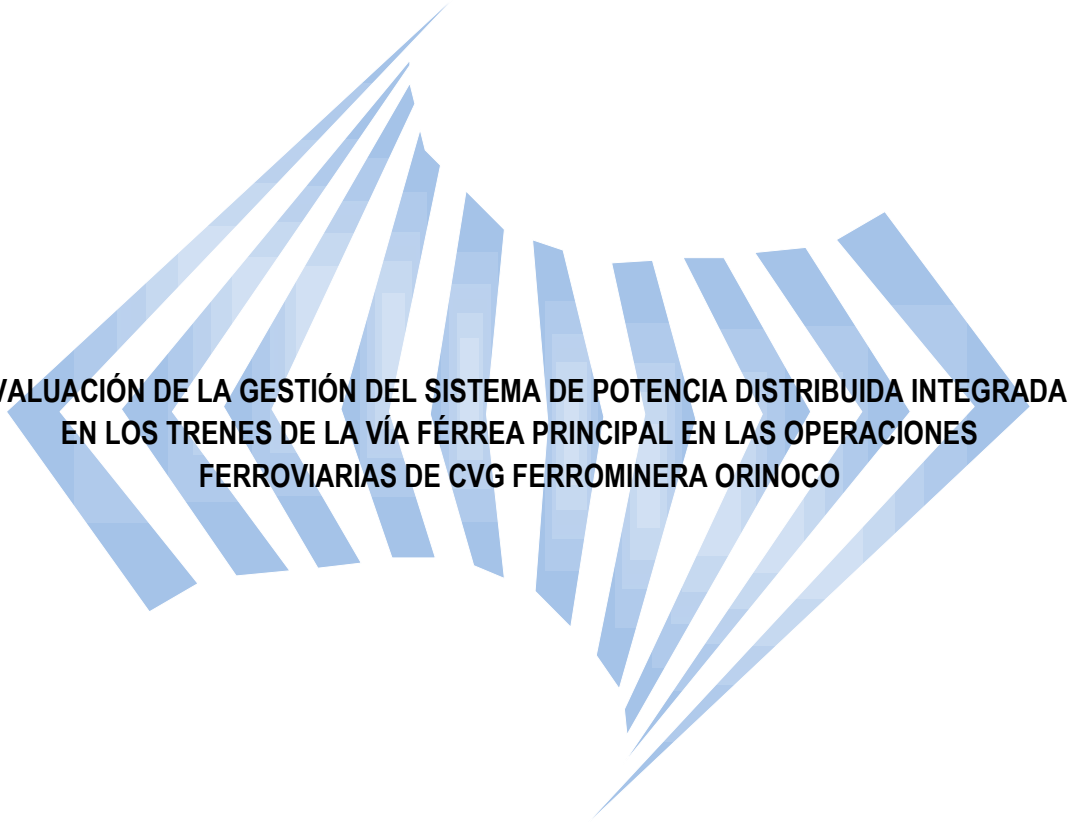
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José De Sucre"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO

Tutor Académico:
Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutora Industrial:
Ing. Marina Boscán

Br. Génesis E. Sosa V.
C.I. 20.557.090

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2013



EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José De Sucre"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz, como requisito para optar al Título de Ingeniería Industrial.

SOSA VILLARROEL, GÉNESIS ESTHER.

Tutor Académico:	**Tutor Industrial:**
Ing. Andrés Eloy Blanco	**Ing. Marina Boscán**

CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2013

Génesis Esther Sosa Villarroel

"EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO"

150 Páginas.

Trabajo de Grado.

Universidad Nacional Experimental Politécnica *"Antonio José de Sucre".*

Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Puerto Ordaz, Junio 2013.

Tutor Académico: **Ing. Andrés Eloy Blanco.**
Tutora Industrial: **Ing. Marina Boscán.**

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

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José De Sucre"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado Evaluador asignado por la comisión de trabajo de grado del departamento de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por la **Br. Génesis E. Sosa V.** con cédula de identidad N° 20.557.090. Titulado: **"EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA DEL ORINOCO".** Para optar al título de Ingeniero Industrial, se considera que dicho Trabajo de Grado cumple con los requisitos exigidos por tal efecto y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO.**

En la ciudad de Puerto Ordaz, a los diez días del mes de Junio de dos mil trece.

Tutor Académico	**Tutor Industrial**
Ing. Andrés Eloy Blanco.	**Ing. Marina Boscán.**
Jurado Evaluador	**Jurado Evaluador**
Ing. Félix Martínez	**Ing. Jairo Pico.**

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado especialmente para:

Mi Dios, mis padres, mis hermanos y mi familia

¡¡Por todo su amor y apoyo incondicional!!

Esto es por y para ustedes..

Génesis E. Sosa V.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a **Dios**, quien me ha dado la vida y que por su amor me ha permitido llegar donde estoy, abriendo todas las puertas necesarias para que este trabajo haya sido posible. Gracias Señor porque estás conmigo en cada paso que doy, te amo!

A mis padres **Jorge y Dámaris**, gracias por regalarme un hogar lleno de principios y valores, por apoyarme a lo largo de toda mi vida, por amarme, por cuidarme, por cada sacrificio, por brindarme todo lo que necesito y aún más, esto es posible gracias a ustedes. Papito, mami esto es Gracias a ustedes, ¡¡¡Es nuestro logro!!!

A mis hermanos **Jorge y Álvaro**, a quienes amo con todo mi corazón.

A mi abuela **Violeta**, quien me abrió las puertas de su casa y me cuido a lo largo de toda mi carrera universitaria. Abuelita te amo Gracias, muchas gracias!!

A mi abuela **Martha** (mamá), quien tuvo una participación muy importante en mi vida. Te amaré por siempre mamá, esto es también gracias a ti!!

A mis tías: **Consuelo, Norelkys, Elizabeth, Violetica, Liliana, Rosita, Fina, Nohemí, Vilma y Laura** quienes también me han apoyado y consentido a lo largo de toda mi vida. Las amo con todo mi corazón!

A mis tíos: **Moisés, Raúl, Cheo, Alfredo y Osiris** con quienes cuento en cualquier circunstancia, gracias por su apoyo!

A la señora **Marina Boscán**, mi tutora industrial que más allá de eso ha sido un ejemplo de mujer, persona y trabajador responsable, en quien he

depositado un cariño inmenso por todo el apoyo incondicional y afecto que a lo largo de los 10 meses que estuve en la empresa supo brindarme.

A mi tutor académico el Ingeniero **Andrés Eloy Blanco** por el apoyo académico necesario para realizar este proyecto.

A los profesores: **Félix Martínez y Jairo Pico** excelentes profesores, por quienes guardo un gran aprecio, jurado evaluador de mi trabajo de grado.

A mis amigas de toda la vida: **Mariana, Geraldine, María, y trina las quiero mucho amigas!.**

A mis amigos: **Pedro López, Emily Guillen, Eduardo Avilez, Felipe Rojas, Carlos Blanco, Andrea Martínez, Jesús Rodríguez y Nairin Pereira,** compañeros de clases, de esos que están en buenas y malas, gracias por todo el apoyo en estos cinco años los quiero.

A mis compañeros de trabajo: porque así me hicieron sentir, **Lupe, Freddy, Lizett, Ernesto, Maigualida y Domingo.**

A mis compañeras de pasantía: **Petrica, Dubre, Ali, y Pao** gracias también a ustedes chicas.

Al grupo de instructores ferroviarios: Loudwyn Bermúdez, Luis González y Vincent Meza, por brindarme toda la información requerida para poder realizar este proyecto.

¡¡¡GRACIAS!!!

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José De Sucre"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA EN LOS TRENES DE LA VÍA FÉRREA PRINCIPAL EN LAS OPERACIONES FERROVIARIAS DE CVG FERROMINERA ORINOCO

Br. GÉNESIS E.SOSA V.

Tutor Académico: Andrés Eloy Blanco.

Tutora Industrial: Marina Boscan.

RESUMEN

Se evaluó la gestión del Sistema de Potencia Distribuida Integrada en los trenes de la vía férrea principal en las Operaciones Ferroviarias de CVG Ferrominera Orinoco. Para lograr el objetivo planteado, se desplegó una revisión general de la situación actual de las operaciones ferroviarias, se analizaron las estadísticas de producción; tiempos de ciclo, toneladas de mineral transportado y vagones cargados por conformación de tren y de consumo de combustible, elementos de freno, choque y tracción. Se utilizaron herramientas como el diagrama de proceso, diagrama de flujo e indicadores de productividad lo que permitió determinar la eficacia y eficiencia del sistema en las operaciones ferroviarias, a modo de contrastar el Sistema de Potencia Distribuida y el Sistema convencional en búsqueda de alternativas factibles que incrementen el transporte de mineral de hierro desde la mina en Ciudad Piar hasta la planta de Procesamiento de Mineral de Hierro en Puerto Ordaz.

Palabras Claves: Evaluación, Gestión, Potencia Distribuida, Transporte, Operaciones Ferroviarias, Mineral de hierro.

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS xvi

INDICE DE TABLAS xvii

INDICE DE GRÁFICOS xviii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 3

EL PROBLEMA 3

1.1 PLANTEMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.2 OBJETIVOS 5

1.2.1 OBJETIVO GENERAL 5

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 6

1.3 JUSTIFICACION 6

1.4 ALCANCE 7

CAPITULO II 8

GENERALIDADES DE LA EMPRESA 8

2.1 LA EMPRESA 8

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA 9

2.3 RESEÑA HISTÓRICA 10

2.4 FILOSOFIA DE LA EMPRESA 12

2.4.1 FILOSOFÍA DE GESTIÓN EMPRESARIAL 12

2.4.2 MISIÓN 13

2.4.3 VISIÓN 13

2.5 FUNCIÓN DE LA EMPRESA 14

2.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO 14

2.6 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA 23
2.7 GERENCIA DE FERROCARRIL 26
2.7.1 ALCANCE FUNCIONAL DE LA GERENCIA DE FERROCARRIL 27
2.8 OPERACIONES FERROVIARIAS 28
CAPITULO III 30
MARCO TEORICO 30
3.1 LA GESTIÓN 30
3.1.1 Modelo de Análisis de Gestión 31
3.1.2 Variables e Instrumentos del Análisis de Gestión 31
3.1.3 Control de Gestión 32
3.1.4 Los Condicionantes de Control de Gestión 32
3.1.5 Los Fines de Control de Gestión 33
3.1.6 Instrumentos de Control de Gestión 33
3.1.7 Sistema de Control de Gestión 34
3.2 PRODUCTIVIDAD 35
3.3 INDICADORES 36
3.3.1 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES 37
3.3.2 INDICADORES PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO 38
3.4 EFICACIA 38
3.5 EFECTIVIDAD 39
3.6 EFICIENCIA 39
3.7 INDICADORES DE GESTIÓN 40
3.7.1 CRITERIOS PARA ESTABLECER INDICADORES 40
3.7.2 VENTAJAS DE REGISTRAR LOS INDICADORES 41

3.7.3 REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTION....42
3.8 SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA....55
3.9 ANTECEDENTES....56
3.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS....58
CAPÍTULO IV....65
MARCO METODOLÓGICO....65
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN....65
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN....65
4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS....66
4.3.1 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO....67
4.4 TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....67
4.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS....70
4.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN....70
4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN....73
CAPITULO V....74
SITUACIÓN ACTUAL....74
5.1 Situación actual de las operaciones ferroviarias en la vía principal de CVG Ferrominera Orinoco....74
5.1.1 Esquema vía férrea Puerto Ordaz-Ciudad Piar....75
5.1.2 Itinerario de trenes vacíos-cargados 2012....75
5.1.3 Proceso de transporte de trenes con vagones vacíos....77
5.1.4 Proceso de transporte de trenes con vagones cargados 2012....78
5.2 Contraste entre la conformación de trenes convencionales y el sistema de potencia distribuida integrada....80

5.2.1 Conformación de trenes convencionales 80

5.2.2 Itinerario de trenes vacíos y cargados (plan anual de operaciones ferroviarias reformulado 2011) 82

5.2.3 Conformación sistema de potencia distribuida 83

5.2.4 Sistema de Potencia Distribuida Integrada (PDI) 84

5.3 Estadísticas de consumo de combustible, sistema de choque, tracción y sistema de frenos con el sistema de potencia distribuida (2012) vs la conformación de trenes convencionales (2011) 91

5.3.1 Estadísticas de consumo de combustible Conformación de Trenes Convencionales Año 2011 91

5.3.2 Estadísticas de consumo de combustible Sistema de Potencia Distribuida año 2012 92

5.3.3 Estadísticas de consumo de elementos del sistema de choque y tracción 94

(Rotor de acople, Dispositivo de choque y tracción (Goma), Charnela del acoplador, Sello de rodamientos y Empacadura de los Coupling).....94

5.3.4 Estadísticas de consumo de elementos del Sistema de Freno.....95

(Zapata de freno, Ruedas, Manguera de aire freno directo, Manguera de aire freno automático, Ajustador de freno y Cuña de zapatas). 95

5.4 Estadísticas de tiempo de ciclo y toneladas transportadas, vagones transportados por tren, disponibilidad de vía férrea, accidentes con daños a la propiedad con el sistema de potencia distribuida (2012) vs conformación de trenes convencionales (2011) 96

5.4.1 Tiempos de ciclo conformación de trenes convencionales 96

5.4.2 Tiempos de ciclo conformación sistema de potencia distribuida ..97

5.4.3 Toneladas transportadas con la conformación de trenes convencionales 98

5.4.4 Toneladas transportadas conformación sistema de potencia distribuida 99

5.4.5 Vagones transportados por tren cargado conformación de trenes convencionales 101

5.4.6 Vagones transportados por tren cargado conformación sistema de potencia distribuida 102

5.4.7 Disponibilidad operativa de la vía férrea año 2011 103

5.4.8 Disponibilidad operativa de la vía férrea año 2012 104

5.5 Cálculo y análisis de indicadores de productividad en las operaciones ferroviarias, sistema de potencia distribuida vs conformación de trenes convencionales (2011 vs 2012) 105

CAPITULOS VI 110

RESULTADOS 110

6. 1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN 111

6.1.1 Consumo de Combustible 2011- 2012 111

6.1.2 Tiempos de Ciclo 2011 – 2012 112

6.1.3 Toneladas de Mineral Transportado 2011 – 2012 113

6.1.4 Vagones Transportados por Tren Cargado 2011 – 2012 114

6.1.5 Consumo de elementos de Sistema de Choque y tracción 115

6.1.6 Consumo de elementos de Sistema de Frenos 116

6.2 Estrategias de mejoras en función de los resultados arrojados por la evaluación del transporte ferroviario en la línea principal de CVG Ferrominera Orinoco. 117

CONCLUSIONES 119

RECOMENDACIONES 121
BIBLIOGRAFÍA 123
APENDICES 125
Apéndice A 126
Apéndice B 127
ANEXOS 128
Anexo A. Cabina de una locomotora. 129
Anexo B. Caboose. 130
Anexo C. Locomotora CVG Ferrominera Orinoco 131
Anexo D. Conformación de tren convencional. 132

