	II	V1	9:40	10:00	0:20	20		M	JD8004 ALINEANDO CINTA
04/01/2010	III	V1	10:45	11:00	0:15	15		M	JD8004 MONTANDO RODILLO
04/01/2010	I	V1	17:45	18:00	0:15	15		M	POCA DISPONIBILIDAD DE CERNIDORAS LUBRICANDO FD8023 (F, H, J, B, C)
04/01/2010	II	V2	9:04	9:36	0:32	32		M	JD1205 CAMBIANDO RODILLOS

Fuente: Documentacion de la Jefatura de Control de Gestion de la Produccion.

ANEXO 4 LINEA DE PRODUCCION V3 ACTUAL



ANEXO 5 LINEA DE PRODUCCION V3 ACTUALIZADA



ANEXO 6
VOLTEADOR DE VAGONES VV-8000 (CAPACIDAD: 60 VAG/HORA)



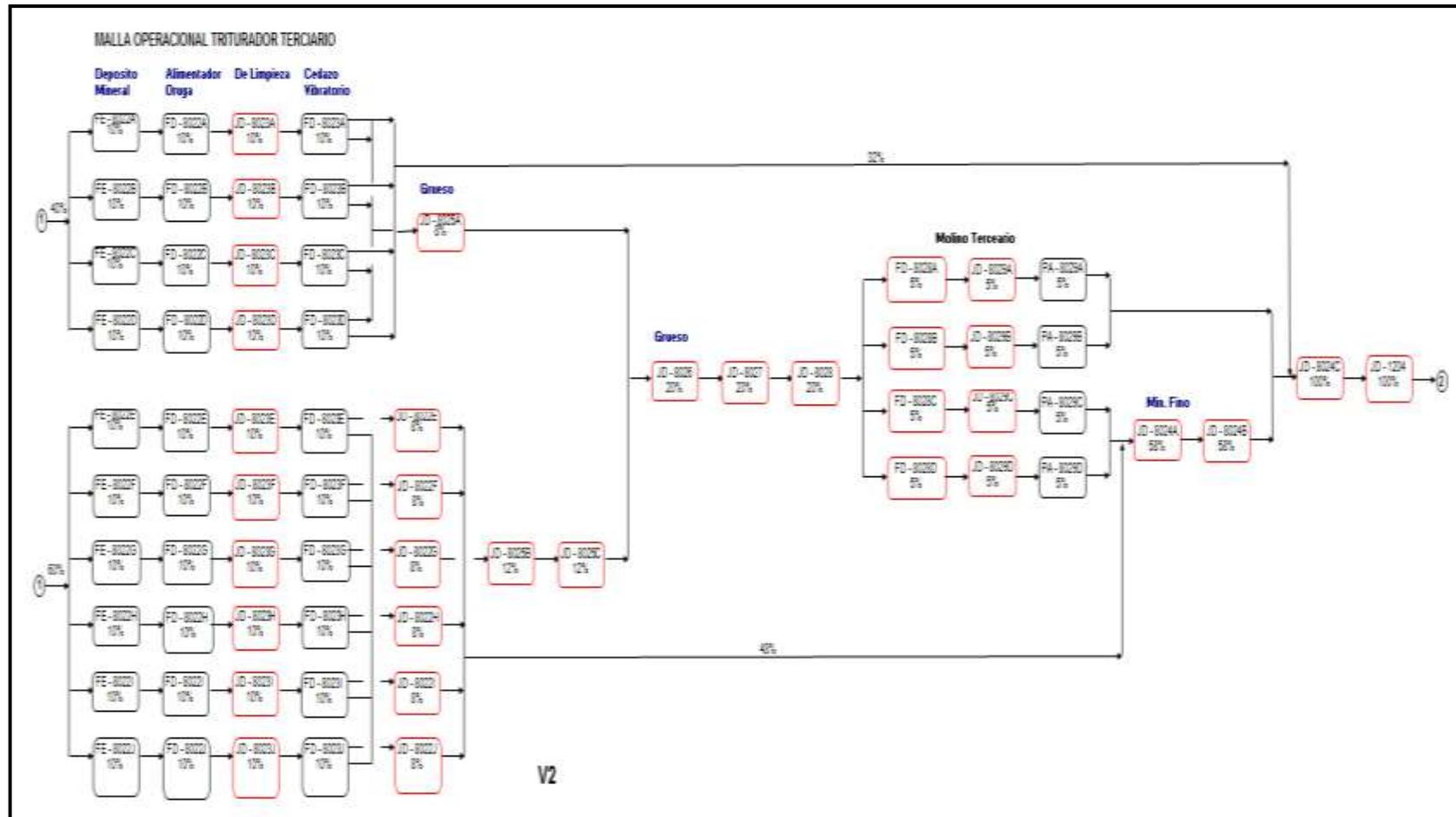
Fuente: Documentación interna de PMH

ANEXO 7
EMPUJADOR DE VAGONES FD-8000 (CAPACIDAD: 60 VAG/HORA)