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Geográfica..... 9
Figura 2 Línea de Productos..... 17
Figura 3 Proceso Productivo CVG Ferrominera Orinoco..... 18
Figura 4 Estructura Organizativa CVG Ferrominera Orinoco..... 24
Figura 5 Mapa de Procesos CVG Ferrominera Orinoco..... 25
Figura 6 Organigrama Gerencia General de Operaciones Mineras..... 26
Figura 7 Organigrama Gerencia de Ferrocarril..... 26
Figura 8 Evolución del Sistema de Potencia Distribuida..... 57
Figura 9 Esquema de la vía férrea Puerto Ordaz-Ciudad Piar..... 75
Figura 10 Conformación de trenes convencionales FMO..... 80
Figura 11 Distribución del esfuerzo tractivo Sistema Convencional vs Sistema Potencia Distribuida..... 81
Figura 12 Conformación de trenes sistema de potencia distribuida FMO..... 83
Figura 13 Configuración de trenes con Sistema de Potencia Distribuida..... 85

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fuerza laboral de la Gerencia de Ferrocarril 27
Tabla 2 Símbolos del Diagrama de Proceso 71
Tabla 3 Itinerario de viaje de trenes vacíos-cargados 2012 76
Tabla 4 Tiempo de ciclo de trenes cargados y vacíos 2012 77
Tabla 5 Transporte de tren con vagones vacíos 77
Tabla 6 Diagrama de proceso de transporte de trenes con vagones vacíos 78
Tabla 7 Resumen de actividades 78
Tabla 8 Transporte de tren con vagones cargados 79
Tabla 9 Diagrama de proceso deL transporte de trenes con vagones cargados 79
Tabla 10 Resumen de actividades 79
Tabla 11 Itinerario reformulado trenes vacios y cargados 82
Tabla 12 Beneficios de desempeño convencional vs potencia distribuida 88
Tabla 13 Funcionamiento de un tren convencional vs potencia distribuida .. 90
Tabla 14. Consumo de combustible 2011-2012 93
Tabla 15 Consumos y Costos Choque y Tracción 94
Tabla 16 Consumos y Costos Sistema de Freno 95
Tabla 17 Toneladas transportadas 2011-2012 100
Tabla 18 Productividad observada mensual 2011 106
Tabla 19 Productividad observada 2012 107
Tabla 20 Variación de la productividad 2011-2012 108

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Consumo de combustible vs. Plan 2011 91
Gráfico 2 Consumo de combustible vs. Plan 2012 92
Gráfico 3 Consumo de elementos del sistema de choque y tracción..... 94
Gráfico 4 Consumo de elementos del sistema de frenos..... 95
Gráfico 5 Tiempo de viaje del tren en línea principal 201 96
Gráfico 6 Tiempo de viaje del tren en línea principal 2012 97
Gráfico 7 Toneladas transportadas 2011..... 98
Gráfico 8 Toneladas transportadas 2012..... 99
Gráfico 9 Vagones cargados por tren 2011 101
Gráfico 10 Vagones cargados por tren 2012 102
Gráfico 11 Disponibilidad operativa de la vía férrea 2011..... 103
Gráfico 12 Disponibilidad operativa de la vía férrea 2012..... 104
Gráfico 13 Consumo de combustible anual 2011 – 2012 111
Gráfico 14 Tiempos de ciclo promedio 2011 – 2012..... 112
Gráfico 15 Toneladas transportadas en la vía férrea principal 2011 – 2012113
Gráfico 16 Vagones por tren cargado 2011 – 2012 114
Gráfico 17 Consumo de elementos del sistema de choque y tracción 2011 vs 2012..... 115
Gráfico 18 Consumos de elementos des sistema de frenos 2011 vs 2012 116

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la innovación y la tecnología juegan un papel protagónico en cualquier organización, por ello las mayores inversiones van en búsqueda del desarrollo de nuevas ideas que permitan alcanzar la mayor productividad posible, además de posicionar a la empresa como una competencia dura en el mercado.

Venezuela actualmente cuenta con una reserva de millones de toneladas de hierro (segundo recurso mineral) en sus minas, siendo el hierro el metal de mayor empleo y utilidad industrial, constituyendo uno de los grandes aportes de desarrollo económico del estado y permitiendo una ventana de posibilidades para el país.

CVG Ferrominera Orinoco posee la concesión para la explotación de las minas, transporte y comercialización del mineral de hierro, en su constante búsqueda de desarrollo conceptualiza la implementación de un sistema de potencia distribuida integrada, en enero de 2012 a la conformación de trenes perteneciente a las operaciones ferroviarias en la gerencia de ferrocarril, dejando a un lado la conformación de trenes convencionales.

Esto con el fin de optimizar el proceso de transporte del mineral de hierro en la red de vía férrea de Puerto Ordaz-Ciudad Piar, incrementar las toneladas de mineral transportado, los vagones cargados por tren, disminución de consumos (combustible, sistema de tracción, y sistema de freno) y por sobretodo buscar el bienestar, salud y seguridad de sus trabajadores.

Ante esta situación, luego de un año de la implementación y puesta en marcha del sistema, la empresa aspira conocer el desempeño de los trenes a partir de la adecuación a los que fueron sometidos, con el fin de llevar un seguimiento de la gestión del sistema y establecer una comparación entre el antes y después de las operaciones ferroviarias, información que será del manejo de la Gerencia de Ferrocarril para el análisis y acciones correspondientes.

La estructura del trabajo de investigación se presenta de la siguiente manera:

Capítulo I, se expone el problema a estudiar con su respectiva justificación, limitación, delimitación y objetivos, tanto generales como específicos. *Capítulo II,* se presentará la reseña histórica, ubicación geográfica, misión, visión, valores, objetivos, políticas, organigrama y descripción del proceso productivo de la empresa. *Capítulo III,* se detallan las bases teóricas de la investigación, para ser usadas como referencia bibliográfica. *Capítulo IV,* se describirá los pasos metodológicos detalladamente del desarrollo del proyecto *Capítulo V,* se describirá la situación actual y expondrán los resultados obtenidos a la evaluación.

Finalmente se presentaran las conclusiones y recomendaciones con la finalidad de aportar soluciones y estrategias de mejora a los resultados obtenidos. Bibliografía, los Apéndices y anexos respectivos a la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEMIENTO DEL PROBLEMA

CVG Ferrominera Orinoco C.A., se encarga de extraer, procesar, transportar y suministrar el mineral de hierro cumpliendo con los compromisos acordados con sus clientes y requisitos aplicables relacionados con la calidad, el ambiente, la seguridad y la salud ocupacional. La empresa está conformada por diferentes gerencias, en el aspecto operativo se encuentra la Gerencia General de Operaciones Mineras (producción de mineral fino y grueso), y la Gerencia de Operaciones Siderúrgicas (fabricación de pellas y briquetas). Dentro de la Gerencia General de Operaciones Mineras (GGOPM) se localiza la Gerencia de Ferrocarril que tiene como objetivo asegurar el traslado oportuno del mineral de hierro desde la mina y las plantas hasta los centros de procesamiento de los clientes o sitios de embarque.

La Superintendencia de Operaciones Ferroviarias Puerto Ordaz, adscrita a la Gerencia de Ferrocarril, tiene como función principal mantener el completo control de los trenes conformados por locomotoras y vagones, a su vez, estos se encargan del transporte y acarreo del mineral TEU (Todo en uno) hacia las plantas de procesamiento y de productos hacia los clientes.

Inicialmente la conformación de trenes consistía en 2 locomotoras que iban a la cabeza del tren y una cantidad determinada de vagones cargados o vacíos seguidos de un Caboose. Esta circunstancia originaba una serie de problemas con relación a los niveles de producción esperados, un alto porcentaje de fallas por rotura de elementos del sistema de choque y tracción y del alto consumo del sistema de frenos principalmente de las zapatas, tomando en cuenta que cuando se acoplaban las locomotoras a la cabeza del tren, se generaban inconvenientes al subir una pendiente o al pasar una curva ya que se originaban esfuerzos de tensión por encima de los límites de resistencia de los acopladores y altas fuerzas laterales, lo que provocaba la rotura de los acopladores o la ocurrencia de accidentes ferroviarios. Otro de los problemas que se presentaba con esta distribución convencional era que la cantidad de combustible utilizado era muy alta y esto aumentaba los costos de transporte que se generan en la empresa, ya que una amplia parte del presupuesto de la gerencia se destina para este rubro.

El Caboose generalmente se acoplaba en la parte posterior del tren, el cual se encontraba dotado de una válvula de freno, radio y manómetros. El problema se presentaba ya que el técnico ubicado dentro de del mismo, se veía afectado por una parte del mineral TEU transportado por los vagones cargados esparcido por el viento, perturbando la seguridad y salud del operario. Lo que iba generando a la larga, enfermedades ocupacionales y problemas pulmonares. Por otro lado, el efecto acordeón se presentaba como consecuencia del movimiento inestable de ida y vuelta dentro del Caboose ocasionando en los operarios que realizan esta labor un alto índice de hernias discales y caídas del tren por los violentos movimientos que se presentaban.

Los trenes conformados de la forma convencional debido a la inestabilidad no permitían tener un control total de la aceleración y

desaceleración del tren. Además, afectaban las toneladas transportadas obligando a la empresa a hacer una mayor cantidad de viajes para poder cumplir con la meta anual de toneladas transportadas.

Ferrominera Orinoco es una empresa comprometida con el alcance del desarrollo y la búsqueda constante de la mejora continua en cada una de las actividades que se desarrollan dentro de la explotación, procesamiento y transporte del mineral de hierro. Por ello y a través de un profundo análisis y en la investigación para encontrar la mejor solución ante esta problemática, la organización decide implementar el Sistema de Potencia Distribuida Integrada en todas las conformaciones de trenes en las operaciones ferroviarias a partir del Enero de 2012, luego de realizar diversas pruebas del sistema.

El Sistema de Potencia Distribuida consiste básicamente en la ubicación de una locomotora a la cabeza del tren llamada locomotora guía, seguida de una determinada cantidad de vagones, y otra locomotora a medio tren llamada locomotora ayudadora o remota, continuando con ¾ de la cantidad de vagones totales que se deseen trasladar. La cantidad total de vagones que se pueden transportar con este sistema es de máximo 210 vagones cargados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la gestión del sistema de potencia distribuida integrada en los trenes de la vía férrea principal en las operaciones ferroviarias de CVG Ferrominera Orinoco.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diagnosticar la situación actual de las operaciones ferroviarias en la vía principal de CVG Ferrominera Orinoco.
2. Contrastar la conformación de trenes convencionales y el sistema de potencia distribuida integrada.
3. Determinar estadísticas de consumo de combustible, sistema de choque, tracción y sistema de frenos con el sistema de potencia distribuida vs la conformación de trenes convencionales.
4. Establecer estadísticas de tiempo de ciclo y toneladas transportadas, vagones transportados por tren y disponibilidad de vía férrea del sistema de potencia distribuida vs conformación de trenes convencionales.
5. Calcular y analizar indicadores de productividad en las operaciones ferroviarias, sistema de potencia distribuida vs conformación de trenes convencionales.
6. Desarrollar estrategias de mejoras en función de la situación actual del transporte ferroviario en la línea principal de CVG Ferrominera Orinoco.

1.3 JUSTIFICACION

La razón y trascendencia de este estudio reside en evaluar y medir la eficacia, eficiencia y productividad de la gestión del sistema de potencia distribuida en la conformación de trenes de la gerencia de ferrocarril CVG Ferrominera Orinoco, con respecto a los aspectos antes mencionados en la conformación de trenes convencionales, a fin de identificar si dicho sistema ha sido beneficioso para el proceso de acarreo y transporte de mineral de

Hierro TEU (Todo en Uno) en la línea principal de la vía férrea en las operaciones ferroviarias.

La importancia de la investigación radica principalmente en que a través de esta se podrá evaluar la nueva distribución o conformación de los trenes que permitirá optimizar el proceso de transporte del mineral de hierro en la red de vía férrea de Puerto Ordaz-Ciudad Piar. Con la finalidad de establecer una comparación entre el antes y después de las operaciones ferroviarias, información que será del manejo de la Gerencia de Ferrocarril para tomar las medidas que consideren pertinentes.

1.4 ALCANCE

En la empresa CVG Ferrominera Orinoco, específicamente en la Gerencia de Ferrocarril adscrita a la Gerencia General de Operaciones Mineras, en la superintendencia de operaciones ferroviarias. Dicha superintendencia se encarga del control de los trenes conformados por locomotoras y vagones, de modo que se haga posible el transporte y acarreo del mineral TEU (Todo en uno) hacia las plantas de procesamiento y de productos hasta llegar a los clientes.

El periodo correspondiente para la realización de este proyecto fue de 6 meses, desde 12 noviembre de 2012 hasta 12 de mayo de 2013.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 LA EMPRESA

Ferrominera Orinoco C.A es una empresa del Estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y adscrita al Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería del Gobierno de la República Bolivariana de Venezuela, dedicada a la extracción, procesamiento, comercialización y venta de mineral de hierro y sus derivados en el territorio venezolano, que provee a una acería y cinco plantas de reducción directa y se exporta a diversos países ubicados en Europa, Asia y América Latina.

La empresa tiene una capacidad instalada de producción de 25 millones de toneladas por año y una explotación constante de sus minas a cielo abierto, ubicadas en el Estado Bolívar. Cuenta con una Estación de Transferencia de mineral ubicada en Boca de Serpientes, frente al Delta del río Orinoco en el Océano Atlántico, que puede almacenar hasta 180 mil toneladas métricas de mineral, lo cual le permite una capacidad de transferencia anual del orden de 6,5 millones de toneladas. Asimismo, opera una red ferroviaria de 370 kilómetros. Experiencia, calidad y responsabilidad social hacen de CVG Ferrominera Orinoco pilar fundamental de la industria ferrosiderúrgica nacional, garantizando el crecimiento de la cadena

productiva del acero y propiciando la generación de productos de valor agregado, para impulsar el desarrollo endógeno de nuestro país.

2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente, la organización, CVG Ferrominera Orinoco C.A., se encuentra ubicada en Venezuela (América del Sur), en el Estado Bolívar, específicamente entre Ciudad Piar y Puerto Ordaz. Las operaciones mineras, incluyendo las actividades de exploración geológica de reservas de mineral de hierro, planificación, desarrollo, explotación de minas y trituración, se ejecutan en el distrito ferrífero Piar; y el transporte, procesamiento, almacenaje y despacho de mineral de hierro y sus derivados, se realiza tanto en el distrito ferrífero Piar, como en Puerto Ordaz *(ver Figura 1).*

Figura 1 Ubicación Geográfica
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

2.3 RESEÑA HISTÓRICA

En 1.976 CVG Ferrominera Orinoco C.A. inicia sus operaciones como empresa responsable de la explotación y aprovechamiento del mineral de hierro en todo el territorio nacional. Para el año 1.985 se inicia la producción de mineral en el yacimiento San Isidro.

La Estación de Transferencia de mineral de hierro, en el océano Atlántico, entra en funcionamiento en el año 1.988.

Para el año 1.990, 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. Durante el mismo año, reinicia operaciones la antigua Planta de Briquetas HIB, bajo tecnología Midrex. Las divisiones Pao y Piar de CVG Ferrominera alcanzan su máxima producción conjunta, con 20,3 millones de toneladas.

Continuamente, en el año 1.993 inicia operaciones la Planta de Trituración Los Barrancos, en la mina Los Barrancos y en 1.994 se Inician operaciones en la Planta de Pellas de CVG Ferrominera.

Para el año 1.995, se inicia la ampliación de la planta de Procesamiento de Mineral de Hierro en Puerto Ordaz, la división Pao de CVG Ferrominera culmina operaciones y comienza la ejecución del Programa de Adecuación Ambiental de la empresa. En 1.996, se ejecuta el Proyecto de Recuperación Ambiental en El Pao. Y ya para 1.997, se instala la red de

comunicaciones de CVG Ferrominera y se construye la planta de reducción directa de Orinoco Iron.

En el año 1.998, CVG Ferrominera Orinoco es certificada con la norma ISO 9002:95. Para el mismo año, el consorcio Conferroven-Irsi construye en Matanzas el primer vagón ferroviario tipo tolva hecho en el país; la planta de Procesamiento de Mineral de Hierro eleva su capacidad a 25 millones de toneladas anuales y la Compañía Operadora del Puerto de Palúa (Copal) asume las operaciones en esa instalación. Posteriormente, en el año 1.999, se presenta el proyecto para la construcción de la Planta Piloto de Concentración en Ciudad Piar.

A lo largo del año 2.001, se presenta el proyecto de reactivación del yacimiento Altamira. En el 2.002; también, CVG Ferrominera alcanza récord de producción de 18,4 millones de toneladas en la división Piar; comienzan las pruebas en el separador magnético de la Planta Piloto de Concentración y entra en funcionamiento la variante Caruachi, nuevo trazado de la vía férrea.

En el 2.006, el Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, coloca la piedra fundacional del núcleo de desarrollo endógeno industrializante *"Ciudad del Acero"*, a construirse en el área de Ciudad Piar y la empresa impone un nuevo récord de producción -el quinto de manera consecutiva desde 2.001-, luego de obtener 22,1 millones de toneladas.

Durante el año 2.007, la industria del hierro pone en funcionamiento la primera fase de la Planta de Concentración de Mineral de Hierro, la cual consta de una estación de carga y descarga, sistema de manejo de mineral y patios de apilamiento.

Asimismo, arranca de manera inmediata la segunda etapa de este importante proyecto que contempla culminarse en el 2.009. También, CVG Ferrominera Orinoco asume la administración y operación de la Planta de Briquetas de la Corporación Venezolana de Guayana, operada anteriormente por una filial de la trasnacional japonesa Kobe Steel; y al finalizar el año, y en demostración de compromiso con el bienestar del pueblo venezolano, la empresa destinó 40% de su utilidad neta a responsabilidad social, cifra récord para la industria del hierro.

CVG Ferrominera inicia la administración total de la Planta de Pellas (antigua Toppca), incluyendo la absorción de todos sus trabajadores en el año 2.008. La medida permite continuar contribuyendo con el crecimiento económico del sector hierro y acero en Guayana, la agregación de valor a la materia prima, y el fortalecimiento de la industria del hierro como presiderúrgica.

2.4 FILOSOFIA DE LA EMPRESA

2.4.1 FILOSOFÍA DE GESTIÓN EMPRESARIAL

La Filosofía de Gestión es la manera como una organización define que produce que mercados atenderá, como será su relación, el aporte a las comunidades en las cuales influye y sus planes para operar en el corto, mediano y largo plazo. En CVG Ferrominera esto se hace a través de la misión, visión, valores y la política integral de gestión, entre otros.

CVG Ferrominera, empresa comprometida con el mejoramiento continuo, decidió integrar a la política de la calidad existente, los requisitos en materia de Gestión Ambiental ISO 14001 y de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18001. La razón fundamental de esta integración surge

ante la presencia de aspectos comunes en los requisitos de cada una de estas políticas; tales como la naturaleza de la empresa, mejora continua y cumplimiento de exigencias legales.

2.4.2 MISIÓN

Extraer, beneficiar, transformar y comercializar mineral de hierro y derivados con productividad, calidad y sustentabilidad, abasteciendo prioritariamente al sector siderúrgico nacional, manteniendo relaciones de producción que reconozcan como único valor creador al trabajo y apoyando la construcción de una estructura social incluyente.

2.4.3 VISIÓN

Ser una empresa socialista 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, sean las fortalezas del desarrollo de nuestra organización.

La Filosofía de Gestión es la manera como una organización define que produce que mercados atenderá, como será su relación, el aporte a las comunidades en las cuales influye y sus planes para operar en el corto, mediano y largo plazo. En CVG Ferrominera esto se hace a través de la misión, visión, valores y la política integral de gestión, entre otros.

CVG Ferrominera, empresa comprometida con el mejoramiento continuo, decidió integrar a la política de la calidad existente, los requisitos en materia de Gestión Ambiental ISO 14001 y de Seguridad y Salud

Ocupacional OHSAS 18001. La razón fundamental de esta integración surge ante la presencia de aspectos comunes en los requisitos de cada una de estas políticas; tales como la naturaleza de la empresa, mejora continua y cumplimiento de exigencias legales.

2.5 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.

2.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La minería y producción de hierro cumplen un proceso de ocho pasos, para la obtención de mineral comerciable. Los dos últimos pasos (Peletización y Briqueteado), han sido incorporados con la finalidad de agregar valor al mineral, enriqueciéndolo al aumentar su contenido de hierro metálico, haciéndolo así más competitivo en el mercado.

PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN

El paso inicial en la explotación del mineral de hierro consiste en la prospección y exploración de los yacimientos, con el propósito de conocer sus características, principalmente cuantitativas y cualitativas, así como para estudiar los aspectos técnicos y económicos que determinarán la factibilidad de su aprovechamiento.

GEOLOGÍA Y PLANIFICACIÓN DE MINA

El conocimiento geológico de superficie, el muestreo minucioso de los frentes de arranque, el análisis e interpretación de las perforaciones exploratorias y voladuras, entre otras, son fuentes generadoras de información que permiten determinar con precisión la forma, dimensión y estructura del cuerpo mineralizado. En ellos se identifican los contactos del mineral con el escombro y el mineral de bajo tenor.

PERFORACIÓN Y VOLADURA

Las operaciones de extracción de mineral de hierro en nuestros yacimientos se inician con las perforaciones para las voladuras. Para esta operación se cuenta con taladros eléctricos rotativos, que pueden perforar con diámetros de hasta 55 centímetros, a profundidades de hasta 18 metros *(ver Figura 3).*

CARGA Y ACARREO DE MINERAL

Una vez que el mineral es fracturado, por efecto de la voladura, es removido por palas eléctricas desde los frentes de producción. Las palas cuentan con baldes de 10 Y 14 cada uno. Se usan adicionalmente cargadores frontales con capacidad de 12,5 y 19,5 cada uno. Para el acarreo del mineral de los frentes de producción hasta la plataforma o andenes de carga con capacidad para 35 vagones se utilizan camiones de 90, 170 Y 180 toneladas *(ver Figura 3).*

TRANSPORTE A PUERTO ORDAZ

Los grupos de vagones, una vez cargados en los frentes de producción, son llevados al patio de ferrocarril, donde se realizan los acoples hasta formar trenes de 125 vagones. Para el traslado del mineral a Puerto Ordaz, a 140 kilómetros de distancia, los trenes son remolcados por locomotoras diesel eléctricas, de 4.000 HP *(ver Figura 3).*

DESCARGA Y TRITURACIÓN

Al llegar a Puerto Ordaz, los trenes son seccionados en grupos de 15 vagones; posteriormente, cada vagón es vaciado mediante un volteador con capacidad para 60 vagones por hora. La trituración o molienda consiste en reducir el mineral al tamaño requerido de 3,2 centímetros. Este proceso se inicia en el molino primario, ubicado 30 metros por debajo del volteador de vagones, donde se reduce el tamaño a un máximo de 20 centímetros; luego una correa transportadora lleva el mineral al molino secundario donde se reduce el tamaño máximo a 10 centímetros. Asimismo, el molino terciario tritura el mineral hasta un máximo de 3,2 centímetros.

HOMOGENEIZACIÓN Y RECUPERACIÓN

El mineral luego es transportado hasta el apilador que lo deposita en camadas para conformar una pila de material homogeneizado, física y químicamente, de acuerdo con la calidad exigida. Las pilas de almacenamiento de mineral se encuentran distribuidas de la siguiente forma: pila norte, mineral fino; pila sur, mineral fino y grueso *(Ver Figura 2)*; y pila principal donde se recopilan finos y pellas. La capacidad de almacenamiento es de 2,6 millones de toneladas.

CERNIDO Y SECADO

El mineral recuperado es elevado a la estación de cernido, con capacidad de 6.000 t/h, en la cual se separa el mineral fino (3/8" x O") del mineral grueso (11/4" x 3/8"). Posteriormente, el material es procesado en la planta de secado, con una capacidad de 850 t/h, donde se reduce la humedad del mineral a menos del 6%.

PELETIZACIÓN Y BRIQUETEADO

Con la finalidad de agregar valor al mineral de hierro venezolano, CVG Ferrominera inició en 1991 la construcción de una Planta de Pellas, que

opera satisfactoriamente desde su puesta en operación en 1994. La pella es un aglomerado de mineral de hierro, de forma esférica *(ver Figura 2)*, constituye el principal insumo de las plantas de reducción directa, donde contribuye a la disminución del volumen de chatarra requerido para la fabricación del acero, utilizándose igualmente en la alimentación de altos hornos siderúrgicos.

La planta de briquetas de Ferrominera, es una planta de reducción directa de hierro con descarga en caliente, que utiliza tecnología midrex y tecnología lummus de reformación con vapor, donde se extrae el oxígeno del óxido de hierro (pellas y mineral) mediante reacciones químicas a altas temperaturas (800 °C) con un gas compuesto por hidrógeno (H_2) y monóxido de carbono (CO) para producir briquetas de alta densidad y alto contenido de hierro metálico; para producir briquetas que es una almohadilla de hierro con un volumen de 105 cm^3 y un peso aproximado de 550 gramos *(ver Figura 2).*

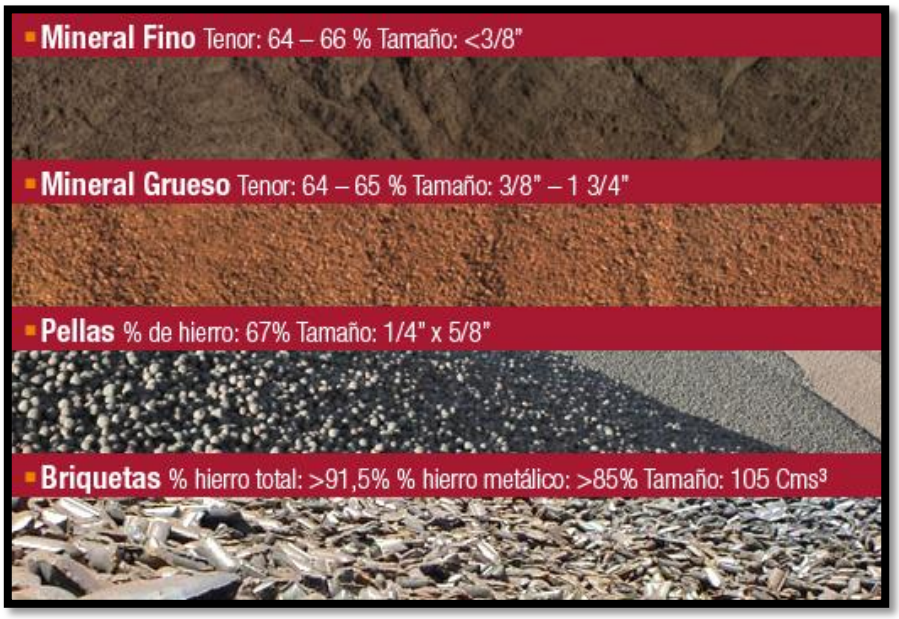


Figura 2 Línea de Productos
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

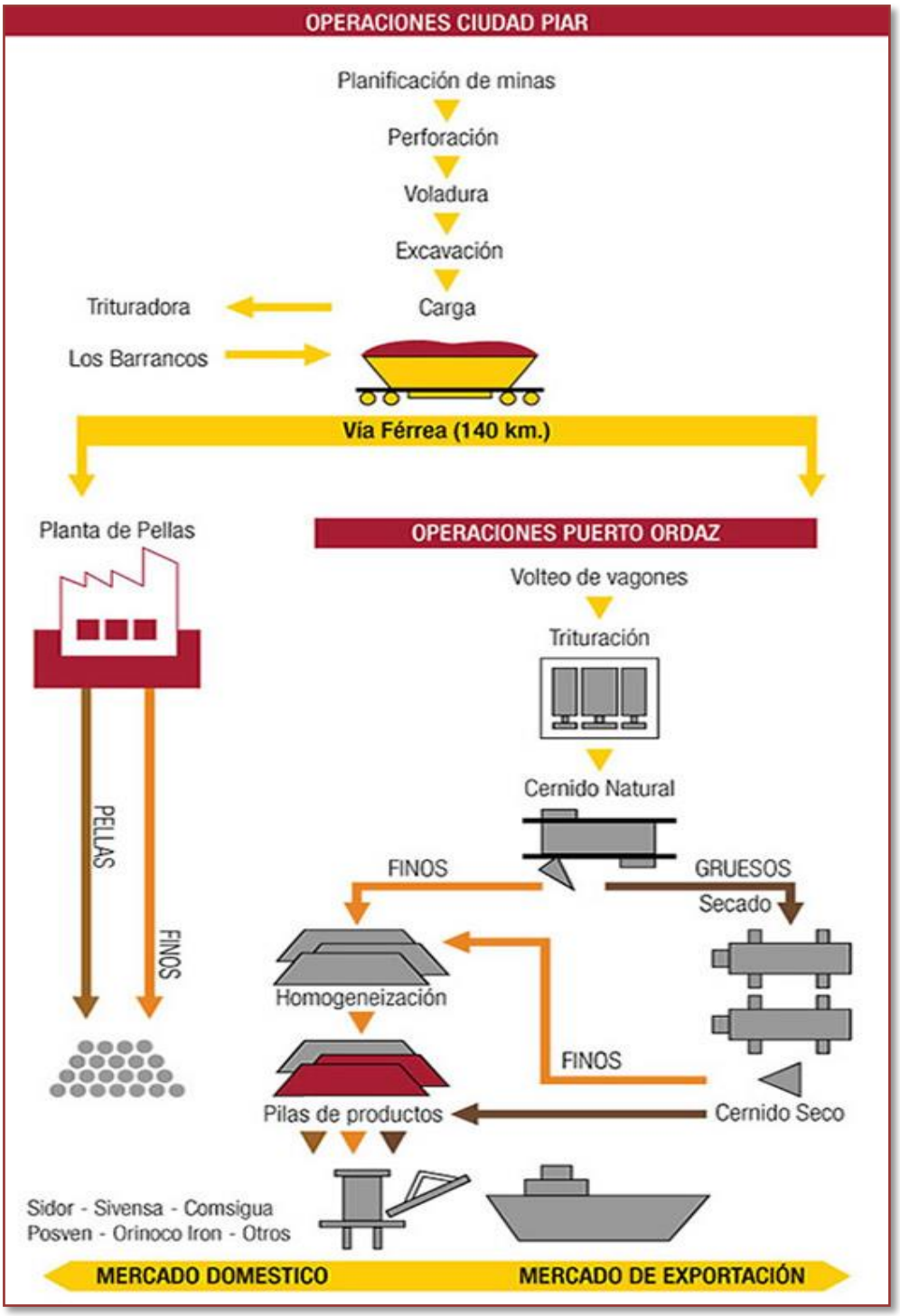


Figura 3 Proceso Productivo CVG Ferrominera Orinoco
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

DESPACHO

El producto destinado para la exportación se encuentra depositado en las pilas de almacenamiento en Puerto Ordaz y en la Estación de Transferencia. El embarque de mineral se realiza por medio de sistemas de carga compuestos básicamente por equipos de recuperación y carga de mineral, correas transportadoras y balanzas de pesaje, para registrar la cantidad de mineral despachada.