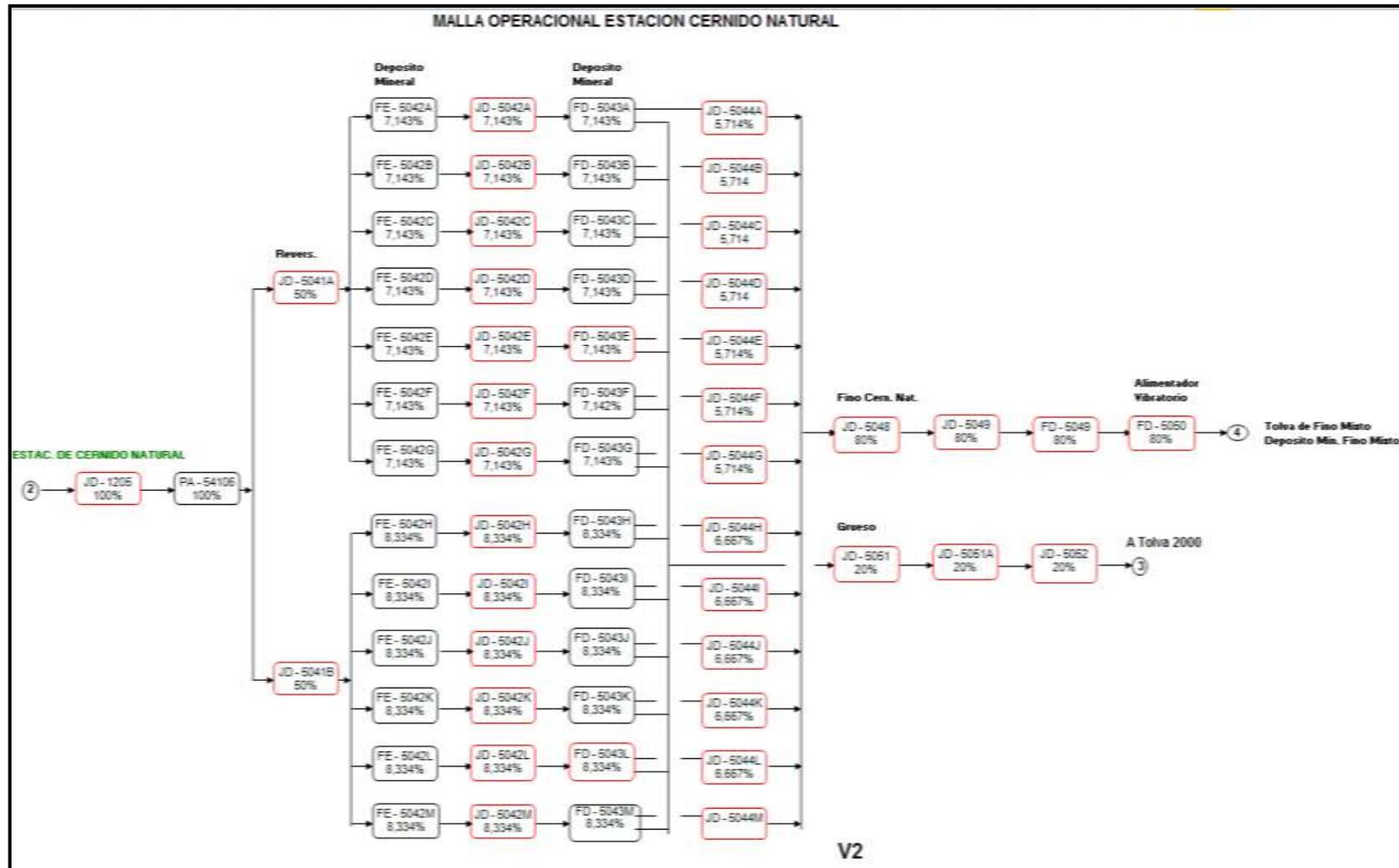
Fuente: Documentación interna de PMH

ANEXO 9 LINEA DE PRODUCCION V2

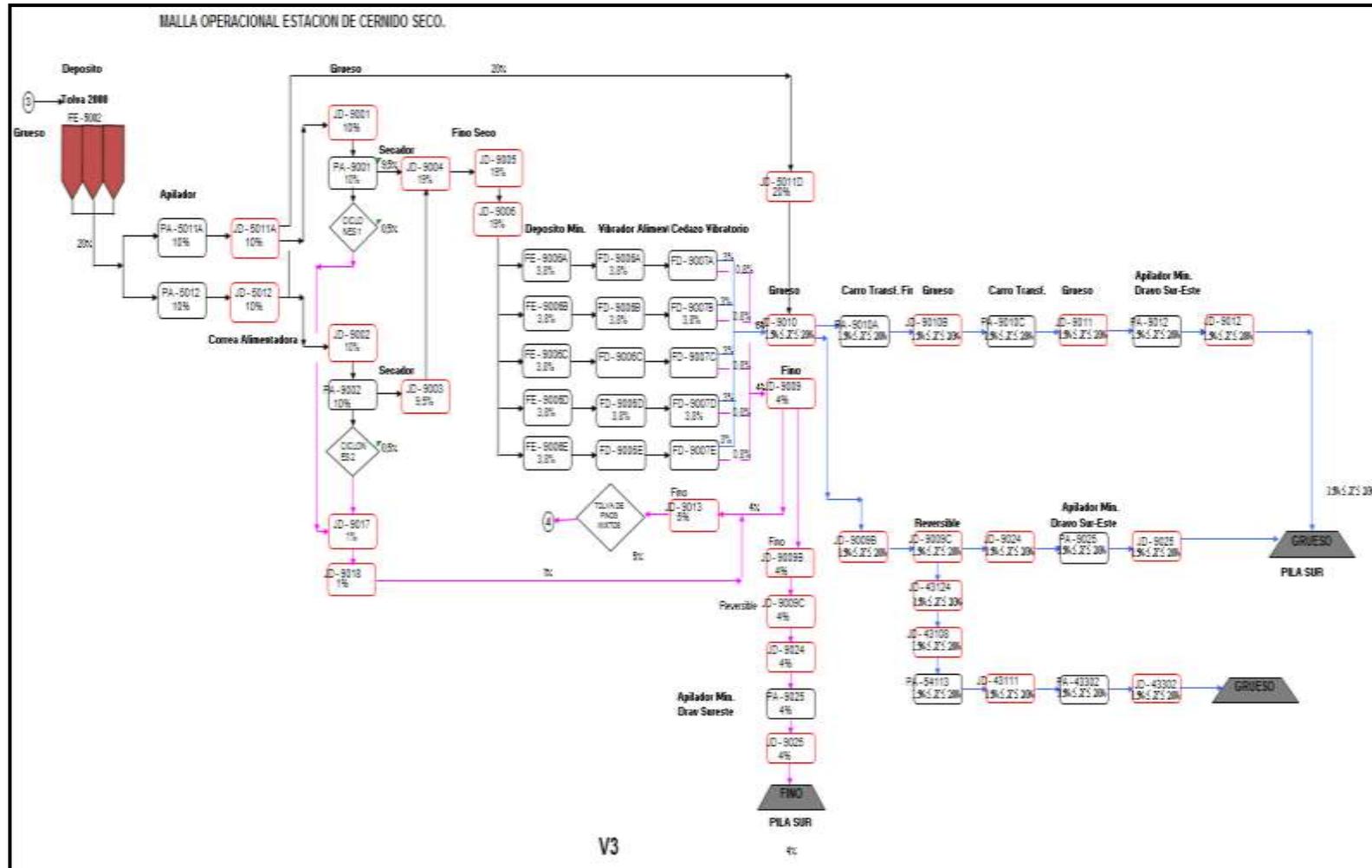


ANEXO 10

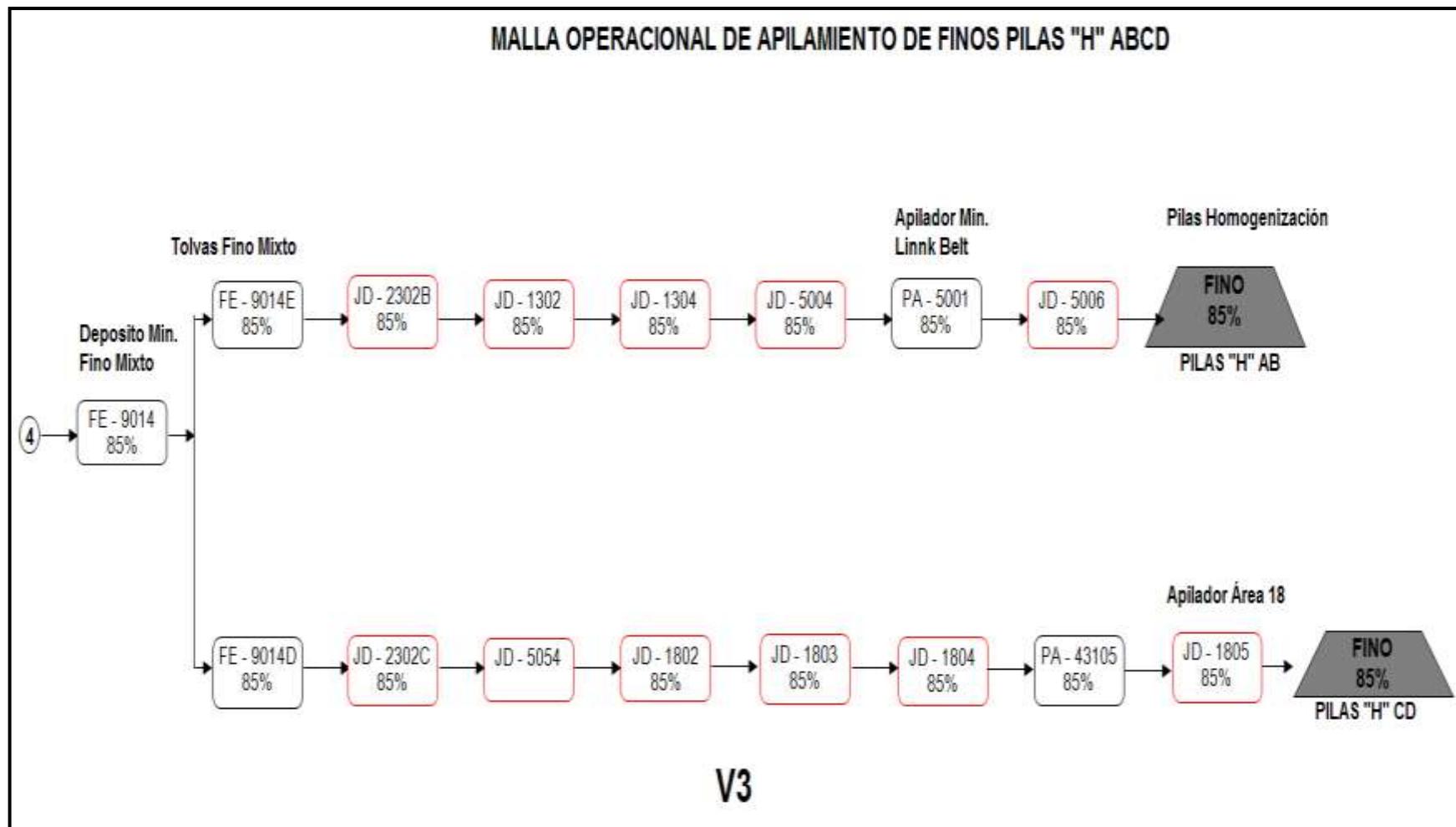
LINEA DE PRODUCCION V2 (CONTINUACION)



ANEXO 11 LINEA DE PRODUCCION V3



ANEXO 12
LINEA DE PRODUCCION V3 (CONTINUACION)



ANEXO 13
LINEA DE PRODUCCION DE FORMA GENERAL