POLÍTICAS

a. *Comercial*: Mantener una excelente relación con los clientes, apoyada en el respeto, equidad, solidaridad, honestidad, cooperación y apego a las leyes, normas y lineamientos establecidos, dando prioridad al mercado nacional y exportando hacia aquellos mercados estratégicamente atractivos.

b. *Operaciones:* Ejecutar los procesos de producción otorgando prioridad al aprovechamiento racional de los recursos y cumpliendo nuestras obligaciones con seguridad, calidad, productividad y oportunidad, respetando el medio ambiente y preservando la salud de los trabajadores y trabajadoras.

c. *Integral de sistemas de gestión*: Nuestra política en CVG Ferrominera Orinoco es extraer, procesar y suministrar mineral de hierro y derivados, cumpliendo con la normativa legal, los compromisos acordados con nuestros clientes y los requisitos aplicables relacionados con la calidad, el medio ambiente, la seguridad y la salud ocupacional.

Demostramos nuestro compromiso al mejorar continuamente el sistema de gestión, con el objeto de:

- ✓ Satisfacer las necesidades de nuestros clientes.

- ✓ Evitar, reducir y controlar los riesgos e impactos ambientales asociados a las actividades, productos y servicios.
- ✓ Promover la participación y el bienestar de nuestros trabajadores, contratistas, proveedores, visitantes y el entorno donde operamos.

d. *Recursos humanos*: Disponer del talento humano competente requerido por la organización para el logro de sus objetivos, propiciando las condiciones necesarias a través de:

- ✓ Selección del personal calificado.
- ✓ Formación y desarrollo de competencias.
- ✓ Administración de la compensación y beneficios, de acuerdo a las normativas legales e institucionales vigentes.
- ✓ Adecuación de la estructura organizacional al nuevo modelo socialista de producción.
- ✓ Mantenimiento de condiciones de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente que garanticen la integridad física y mental de trabajadoras y trabajadores.
- ✓ Preservación de la armonía y paz laboral.

Asimismo, estos lineamientos deben desarrollarse con atención a los criterios de responsabilidad social de la empresa y en el marco del nuevo modelo socio productivo impulsado por el Estado, conjuntamente con los trabajadores, sus familiares y la comunidad.

e. *Compras y Contrataciones*: Adquirir bienes, contratar servicios y obras, preservando el patrimonio público, fortaleciendo las relaciones en el marco del cumplimiento de los acuerdos internacionales de cooperación entre la República Bolivariana de Venezuela y otros Estados o terceras personas, manteniendo una relación de mutuo beneficio con nuestros

proveedores dentro de las normativas legales vigentes, procurando las mejores condiciones de calidad, precio y oportunidad en la adquisición de bienes, servicios y construcción de obras, promoviendo la sustitución de importaciones mediante el apoyo a la formación y consolidación de la pequeña y mediana industria, cooperativas y cualquier otra forma de asociación comunitaria.

f. *Financiera*: Asegurar de manera eficiente, la captación, disponibilidad y administración de los recursos monetarios necesarios para la sustentabilidad del modelo productivo socialista; así como también para elevar las oportunidades de crecimiento y competitividad de la empresa, generando excedentes que garanticen el bienestar social de las trabajadoras y trabajadores y de la comunidad, así como los aportes al Estado.

g. *Administrativa:* Asegurar que todos los procesos administrativos de la empresa se realicen de manera transparente, honesta, participativa, efectiva y eficiente, garantizando la rendición de cuentas y responsabilidad por el buen uso de los recursos, enmarcados en los principios que rigen a la Administración Pública Nacional, en procura de apoyar todos los procesos de la empresa.

h. *Tributaria*: Mantener una adecuada planificación y control tributario, que garantice la solvencia fiscal de la empresa, dentro del marco jurídico vigente.

i. *Sistemas y tecnología de información*: Emplear prioritariamente el software libre, desarrollado con estándares abiertos, en los sistemas, proyectos y servicios informáticos, y adquirir las tecnologías de información de vanguardia que sean de utilidad para la organización, impulsando las

estrategias y lineamientos establecidos por la empresa y el Estado, ampliando su alcance al uso con sentido social y comunitario.

j. *Desarrollo social:* Promover el alcance de la mayor suma de felicidad posible para los trabajadores y trabajadoras de CVG Ferrominera, su núcleo familiar y las comunidades, contribuyendo tanto como sea posible a aliviar la deuda social con los sectores más desfavorecidos, mediante la promoción del desarrollo endógeno, el poder comunal y la educación con valores socialistas, así como la formación y consolidación de empresas socialistas.

k. . *Inversiones:* Realizar las inversiones que se requieren para mantener e incrementar la capacidad instalada de extracción, transporte, procesamiento, peletización y reducción de mineral de hierro; así como para aumentar el aprovechamiento de las reservas minerales, y mejorar la calidad de vida de las comunidades, de acuerdo con los lineamientos emitidos por el Ejecutivo Nacional.

l. *Imagen:* Fomentar el surgimiento y consolidación de matrices de opinión favorables a la empresa, mediante el cumplimiento de los objetivos estratégicos en materia de promoción institucional, comunicación e información, actividades culturales y deportivas, en concordancia con los lineamientos emitidos por la CVG y el Ejecutivo Nacional.

m.*Ciencia, tecnología e innovación*: Promover la investigación, el desarrollo tecnológico, la sistematización y la innovación, con base en las necesidades de la organización, para mejorar continuamente sus procesos y contribuir a la soberanía productiva del país, con énfasis en el fortalecimiento del capital intelectual y la democratización del conocimiento como elementos claves de la sustentabilidad.

2.6 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

CVG Ferrominera Orinoco C.A., cuenta con personal gerencial, técnico y obrero, constituido por siete mil doscientas personas, dando forma a una estructura organizativa conformada por una presidencia, seis unidades Staff los cuales son Gerencia General de auditoría Interna, Oficina Secretaria junta directiva, Gerencia General Planificación estratégica, Consultoría Jurídica, Gerencia de relaciones institucionales y la Gerencia de Seguridad Patrimonial; cinco Gerencias Generales y dieciocho Gerencias. Todas estas unidades tienen sus planes funcionales orientados al alcance de los objetivos de la empresa.

Ferrominera del Orinoco está conformada por una junta directiva la cual despliega una presidencia, llevando a la vez una gerencia general de auditoría interna que se divide en gerencia de auditoría administrativa, operacional y propiedades, existe una gerencia general de planificación estratégica en la cual se dividen la gerencia de sistema de gestión, gerencia de planificación y control estratégico, gerencia de seguridad patrimonial, consultaría jurídica, gerencia de relaciones institucionales.

A continuación se presenta la estructura organizativa de CVG Ferrominera Orinoco: (ver Figura 4).

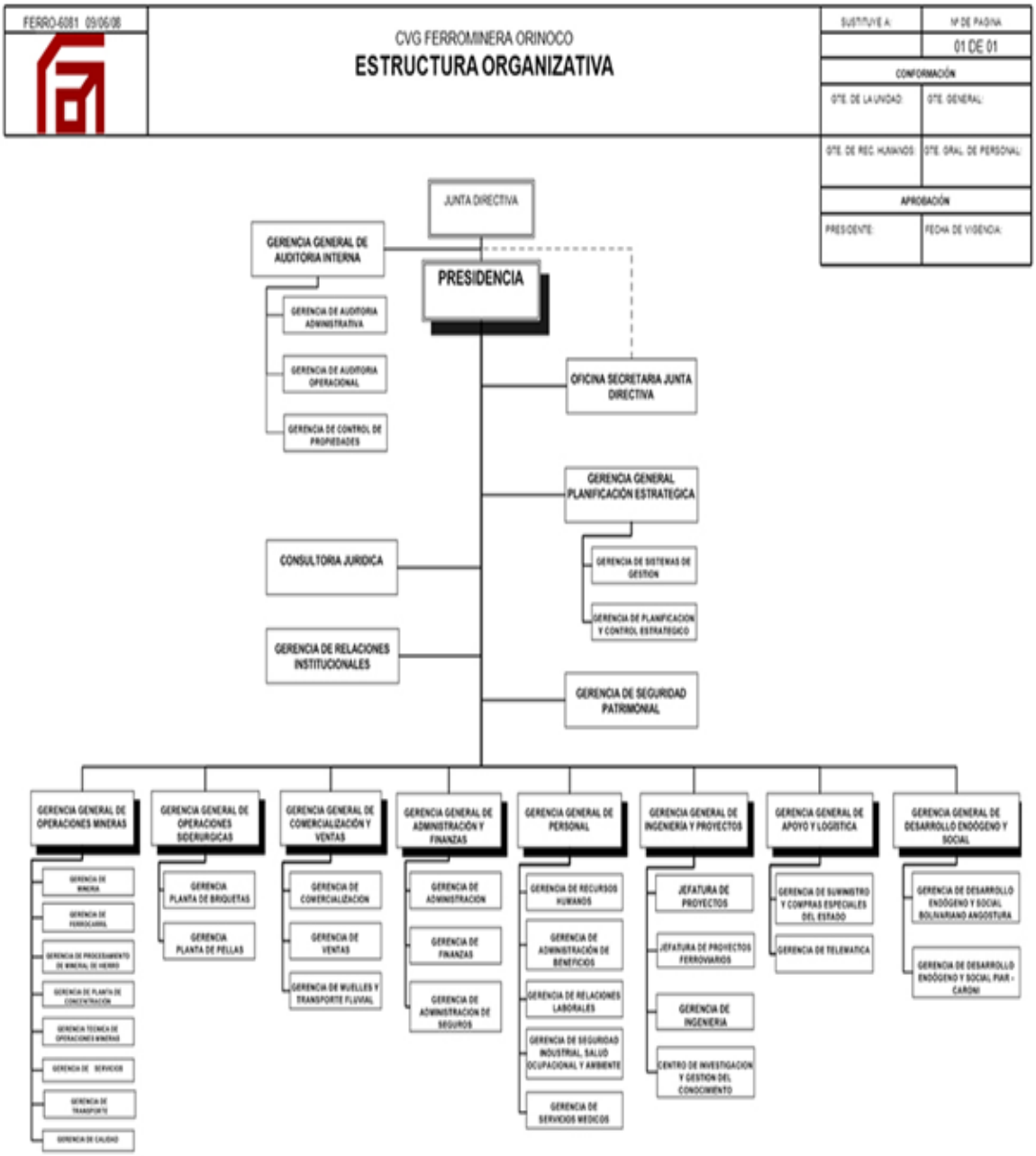


Figura 4 Estructura Organizativa CVG Ferrominera Orinoco
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

Seguido el mapa de proceso: *(ver Figura 5).*

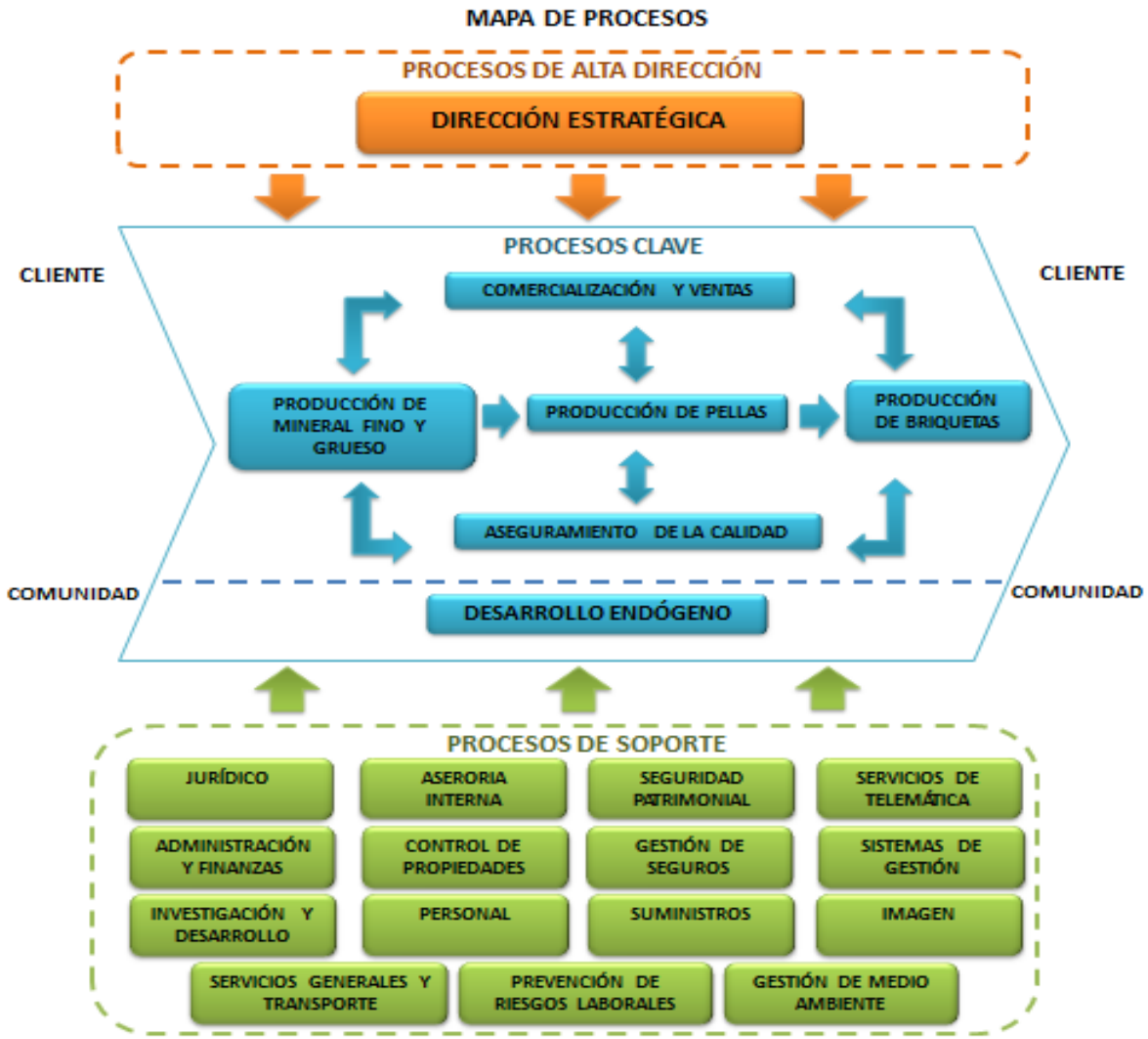


Figura 5 Mapa de Procesos CVG Ferrominera Orinoco
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

Debido a que la Gerencia de Ferrocarril se encuentra adscrita a la General de Operaciones Mineras de CVG Ferrominera Orinoco, a continuación ambas estructuras organizativas: *(ver Figuras 6 y 7).*

Figura 6 Organigrama Gerencia General de Operaciones Mineras
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

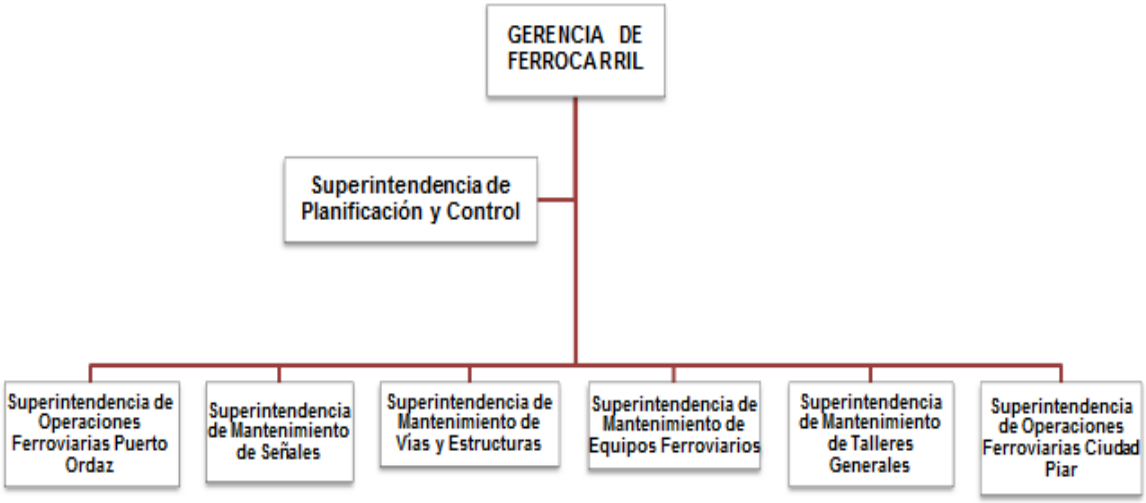


Figura 7 Organigrama Gerencia de Ferrocarril
Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en http://www.ferrominera.com

2.7 GERENCIA DE FERROCARRIL

La Gerencia de Ferrocarril debe garantizar el transporte de mineral de hierro y sus derivados entre los centros de producción, procesamiento de mineral y clientes, el mantenimiento de los sistemas de señalización, de vías férreas y de los equipos rodantes (locomotoras y vagones).

La Gerencia de Ferrocarril está encargada de coordinar y atender al servicio de movilización oportuna del mineral de hierro y derivados, en el transporte ferroviario del complejo industrial de matanzas.

A continuación Fuerza Laboral de la gerencia: *(ver Tabla 1).*

Tabla 1 Fuerza laboral de la Gerencia de Ferrocarril

Fuerza laboral	
Gerencia de Ferrocarril	8
Superintendencia de Planificación y Control	51
Superintendencia de Operaciones Ferroviarias Puerto Ordaz	257
Superintendencia de Mantenimiento de Señales	44
Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras	144
Superintendencia de Mantenimiento de Equipos Ferroviarios	36
Superintendencia de Mantenimiento de Talleres Generales	291
Superintendencia de Operaciones Ferroviarias Ciudad Piar	136

Fuente: CVG Ferrominera Orinoco C.A. Disponible en: http://www.ferrominera.com

2.7.1 ALCANCE FUNCIONAL DE LA GERENCIA DE FERROCARRIL

- Garantizar la ejecución de los programas de transporte de mineral de hierro y demás productos desde las minas y plantas hasta los centros de procesamiento, clientes o sitios de embarque.
- Garantizar el mantenimiento del Sistema de Control de Tráfico (CTC) de trenes.
- Garantizar el mantenimiento de la flota de locomotoras y vagones de la empresa.
- Garantizar el mantenimiento de Vías Férreas de la Empresa.
- Garantizar la administración responsable de los recursos asignados.

- Garantizar el establecimiento y mantenimiento en la empresa del sistema de gestión ambiental.
- Garantizar el mantenimiento en la empresa del Sistema de Gestión de Calidad (S.G.C).

Para garantizar el transporte ferroviario, la Gerencia de Ferrocarril se rige por manuales de normas, procedimientos, prácticas de trabajo seguro (PTS), y los reglamentos de operaciones ferroviarias para el tráfico seguro de trenes, así como por los planes y programas de mantenimiento para los equipos de producción.

2.8 OPERACIONES FERROVIARIAS

Los vagones góndola, una vez cargados en los muelles de las minas, son llevados al patio del ferrocarril donde se conforman trenes con tres locomotoras de 2000 HP y 125 vagones de 90 t, para luego ser trasladados hacia Ciudad Guayana a una distancia de 130 km.

- Sistema Ferroviario: Comprende las redes de la vía férrea de Puerto Ordaz - Ciudad Piar, interconexión Puerto Ordaz con el Puerto de Palúa, la red ferroviaria hacia las plantas de reducción directa en el sector Industrial de Matanzas (Sidor, Planta de Pellas de Ferrominera, Orinoco Iron, Comsigua y Posven). Con un total de 370 km de vía férrea constituye la mayor red ferroviaria del país.
- Recursos: Anualmente se transporta alrededor de 30 millones de toneladas de mineral de hierro no procesado (todo-en-uno), fino, grueso, pellas y briquetas hacia y desde las plantas siderúrgicas lo cual se realiza con 38 locomotoras con potencias que oscilan entre 1750 y 2000 HP de capacidad y 1784 vagones: 1300 vagones góndola de 90 toneladas de capacidad para el transporte de mineral

desde las minas, 467 vagones tolva o de descarga por el fondo para el transporte de mineral fino, pellas y briquetas y 17 vagones de volteo lateral para el transporte de mineral grueso.

- Control de Operaciones: El control central de las operaciones se realiza con un sistema de tráfico centralizado (CTC) y un sistema de tráfico automático de bloques. La comunicación se realiza mediante radio enlace. Todas las operaciones son controladas desde la oficina central en Puerto Ordaz.

- Características de la Vía Férrea: La carga máxima por eje es de 32,5 toneladas, la pendiente máxima es de 3,1 % y la mínima 0,045 %. La trocha o ancho de la vía es de 1.435 mm. Los rieles son de 132 libras por yarda. La velocidad máxima permitida para el tráfico actual es de 45 km/h en trenes cargados y 55 km/h en trenes vacíos.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1 LA GESTIÓN

La Gestión es dirigir las acciones que constituyen la puesta en marcha de la política general de la empresa, es tomar decisiones orientadas a alcanzar los objetivos marcados, por otra parte la Gestión de la Producción es un conjunto de responsabilidades y de tareas que deben ser satisfechas para las operaciones propiamente de producción sean realizadas respetando las condiciones de la calidad, de plazo (tiempo) y de costo que se desprenden de los objetivos y de las estrategias de la empresa.

Dentro de la empresa, todas las acciones que se desarrollan, todas las actividades de integración de los distintos medios de trabajo para obtener resultados de rentabilidad, puede genéricamente designarse como la Gestión.

La Gestión es el uso de los recursos para obtener los productos o servicios en el marco de la rentabilidad.

El objetivo de la Gestión es lograr la máxima contribución de los recursos a la obtención de los productos/servicios con rentabilidad.

3.1.1 Modelo de Análisis de Gestión

El modelo de análisis de Gestión es la representación del flujo de recursos y productos/servicios entre los distintos entes que participan del ciclo productivo. El modelo constituye el esquema básico a partir del cual es posible definir los indicadores o instrumentos de Gestión. En él aparecen representados los siguientes elementos:

- Los recursos que la empresa toma de la sociedad para transformarlos en producto/servicios demandados por la misma sociedad (mercado).
- Las unidades operativas, subsistemas internos de la empresa que realizan las operaciones de transformación fundamental a través del conjunto de actividades de coordinación de recursos humanos y tecnológicos que llamamos Gestión.
- Las unidades de servicios, subsistemas internos de la empresa que a través de su gestión asisten las necesidades de las unidades operativas, sin participar directamente de las operaciones de transformación.
- El límite o “cero” del área de responsabilidad que involucra la Gestión de una unidad o subsistema, y que incluye sus resultados.

3.1.2 Variables e Instrumentos del Análisis de Gestión

Como se ha dicho, las variables de resultados permiten conformar los indicadores o instrumentos básicos de gestión.

En su Gestión de “instrumento”, permiten medir la realidad del subsistema elegido, expresando en forma cuantitativa distintos aspectos de las salidas y las entradas al subsistema.

Por ello, es útil visualizar los instrumentos como “termómetros” que revelan numéricamente condiciones particulares de la gestión. La analogía incluye la definición de una “zona de alarma” en la “escala” del instrumento, correspondiente al rango de valores que representan desvíos importantes respecto de lo esperado.

3.1.3 Control de Gestión

En términos generales, se puede decir que el control debe servir de guía para alcanzar eficazmente los objetivos planteados con el mejor uso de los recursos disponibles (técnicos, humanos, financieros, etc.). Por ello podemos definir el Control de Gestión como un proceso de retroalimentación de información de uso de los recursos disponibles de una empresa para lograr los objetivos planteados.

3.1.4 Los Condicionantes de Control de Gestión

El primer condicionante es el entorno. Puede ser un entorno estable o dinámico, variable cíclicamente o completamente atípico. La adaptación al entorno cambiante puede ser la clave del desarrollo de la empresa.

Los objetivos de la empresa también condicionan el sistema de Control de Gestión, según sean de rentabilidad, de crecimiento, sociales y medioambientales, etc.

La estructura de la organización, puede ser funcional o divisional, implica establecer variables distintas, y por ende objetivos y sistemas de control también distintos.

Por último, la estructura de la empresa, en el sentido de las relaciones humanas en la organización, es un factor determinante del Control de Gestión, sin olvidar el sistema incentivos y motivación del personal.

3.1.5 Los Fines de Control de Gestión

El fin del Control de Gestión es el uso eficiente de los recursos disponibles para la consecución de los objetivos.

Sin embargo podemos concretar otros fines más específicos como los siguientes:

- **Informar:** Consiste en transmitir y comunicar la información necesaria para la toma de decisiones.
- **Coordinar:** Trata de encaminar todas las actividades eficazmente a la consecuencia de los objetivos.
- **Evaluar:** La consecuencia de las metas (objetivos) se logra gracias a las personas, y su valoración es la pone de manifiesto la satisfacción del logro.

3.1.6 Instrumentos de Control de Gestión

Las herramientas básicas de Control de Gestión son la planificación y los presupuestos.

La planificación consiste en adelantarse al futuro eliminando incertidumbres. Está relacionada con el largo plazo y con la Gestión corriente, así como la obtención de información básicamente externa. Los planes se materializan en programas.

El presupuesto está vinculado con el corto plazo. Consiste en determinar de forma más exacta los objetivos, concretando cuantías y responsabilidades. El presupuesto aplicado al futuro inmediato se conoce por planificación operativa; se realiza para un plazo de días o semanas, con variables totalmente cuantitativas y una aplicación directa de cada departamento.

La comparación de los datos reales, obtenidos esencialmente de la contabilidad, con los previstos puede originar desviaciones, cuando no coinciden. La causa puede ser:

- **Errores en las Previsiones del Entorno:** Estimación de ventas, costos de ventas, gastos generales, etc.
- **Errores de Método:** Poca descentralización, escaso rigor temporal, falta de coordinación entre la contabilidad y presupuesto.
- **Errores en la Relación Medios-Fines:** cifras ambiciosas, incorrecto uso de los medios, etc.

Esas desviaciones son analizadas para tomar decisiones, tanto estratégicos (revisión y/o cambio de plan y programas), como tácticas u operativas (revisión y/o cambio de objetivos y presupuestos).

3.1.7 Sistema de Control de Gestión

Un sistema de Control de Gestión (SCG) es una estimulación para que los “managers” descentralizados tomen sus decisiones a su debido tiempo, permite alcanzar los objetivos estratégicos perseguidos por cada empresa. Para mantener la eficiencia organizativa y facilitar la toma de decisiones es fundamental controlar la evolución del entorno y las variables de la propia organización que pueden afectar su propia supervivencia.

El sistema de Control de Gestión es un conjunto de procedimientos que representa un modelo organizativo concreto para realizar la planificación y control de las actividades que se llevan a cabo en la empresa, que da determinado por un conjunto de actividades y sus interrelaciones, y un sistema informativo (SI).

3.2 PRODUCTIVIDAD

La palabra PRODUCTIVIDAD, la podemos descomponer en los dos términos que la componen: PRODUCCION Y ACTIVIDAD. Esto es lo que ha conllevado durante muchos años a la creencia de que este concepto está asociado únicamente a la actividad productiva de la empresa y ha limitado su utilización en otras áreas que no clasifican como tal.

Concepto de Productividad

El concepto más generalizado de productividad es el siguiente:

Productividad = Producción = Resultados Logrados con Insumos Recursos Empleados

De esta forma se puede ver la productividad no como una medida de la producción, no de la cantidad que se ha fabricado, sino como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados.

Esta definición de productividad se asocia con el logro de un producto eficiente, enfocando la atención específicamente en la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo.

Pero igual que han evolucionado otros conceptos, ha evolucionado el concepto de productividad y sobre todo han influido en ello los cambios que se han operado en la manera en que en el mercado empresarial contemporáneo se considera la

CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD: DOS CONCEPTOS MUY LIGADOS

La Calidad desde el punto de vista conceptual ha pasado por diferentes etapas, desde el surgimiento de la industria manufacturera donde se le consideraba como algo que debía ser inspeccionado para poder obtener determinados requerimientos técnicos que eran precisados por el productor; continuando la etapa posterior de control estadístico de la calidad, donde se aplicaban técnicas de muestreo a lo largo del proceso, con el objetivo de detectar a tiempo cualquier irregularidad y garantizar que el producto que saliera cumpliera, igualmente, los requisitos preestablecidos por el productor; en una etapa más actual se instrumentan programas y sistemas de calidad a todas las fases de concepción, diseño y producción, incluyendo el servicio posventa; y hoy la calidad es posible administrarla.

En esta última fase el énfasis está puesto en el mercado, las necesidades y expectativas del cliente. Pero además la Calidad se ve como un enfoque de dirección, que no sólo contempla la calidad del producto, sino el sistema de dirección en su totalidad.

3.3 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.

3.3.1 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES

- Permite medir cambios en esa condición a través del tiempo.
- Facilitan mirar de cerca los resultados de iniciativas o acciones.
- Son instrumentos muy importantes para evaluar y dar surgimiento al proceso de desarrollo.
- Son instrumentos valiosos para orientarnos de cómo se pueden alcanzar mejores resultados en proyectos de desarrollo.

¿CÓMO CONSTRUIR BUENOS INDICADORES?

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.

3.3.2 INDICADORES PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia.

3.4 EFICACIA

La Eficacia valora el impacto de lo que se hace, del producto o servicio que se presta. No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

La Eficacia se refiere a los resultados en relación con las metas y cumplimiento de los objetivos organizacionales. Para ser eficaz se deben priorizar las tareas y realizar ordenadamente aquellas que permiten alcanzarlos mejor y más rápidamente.

Eficacia es el grado en que algo (procedimiento o servicio) puede lograr el mejor resultado posible. La falta de eficacia no puede ser reemplazada con mayor eficiencia porque no hay nada más inútil que hacer muy bien, algo que no tiene valor. La Eficacia consiste en la capacidad de escoger los objetivos apropiados. Administrador eficaz será aquel que

selecciona los objetivos correctos para trabajar en el sentido de alcanzarlos. Para triunfar hay que ser eficiente y eficaz. Solamente con eficiencia no se llega a ningún lado porque no se alcanzan los fines que se deberían lograr.

3.5 EFECTIVIDAD

Efectividad es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados.

Cuando se considera la cantidad como único criterio se cae en estilos efectivitas, aquellos donde lo importante es el resultado, no importa a qué costo. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos (según el objetivo); sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos. Este indicador sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlar los desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.

3.6 EFICIENCIA

La Eficiencia consiste en el buen uso de los recursos. En lograr lo mayor posible con aquello que contamos. Si un grupo humano dispone de un determinado número de insumos que son utilizados para producir bienes o servicios, eficiente será aquel grupo que logre el mayor número de bienes o servicios utilizando el menor número de insumos que le sea posible. Eficiente es quien logra una alta productividad con relación a los recursos que dispone.

La Eficiencia se emplea para relacionar los esfuerzos frente a los resultados que se obtengan. A mayores resultados, mayor eficiencia. Si se obtiene mejores resultados con menor gasto de recursos o menores esfuerzos, se habrá incrementado la eficiencia. Dos factores se utilizan para medir o evaluar la eficiencia de las personas o empresas: Costo y Tiempo. Se refiere a la producción de bienes o servicios que la sociedad valora más, al menor costo social posible. Es el cociente entre los resultados obtenidos y el valor de los recursos empleados.

La eficiencia no es un valor absoluto que se alcanza por sí mismo sino que se determina por comparación con los resultados obtenidos por terceros, quienes actúan en situaciones semejantes a las que se desean analizar.

3.7 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son medidas utilizadas para determinar el éxito de un proyecto o una organización. Los indicadores de gestión suelen establecerse por los líderes del proyecto u organización, y son posteriormente utilizados continuamente a lo largo del ciclo de vida, para evaluar el desempeño y los resultados.

3.7.1 CRITERIOS PARA ESTABLECER INDICADORES

Para que un indicador de gestión sea útil y efectivo, tiene que cumplir con una serie de características, entre las que destacan: Relevante (que tenga que ver con los objetivos estratégicos de la organización), Claramente Definido (que asegure su correcta recopilación y justa comparación), Fácil de Comprender y Usar, Comparable (se pueda comparar sus valores entre organizaciones, y en la misma organización a lo largo del tiempo), Verificable

y Costo-Efectivo (que no haya que incurrir en costos excesivos para obtenerlo).

3.7.2 VENTAJAS DE REGISTRAR LOS INDICADORES

1.- Para el Equipo de Trabajo

- ✓ Motivar a los miembros del equipo para alcanzar metas retadoras y generar un proceso de mejoramiento continuo que haga que su proceso sea líder.

- ✓ Estimar y promover el trabajo en equipo.

- ✓ Contribuir al desarrollo y crecimiento tanto personal como del equipo dentro de la organización.

- ✓ Generar un proceso de innovación y enriquecimiento del trabajo diario.

2.- Para el Negocio y Actividades

- ✓ Impulsar la eficiencia, eficacia y productividad de las actividades de cada uno de los negocios.

- ✓ Disponer de una herramienta de información sobre la gestión del negocio, para determinar que también se están logrando los objetivos propuestos.

- ✓ Identificar oportunidades de mejoramiento en actividades que por su comportamiento requisen reforzar o reorientar esfuerzos.

- ✓ Identificar fortalezas en las diversas actividades, que pueden ser utilizadas para reforzar comportamientos positivos.

- ✓ Contar con información que permita priorizar actividades basados en la necesidad de cumplimiento de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

3.- Para la Organización

- ✓ Disponer de información corporativa, que permita contar con parámetros para establecer prioridades de acuerdo con los factores críticos de éxito y las necesidades y expectativas de los clientes de la organización.

- ✓ Establecer una gerencia basada en datos y hechos.

- ✓ Evaluar y visualizar periódicamente el comportamiento de las actividades claves de la organización y la gestión general de la empresa con respecto al cumplimiento de su misión y objetivos.

- ✓ Reorientar políticas y estrategias, con respecto a la gestión de la organización.

3.7.3 REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTION

Para medir el desempeño de una empresa necesitamos de un sistema de indicadores de gestión. Estos son la expresión cuantitativa del comportamiento de la empresa, de un área o proceso; cuya magnitud, de ser comparada con algún otro nivel de referencia, nos podrá estar señalando una

desviación sobre la cual se tomaron acciones correctivas o preventivas según el caso.

En la elaboración de los indicadores de gestión se deben tener en cuenta los elementos siguientes:

- El objetivo
- La definición
- Los niveles de referencia
- La responsabilidad
- Los puntos de lectura
- La periodicidad
- El sistema de procesamiento y toma de decisiones

El objetivo: Debe expresar el ¿para qué? queremos gerenciar el indicador seleccionado. Expresa el lineamiento político, la mejora que se busca y el sentido de esa mejora.

La definición: Es la expresión matemática que cuantifica el estado de la característica o hecho que queremos controlar. Debe ser expresada de la manera más específica posible, evitando incluir causas y/o soluciones. La definición debe contemplar sólo la característica del hecho (efecto) que observaremos y mediremos.

Niveles de referencia:

a. Histórico: Serie de tiempo de un indicador que nos da la variación en el tiempo.

b. Estándar: Representa el valor alcanzable, si hacemos “bien” nuestras tareas.

c. Teórico: Es un dato de diseño. Es dado fundamentalmente por el fabricante.

d. Requerimientos de los usuarios: Utilizando los requerimientos del cliente, nos permite conocer las pautas inmediatas de la mejora. Nos puede llevar a reorientar acciones frente a la competencia.

e. Competencia:
1) Aquellos que se refieren al producto final.
2) Aquellos que se refieren al proceso.

Los primeros deben considerarse ineludibles, pues el cliente optará por el mejor.

Los segundos inciden en los niveles de costos y por esa vía en la magnitud de los beneficios.

f. Consideraciones políticas: Son valores de referencias por razones de prestigio, por compromisos de seguridad, etc.

g. Planificados: Está presente en todos los niveles anteriores. Son las metas que podemos y debemos alcanzar en le futuro inmediato.

Responsabilidades: Nos referimos a quien(es) le corresponde actuar en cada momento y en cada nivel de la organización, frente a la información que nos está suministrando el indicador. Puntos de Lectura: ¿Cómo se obtienen y conforman los datos? ¿en qué sitio se hacen las observaciones? ¿con qué

instrumentos se harán las mediciones? ¿quién hace las lecturas? ¿cuál es el procedimiento de captación?. La respuesta a estas y otras preguntas nos permitirá cumplir con este elemento.

Periodicidad: ¿Cada cuánto tiempo se mide el indicador? ¿Cómo se presentan los datos: físicos, promedios, diarios, promedios semanales o mensuales?. Así se determina el momento de la medición.
Sistema de información y toma de decisiones: Debe ser lo suficientemente ágil y rápido el sistema para asegurar la retroalimentación a cada nivel de la organización y según la responsabilidad de cada uno.

Como resumen debemos recomendar que este sistema de indicadores sea presentado en un diagrama causa-efecto donde se muestren las interrelaciones con otros indicadores.

SISTEMA DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD RECOMENDADO A UTILIZAR.

Es necesario realizar la aclaración de que abordaremos el sistema de indicadores que nos servirá para medir la productividad y por ende la calidad de la Empresa, del área o del proceso. Estos indicadores los expresaremos en su forma más general y aunque daremos algunos ejemplos, los mismos deben ser adecuados al tipo de actividad que se realice en cada lugar.

Si consideramos a la organización formada por un conjunto de procesos que se interconectan con el objetivo de alcanzar los resultados finales, podemos entonces observar que en cada uno existen uno o varios suministradores, que se realiza un proceso de transformación a partir de los insumos que suministran y que con ello se obtiene un producto o resultado que será destinado a un cliente con el objetivo de satisfacer una necesidad.

PROCESO

Pero este proceso no es arbitrario, ni anárquico, ya que el mismo debe responder al cumplimiento de una MISION específica que contribuya o aporte al cumplimiento de la Misión global de toda la organización.

Esto nos lleva a pensar, que para identificar o precisar los indicadores que comprende el Sistema, se hace necesario primero definir la misión global y las misiones específicas de cada proceso de manera, que permita hacer un análisis de los procesos que lo constituyen y definir, para cada caso, cuales son los indicadores que permitirán gestionar el cumplimiento de su misión.

Incluso cuando cada caso tenga sus especificidades en base a la misión definida, podemos encontrar en todos un grupo genérico de indicadores válidos para diferentes situaciones.
Estos indicadores son:

- ✓ Grado de satisfacción del cliente.
- ✓ Efectividad en el cumplimiento de los compromisos.
- ✓ Eficiencia en el uso de los recursos.
- ✓ Grado de satisfacción y motivación de los recursos humanos.

Grado de satisfacción del Cliente.

El grado de satisfacción del cliente puede ser medido a partir de dos aspectos básicos:

a) concordancia del diseño del producto o servicio con los requisitos que él valora.

b) concordancia del producto o del servicio con las especificaciones del diseño.

Lo más común en las organizaciones es prestar mayor atención al segundo aspecto. Esto puede conllevar a que se cumplan a la perfección las especificaciones del producto o servicio de acuerdo a lo diseñado; pero que este producto o servicio no nos garantice tener clientes satisfechos.

Este concepto es válido no sólo para los clientes externos, sino también para toda la cadena de clientes internos de la organización.

Si queremos tener éxito o resultados favorables en este indicador, los requisitos o atributos de nuestros productos o servicios deben ser constatados con nuestros clientes desde el momento mismo del diseño y esto nos facilitará poder posteriormente evaluar con el cliente su satisfacción, una vez que reciba el producto o el servicio. Entre los requisitos a tomar en cuenta se encuentran:

1. Características y presentación del producto o servicio (perceptual).
2. Oportunidad de entrega o prestación del servicio.
3. Lote o cantidad mínima a ser despachada o servida.
4. Condiciones de contratación exigidas.
5. Atención y trato.
6. Condiciones de garantía o atención o reparación posventa.
7. Condiciones de despacho

Estos requisitos pueden hacerse específicos para cada proceso, ya sea productivo, administrativo o de servicio. Siempre los clientes tienen requerimientos que deben ser satisfechos. Con estos atributos definidos previamente se deben diseñar los instrumentos de medición y captación de información que permita evaluar la percepción y expectativas del cliente.

En tal sentido se debe proceder de la siguiente manera:

1. Establecer y validar con el cliente los requisitos por él valorados.
2. Ponderar con el cliente los requisitos para ser valorados.
3. Definir la escala con la cual el cliente valorará cada requisito.
4. Asignar un valor numérico a cada nivel de satisfacción, para poder cuantificar en un solo indicador el grado de satisfacción.
5. Proceder a diseñar el proceso de captación y procesamiento de la información.
6. Analizar las desviaciones encontradas y encontrar los pasos para el mejoramiento.

Efectividad en el cumplimiento de los compromisos.

Estos indicadores pueden ser fijados conjuntamente con el cliente a través de metas internas de la organización, área o proceso.

Este tipo de indicador necesita siempre para su comparación niveles de referencias, que determinen compromisos de cantidad, de calidad y de oportunidad de entrega.

Efectividad en el cumplimiento de cantidad:

Evalúa el grado de cumplimiento en cuanto a la cantidad del producto realizado o del servicio prestado. Su forma general es:

Efectividad = Cantidad Servida o Producción Real Cantidad que se debió servir o producir

Ejemplos con respecto a la efectividad en un sistema:

Producción*: Producción Real/Producción Programada.*

Ventas*: Despachos reales/despachos comprometidos.*

Cobros*: Cuentas cobradas/cuentas estimadas a cobrar.*

Compras*: Solicitudes realizadas/solicitudes a realizar.*

Personal*: No. de personas entrenadas/ No. de personas a entrenar.*

Efectividad en compromisos de calidad.

Con este indicador se evalúa la proporción de productos o servicios que no cumplen las especificaciones, es decir aquellos que no cumplen o no están conformes con las características o requerimientos acordados con el cliente. Es un indicador que nos da un conjunto de fallas, ya sean internas o externas.

En este sentido existen dos indicadores típicos: Rechazos o Devoluciones. Su expresión más general es:

- *Porcentaje de Rechazos = Cantidad de Productos fuera de las especificaciones Cantidad de productos inspeccionados*

- *Porcentaje de devoluciones = Cant. de productos devueltos, descontados o rebajados Cantidad de productos despachados*

Este indicador puede ser calculado en actividades que no son típicamente productivas.

Compras: % de rechazos en pedidos realizados

Ingeniería: % de rechazos de planos o proyectos

Contabilidad: % de devolución de informes (ó páginas)

Efectividad en la Entrega (concordancia con el compromiso de despacho)

Si un producto no está disponible en el momento necesitado no puede satisfacer los requerimientos del cliente; resultando una situación similar en caso de un producto que tuviese defectos.

Por ello cumplir con las fechas de entrega comprometidas debe ser igualmente controlado, al igual que la concordancia en calidad o cantidad.

El indicador para evaluar esta situación es el “retraso en la empresa” y tiene las siguientes formas generales.

- *Retraso promedio Días u horas de retardo acumuladas en la empresa en = en los despachos realizados días No. de despachos realizados ó Retraso en la No. de despachos retrasados entrega (%) = No. de despachos realizados*

El objetivo con este indicador es buscar el cero “0” retrasos, ya sea en días o por ciento, lo cual equivale a una efectividad del 100% en la entrega, o sea, todos los despachos a tiempo.

Nuevamente encontraremos este indicador aplicable a cualquier área o proceso de la organización. Nótese su diferencia con el de cantidad, ya que se puede cumplir con el 100% de la cantidad pero si tenemos un desfase en el tiempo comprometido con el cliente, ya realmente no tendremos efectividad, ni productividad y como consecuencia calidad.

Eficiencia en el uso de los recursos.

La eficiencia en el uso de los recursos se refiere al aprovechamiento que hacemos de ellos, lo cual es un aspecto clave dentro del mejoramiento de la calidad. La noción moderna de eficiencia es aquella que va ligada al incremento del valor creado y del valor agregado. Aquello mediante la cual mejoramos en cantidad y calidad nuestros productos, disminuyendo la cantidad de insumos requeridos. Por ello debemos centrar nuestra atención en la reducción de los desperdicios.

Entendemos por desperdicio: “toda actividad del proceso que agrega costo pero no valor”.

Por tanto, si se eliminan los desperdicios, se reducen los sobrecostos, disminuyen al mínimo el uso de los recursos sin afectar negativamente el logro de los resultados propuestos.

Este indicador se refiere específicamente al logro de un producto eficientemente y se enfoca específicamente a la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo.

La eficiencia productiva total es el punto en el cual se satisfacen dos condiciones:

1) Para cualquier combinación de insumos que se utilizan en determinada producción, no se usa más de cualquier insumo que el mínimo necesario para lograr esa producción.

2) Dadas las combinaciones que satisfacen la primera condición, se selecciona la menos costosa. La primera relación está dada por condiciones técnicas y, por consiguiente, se conoce como eficiencia técnica. La segunda condición está dada por la relación de precios de los insumos y se le conoce como eficiencia económica.

Este indicador se puede calcular de forma parcial o total. Las mediciones parciales se corresponden con la relación: producción / insumo, donde se determina la relación con un determinado insumo. En el caso de que la medición se produzca en unidades físicas, estamos en presencia de una medición operativa, pero si se realiza en unidades monetarias, sería una medición financiera. Especial interés, en la actualidad, tiene la eficiencia en el uso de los recursos energéticos y los combustibles, así como de los espacios e instalaciones.

El cálculo será total, cuando para obtener un producto o servicio sea necesario utilizar diversos insumos, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. Esta medición evaluará el efecto de todos los insumos.

Toda mejora que se realice en los procesos deberá mejorar los indicadores de eficiencia. Por ejemplo, si el rediseño del proceso reduce el número de unidades defectuosas, se utilizará menos materiales y menos

mano de obra para lograr la misma producción. La reducción de las cantidades defectuosas mejora este indicador.

Pero no sólo en este caso es posible una mejora de este indicador, puede darse el caso de organizaciones donde no se produzcan defectos desde el punto de vista de las especificaciones, pero aún así tienen un proceso ineficiente.

Cuando nos detenemos a revisar las actividades que realizamos en un área o unidad, mediante un diagrama de proceso, podremos ver inmediatamente que a veces es mayor el tiempo que el insumo, objeto de transformaciones, pasa en espera, transporte e inspecciones, que el tiempo en que realmente es transformado (tiempo de operaciones).

Esto se puede calcular de la forma siguiente:

Índice de Operación = Tiempo de operación Tiempo Total

Tiempo de operación: tiempo en el cual el insumo es objeto de transformación que le añade valor.
Tiempo total: tiempo que transcurre desde que el/los insumos llegan al proceso, hasta que el producto es entregado al cliente.

El tiempo total es la sumatoria de los tiempos de operaciones, en inventario, y espera, así como tiempo de transporte, mediciones, cambios y puesta a punto de las operaciones. Utilizando la nomenclatura de ingeniería tendríamos lo siguiente:

Actividades que agregan valor:

Operación: Indica las principales fases de un proceso, la modificación de valor a la pieza, materia o producto.

Actividades que no agregan valor:

Inspección: Indica qué se verifica

Transporte: Indica movimientos de trabajadores, materiales o equipos

Demora o espera: Indica parada entre dos operaciones necesarias.

Almacenamiento: Indica depósitos permanentes, bajo vigilancia y autorizados.

Otras actividades; Reprocesos, Roturas, Inventarios ociosos y los defectos que no son más que actividades que se producen en el proceso, que generan costos y que son innecesarias en el proceso.

Grado de motivación y satisfacción de los recursos humanos.

Este indicador debe ser considerado como un aspecto en sí mismo muy vinculado a la productividad y a la calidad, no lo podemos desligar de la responsabilidad de aquel que gerencia una empresa, o un área o proceso.

Vinculado a este indicador podemos analizar aspectos como la comunicación, el liderazgo, el entrenamiento, el desarrollo y la participación del trabajador como factores de motivación.

También y como consecuencia de fallas en los factores previamente señalados, se observan incrementos o variaciones de índices como el ausentismo y la rotación del personal, que son normalmente controlados, pero se interrelacionan habitualmente con los anteriores.

Por otra parte, en la medida en que una empresa avanza más en la implantación de los nuevos enfoques de aprovechamiento de la capacidad de su recurso humano, la responsabilidad de cada gerente y supervisor en su área de gestión sobre tal aspecto se incrementa. Pero, debido a que la forma de actuación del gerente y supervisor depende también de las políticas y sistemas de personal, así como está también vinculado con la cultura organizacional.

3.8 SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA INTEGRADA

El sistema de Potencia distribuida integrada funciona de manera muy similar a las locomotoras equipadas con sistemas de LOCOTROL, diseñados y fabricados por GE Harris Railroad Electronics in Melbourne, Florida.

En los trenes convencionales que funcionan sin un sistema de IDP, el funcionamiento de la locomotora guía es controlado por el maquinista de la locomotora, y las locomotoras guiadas se controlan a través de las líneas de tren eléctricas (cable MU de 27 contactos).

El Sistema IDP (Siglas en ingles), como los sistemas anteriores de LOCOTROL, permite el control de formaciones de locomotoras remotas vía mensajes de radio, que emulan parcialmente la conexión de la línea del tren de 27 hilos entre las locomotoras. El operador podría controlar la formación guiada en dos modos, sea SÍNCRONO (donde las formaciones guiadas imitan la formación guía para las configuraciones de potencia o de frenado

dinámico), o INDEPENDENT MONITORING (SUPERVISIÓN INDEPENDIENTE, donde la formación guiada es controlada de manera separada desde la formación guía para tener un mejor control sobre los perfiles variables de las vías).

El último sistema de Potencia distribuida integrada, está diseñado para proporcionar un control independiente y síncrono de entre una y seis formaciones de locomotoras ubicadas en puntos a lo largo del tren, usadas de forma adicional a la unidad guía. Esto le permite al operador que controle de manera eficaz las diferentes formaciones de locomotora a través de perfiles diferentes de las vías.

El sistema proporciona el control de unidades remotas a través de señales de mando transmitidas por un enlace de radio, desde una posición en la unidad guía. El funcionamiento del sistema es tal que varios trenes equipados con Potencia distribuida integrada (IDP, en inglés), pueden funcionar con la misma frecuencia y dentro del alcance de radio entre ellos.

3.9 ANTECEDENTES

Desde los tiempos de la locomotora de vapor, era común el uso de locomotoras a la cabeza del tren, llamadas locomotoras guías y otras a medio tren, llamadas locomotoras ayudadoras.

Esta conformación (conocida como conformación convencional para efectos de este estudio) se adoptó, debido a los inconvenientes generados cuando se acoplaban todas las locomotoras en la cabeza del tren (por ejemplo para subir una pendiente), lo cual generaba esfuerzos de tensión por encima de los límites de resistencia de los acopladores y altas fuerzas laterales al paso del tren por curvas horizontales, provocando la rotura de los

acopladores o la ocurrencia de descarrilamientos. La maniobra era efectuada con un operador ubicado en cada grupo de locomotoras.

A continuación se presenta gráficamente la evolución del sistema de potencia distribuida en una locomotora a través del tiempo *(ver figura 8).*

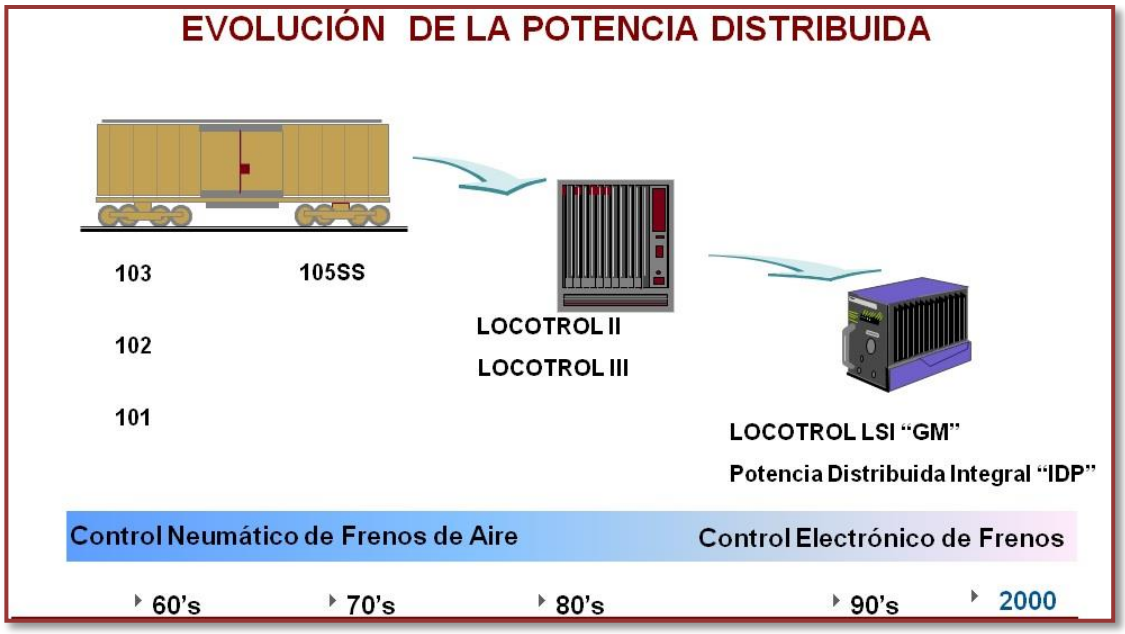


Figura 8 Evolución del Sistema de Potencia Distribuida
Fuente: Departamento de instrucción ferroviaria.

Con la llegada de la locomotora diesel eléctrica, la maniobra anterior continuó empleándose, sin embargo, los errores de comunicación entre los operadores del tren, representaba un alto riesgo para la maniobra.

Todo esto, conllevó a la implementación de un sistema de radio control o control remoto que relevara el sistema de radio comunicación, permitiendo un modo de operación sincronizado y comandado desde la locomotora delantera, a fin de eliminar los riesgos por la pérdida de comunicación entre tripulaciones y haciendo más eficiente el uso de las mismas *(ver figura 8).*

Este sistema fue llamado “sistema de potencia distribuida”; tal como se conoce actualmente. El sistema evoluciono agregando además el modo de operación independiente.

3.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

3.10.1 Antenas: Contiene tanto las antenas Harris DP como otras antenas que se ubican en el techo de la cabina de la locomotora.

3.10.2 Balastro: es una roca fragmentada por molienda, usada como lecho bajo los durmientes de la vía férrea, con los siguientes fines: amortiguar las vibraciones y distribuir las cargas dinámicas sobre el terraplén, drenar las aguas de lluvia y confinar los durmientes para conservar la nivelación y alineación de la vía.

3.10.3 BV OUT: Se corta la válvula de frenado automático de la locomotora, y el freno automático no puede cargar la línea de control de frenado.

3.10.4 Caboose: es un vagón de cola dotado de válvula de freno, radio y manómetros, donde viaja el Técnico Conductor de Trenes y se asegura que la presión del sistema de freno se mantiene normal, de allí se pueden aplicar los frenos en caso de emergencias y comunicarse con el Técnico de Operaciones Ferroviarias ante cualquier eventualidad.

3.10.5 Cambiavías: son equipos activados por energía eléctrica o en forma manual, que permiten el cambio entre las rutas férrea, generalmente va acompañado de una señal de indicación de la posición del cambiavía.

3.10.6 CCB I y II: Sistema de frenado controlado por computadora KNORR.

3.10.7 Computadora de Consolidación de Cabina: Este módulo de Rockwell contiene el micro-procesador y el software en memoria EPROM necesario para proporcionar enlaces de comunicación entre (CCC) las pantallas de visualización del TSI, el sistema de frenado neumático electrónico (EAB), el módulo DLCP/IPM, y las computadoras del ICE/EM2000.

3.10.8 Corte: es un grupo de vagones vacíos o cargados, acoplados entre sí.

3.3.9 Descarrilamiento: pérdida del contacto rueda riel de todo equipo rodante.

3.10.10 Desvío: es una línea auxiliar a la línea principal para el encuentro de trenes o el paso de los mismos.

3.10.11 DLCP Procesador de Control Distribuido de la Locomotora IPM (módulo de procesador integrado, o Integrated Procesor module en Inglés): Cualquiera de estos es el procesador centras de la computadora para el Sistema IPD, y ambos proporcionan la misma función básica: actuar como interfaz entre la CCC Rockwell y las Radios de Datos.En las locomotoras equipadas con FIRE, E-IPM es el procesador central de IDP.

3.10.12 Durmiente: es una pieza de madera o concreto que sirve de asiento a los rieles o permite mantener la trocha entre los rieles.

3.10.13 EAB: Frenado neumático electrónico (Electronic Air Brake) El sistema de frenado neumático electrónico sustituye los sistemas de frenado anteriores de 26L y 30CDW usados en las locomotoras. Hay dos sistemas en uso, KNORR CCB (Frenado controlado por computadora, o Computer

Controlled Brake, en inglés), y WABCO EPIC 3102 (Control neumático electrónico integrado, o Electronic Pneumatic Integrated Control, en inglés).

3.10.14 E-IPM: El Módulo del procesador integrado electrónico (o Electronic Integrated Processor Module, en inglés) desarrolla la misma función que el DLCP/IPM pero cuenta con la capacidad de usar CCB II.

3.10.15 EM: Emergencia.

3.10.16 EM2000: La computadora EM2000 controla y supervisa la excitación del generador principal, todos los dispositivos de lógica y las funciones de visualización para el funcionamiento de la locomotora.

3.10.17 END: Después de desconectarse las locomotoras, el comando "**END DIST PWR"** apaga la DP completamente.

3.10.18 EPIC: Control electroneumático integrado (o Electro Pneumatic Integrated Control, en ingles) – Sistema de frenado neumático WABCO EPIC 3102.

3.10.19 Equipos de Control de Tráfico Centralizado CTC Despacho de Trenes: controla el tráfico ferroviario entre Puerto Ordaz y Ciudad Piar mediante señales visuales, las cuales permiten realizar todas las maniobras de la vía férrea, prever los encuentros en las estaciones de radios, garantizando la seguridad del tráfico ferroviario.

3.10.20 Evento Ferroviario Mayor: se consideran eventos ferroviarios mayores a la pérdida de contacto rueda riel, entradas a las vías de escapes, desacoples de trenes y colisiones de trenes, que ocasionen daños a la

propiedad y cuya normalización interrumpa parcial o totalmente el proceso productivo.

3.10.21 Evento Ferroviario Menor: se considera evento ferroviario menor a la pérdida de contacto rueda riel, entradas a las vías de escapes y desacople de trenes, que no generen daños a la propiedad y cuya normalización no interrumpa el proceso productivo.

3.10.22 Fastbrake: Equipo de frenado electroneumático basado en microprocesador, usado con las locomotoras equipadas con FIRE.

3.10.23 Fijación: es un conjunto de grapas, pernos, tuercas y arandelas o de planchuelas de hierro y clavos de acero, que anclan o fijan los rieles a los diferentes tipos de durmientes.

3.10.24 FIRE: Electrónica para ferrocarriles integrada funcionalmente (FIRE-Functionally Integrated Railroad Electronics) El equipo de computadora FIRE proporciona la electrónica para desempeñar las funciones de computación, interfaz y de visualización para la operación de los sistemas de control de la locomotora. Sustituye al sistema ICE.

3.10.25 ICE: Electrónica integrada en cabina (o, Integrated Cab Electronics en inglés). Este sistema, desarrollado por EMD conjuntamente con Rockwell, muestra información en cabina como indicaciones de presión de aire, esfuerzos de tracción, entre otras, que anteriormente se mostraba en indicadores independientes. ICE consolida también dispositivos electrónicos anteriormente autónomos como el EOT (Final del tren, o End Of Train, en inglés). Esta información la puede visualizar el operador del tren mediante dos pantallas en color que se ubican en la consola de control del operador.

En ciertos pedidos de locomotoras, el conductor tiene la pantalla 1 TSI disponible.

3.10.24 IDP: Potencia integrada distribuida, las siglas colectivas para todo el equipo que se usa para la potencia distribuida.

3.10.25 LCC: La computadora de la cabina de la locomotora (Locomotive Cab Computer), también denominada EM2000, es el último sistema de control para la locomotora que se usa en las locomotoras EMD.

3.10.26 Línea Principal: se le denomina a la vía Férrea ubicada entre los kilómetros 2,8 y kilómetros 132, la cual une los Centros Operativos de Puerto Ordaz y Ciudad Piar.

3.10.27 LINK: Las radios de datos de enlace se usan para establecer el enlace de comunicación entre las formaciones de locomotoras guías y remotas.

3.10.28 Módulo de Interfaz de Relé: Se usa como una interfaz de relé entre la porción de frenado neumático del E-IPM y ciertas líneas de trenes de 74 voltios.

3.10.29 Módulo de Radio: Combina las funciones de las radios de datos duales y el Módulo RIM de sistemas anteriores.

3.10.30 Patio: se considera un sistema de línea con límites definidos, acondicionado para el arreglo de trenes, para movimiento de vagones vacíos y cargados y otros propósitos.

3.10.31 Producto: es el mineral que ha sido procesado para darle determinadas características (Ejemplo: finos, pellas, briquetas, gruesos).

3.10.32 Radios de Datos Duales: Las radios son transceptores UHF y FM que transmiten y reciben información sea de la locomotora Guía o de la Remota.

3.10.33 Relés de Transmisión IDP para Línea de Tren (Trainline Driver Relays): Un grupo de 12 relés ubicados en el gabinete eléctrico que, cuando son energizados, proporcionan una alimentación de 74 V a varios circuitos de línea de tren que se usan solamente en el funcionamiento de potencia distribuida.

3.10.33 Retardador de Vagones: es un equipo que permite disminuir la velocidad de un vagón mediante zapatas de frenos aplicadas a las ruedas del vagón, para ejercer el frenado se utilizan sistemas neumáticos y/o hidráulicos.

3.10.34 Riel: es un lingote de acero, con una longitud determinada por donde circulan las ruedas de los vagones y locomotoras.

3.10.35 Señal Alineada: es una señal dando aspecto verde.

3.10.36 Tipos de Vías:

- **Sencilla:** se refiere a una sola vía férrea.
- **Doble:** se refiere a dos vías férreas.
- **Patio**: se refiere al conjunto de dos o más vías utilizadas para estacionar vagones vacíos y/o cargados.
- **Secundaria:** vía férrea donde la velocidad de los trenes es menor de 20 KPH.

3.10.37 Tren: es una o varias locomotoras acopladas, con o sin vagones, desplegando señales.

3.10.38 Tripulación de Tren: es una cuadrilla conformada por dos Técnicos de Operaciones Ferroviarias y un Técnico Conductor de Trenes.

3.10.39 TSI: Indicador de situación del tren (Train Situation Indicator) Estas son las pantallas de visualización para el sistema ICE, dos en el puesto del operador y una pantalla única opcional en el puesto del ayudante.

3.10.40 Unidad de cerramiento del tren (TEU Train Enclosure Unit): La función de la TEU es la de alojar la fuente de alimentación Rockwell CCC, DLCP/IPM, Rockwell y los interruptores automáticos para las pantallas de Rockwell TSI. El Registrador de eventos y elequipo EOT se guarda también en la TEU.

3.10.41 UNLK: Unlink - El operador corta el enlace de comunicación entre las formaciones de las locomotoras guías y remotas.

3.10.42 Vías Férreas: se refiere al conjunto armado de rieles sobre durmientes ya sea de madera o concreto fijados con clavos o pernos y soportados sobre balasto.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Fidias G. (2006) “la Investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo, o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (Pág. 24).

Por lo que se puede deducir que la investigación es descriptiva ya que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual del departamento de Operaciones Ferroviarias en cuanto a proceso de transporte en la vía principal, siendo este el objeto de estudio.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrollara en base a un diseño no experimental *de Campo***,** ya que, este tipo de investigaciones se apoya en informaciones que provienen de entrevistas estructuradas, cuestionarios, encuestas y observaciones directas en la superintendencia de operaciones ferroviarias.

Según Fidias G. (2006) “la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hecho (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la investigación pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental” (Pág. 31)

4.3 UNIDADES DE ANÁLISIS

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. Al respecto Ramírez, T (1999), dice que “la población, es la reunión de individuos, objetos, etc., que pertenece a una misma clase, con la diferencia que se refiere a un conjunto limitado por el ámbito del estudio a realizar” (Pág. 87).

Nuestra población está constituida por toda la Gerencia de Ferrocarril de CVG Ferrominera Orinoco, en cuanto a la muestra Arkin y Colton. (1995) establecen que:

> La muestra es una porción representativa de la población, que permite generalizar los resultados de una investigación. Es la conformación de unidades dentro de un subconjunto que tiene por finalidad integrar las observaciones (sujetos, objetos, componentes, situaciones, instituciones u organización o fenómenos), como parte de una población. Su propósito básico es extraer información que resulta imposible estudiar en la población, porque esta incluye la totalidad. (Pág.78).

Con base en este precepto, se puede decir, que nuestra muestra sería toda la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias, debido a que estamos

realizando un estudio a la gestión del transporte ferroviario en la vía férrea principal en las operaciones ferroviarias de CVG Ferrominera Orinoco.

4.3.1 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Esta investigación pone en evidencia que la selección de muestras no considera resultados probabilísticas ni las selecciones son al azar, de allí que se caracteriza por ser “no probabilística e intencional”, la cual es definida por Tamayo y Tamayo (1994) como:

> El estudio donde el investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige al investigador un conocimiento previo de la población que se investiga para poder determinar cuántas son las categorías o elementos que se pueden considerar como tipo representativos del fenómeno que se estudia. (Pág.178).

4.4 TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recopilar toda la información y datos dentro de todo el proceso de estudio se emplearan las siguientes técnicas:

Fuentes de información primaria:

1. Observación Directa: esto con la finalidad de estudiar y analizar el desenvolvimiento de las actividades o tareas que se realizan dentro del transporte ferroviario del mineral de hierro.

2. Entrevistas no estructuradas: los datos serán recolectados en las superintendencias de Planificación y Control y de Operaciones

Ferroviarias - Puerto Ordaz, unidad en donde ocurren la mayor parte del hecho, garantizando de esta manera la veracidad y autenticidad de la información.

3. Encuestas: Constituyen una forma concreta de obtener información, brinda al investigador la posibilidad de fijar su atención de ciertos aspectos y permite restringir las condiciones de la información a obtener.

4. Informes de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril: este contiene las toneladas transportadas en cada ruta durante el mes anterior y las causas de sus desviaciones si las hubiere. Es publicado en el intranet de la empresa los primeros 5 días de cada mes.

5. Informe de gestión semanal de Operaciones Ferroviarias: contiene las toneladas transportadas en cada ruta durante la semana anterior y las causas de las desviaciones si las hubiere y este último se publica en la Intranet.

6. Plan anual de Operaciones Ferroviarias: es elaborado el último trimestre de cada año, por la Jefatura de Área de Planificación y Gestión, y debe ser revisado por el Superintendente de Planificación y Control, validado por los Superintendentes de Operaciones Ferroviarias de Puerto Ordaz / Ciudad Piar, y aprobado por el Gerente de Ferrocarril.

7. Orden N°1: es un boletín en el que se especifican las reducciones de velocidad que se deben realizar a lo largo de la vía principal, es emitido por el despacho controlador de trenes, elaborado y aprobado

por la Superintendencia de Mantenimiento de Vías y Estructuras, y distribuido mediante correos electrónicos a los entes involucrados.

8. Registros de consumo de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de equipos ferroviarios.

9. Registros de consumo de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de vías y estructuras.

Fuentes de información secundaria:

Consulta Bibliográfica: revisión de todos los documentos, manuales prácticas de trabajos, textos de consultas, informes de pasantías y reglamentos.

Instrumentos:

Durante la realización del estudio se utilizaran los siguientes materiales e instrumentos:

a) Lápiz y Papel, utilizado tanta en las entrevistas como en la recolección de datos durante la observación directa del proceso, debido a su facilidad de manejo y bajo costo
b) Equipos de computadoras, impresoras, para transcribir, reproducir e imprimir respectivamente, toda la información necesaria que involucre todo el proceso de compra en tiempo procura.
c) Manuales, libros, leyes y materiales electrónicos, para la obtención de información teórica necesaria.

4.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dependerá de las técnicas utilizadas como son de recolección de datos primarios, entendiéndose por datos primarios aquellos que surgen del contacto directo con la realidad empírica las técnicas encaminadas a recogerlos reflejarán, necesariamente, toda la compleja variedad de situaciones que se presentan en la vida real.

Se recolecta toda la información técnica, sobre los resultados arrojados mediante la gestión de los trenes bajo la conformación del sistema de potencia distribuida integrada y todo respecto al transporte ferroviario, indicadores de productividad, mantenimiento, etc. de CVG Ferrominera del Orinoco, tal información puede obtenerse de los informes de gestión semanal, mensual y anual de la Gerencia de Ferrocarril.

Haciendo uso de la observación directa, recogemos toda la información de la situación actual de las operaciones ferroviarias con el fin de correlacionar la información adquirida del análisis de la documentación técnica.

Para esto será necesario disponer en su momento de tal información para fines comparativos.

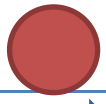
4.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de los datos recogidos, de esta investigación se efectúa mediante la descripción y calculo, de cada uno de los datos adquiridos a través de las técnicas aplicadas.

✓ **Diagrama de Proceso de Flujo:**

Según García, R. (2000, Pág. 53) un diagrama de proceso de flujo no es más que "una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso". En este tipo de representación gráfica se considera necesario analizar el tiempo necesario y la distancia recorrida, sirviendo para representar las actividades por las que pasa una operación o el producto. El objetivo principal de un diagrama de flujo es permitir la visualización clara de la secuencia de acontecimientos o actividades de un proceso, ayudando a disminuir las esperas, estudiar las operaciones y eliminar aquellas que no sean necesarias eliminando así el tiempo improductivo *(ver Tabla 2).*

Tabla 2 Símbolos del Diagrama de Proceso

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda el producto.

Fuente: "Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo" - Roberto García Criollo

Se debe utilizar un diagrama de flujo cuando:

- Para analizar un proceso existente: conocerlo, coordinar responsabilidades en diferentes áreas, identificar etapas claves o potencialmente problemáticas, localizar puntos de medición.
- Para diseñar procesos o rediseñar uno existente.
- Para identificar en un proceso todas aquellas actividades que se deben eliminar, agregar, modificadas y simplificadas.

Pasos a seguir para elaborar un diagrama de flujo:

1. Definir el proceso específico para el que se va a elaborar el diagrama.
2. Identificar los principales componentes del proceso en el mismo orden en que ocurren.
3. Representar la secuencia de actividades con el símbolo correspondiente.
4. Revisar el flujograma y asegurarse que estén registradas todas las actividades.
5. Analizar el proceso.

Para elaborar un diagrama de flujo se recomienda:

- Trabajar con los expertos del proceso.
- Cada actividad debe tener una sola entrada y una sola salida, excepto las decisiones las cuales tendrán dos salidas excluyentes.
- Cuando se utiliza esta herramienta para mejorar un proceso: realice un primer diagrama con las actividades que realmente ocurren. Luego elabore un segundo diagrama con las actividades de deberían ocurrir, de tal manera que pueda comparar y analizar las diferencias y así tomar las medidas correctivas.

4.7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se realizará un análisis de tipo evaluativo, debido a que se irá valorando detalladamente cada uno de los indicadores de productividad que reflejan la gestión del sistema de potencia distribuida integrada en la conformación de trenes de la vía férrea principal en las operaciones ferroviarias en CVG Ferrominera Orinoco.

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Situación actual de las operaciones ferroviarias en la vía principal de CVG Ferrominera Orinoco

CVG Ferrominera Orinoco cuenta con 370 km de vía férrea de los cuales 130 km (km 2,8-132) corresponden a la Línea Principal que comunica Puerto Ordaz con Ciudad Piar *(ver figura 10).* A través de esta vía se traslada mineral de hierro no procesado, fino y grueso obtenido de los yacimientos de mineral de hierro denominado Cuadrilátero Ferrífero San Isidro.

Las operaciones ferroviarias la empresa cuentan con un total de 48 locomotoras de las cuales 29 se encuentran repartidas entre los modelos SD-38, SD-38-2 y SD-38-2TC y tienen una potencia de 2000 HP; 7 locomotoras modelo SD-70-M cuentan con una potencia de 4000 HP y 12 locomotoras de los modelos AC4400 CW y SD-70 A CE tienen una potencia de 4400 y 4300 HP respectivamente.

Las locomotoras N° 1058, 1059, 1060, 1061, 1062, 1063, 1064, 1065, 1066, 1067, 1068 y 1069 de 4400 y 4300 HP cuentan con los módulos utilizados con Potencia Distribuida Integrada, por lo tanto se utilizan en las operaciones ferroviarias de la línea principal .

Además Ferrominera Orinoco posee aproximadamente 2309 vagones, de los cuales 1259 vagones son tipo góndola, 871 vagones tipo tolva, 39

vagones volteos y 140 vagones de apoyo constituidos por vagones de tipo Balasteros, Plataforma, Tanque y Caboose.

5.1.1 Esquema vía férrea Puerto Ordaz-Ciudad Piar

A continuación se presenta el esquema ferroviario de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, donde se especifica cada punto de la vía férrea, desde Ciudad Piar hasta Puerto Ordaz (línea principal) hasta los clientes nacionales donde se transporta el mineral y los productos. *(ver figura 9)*

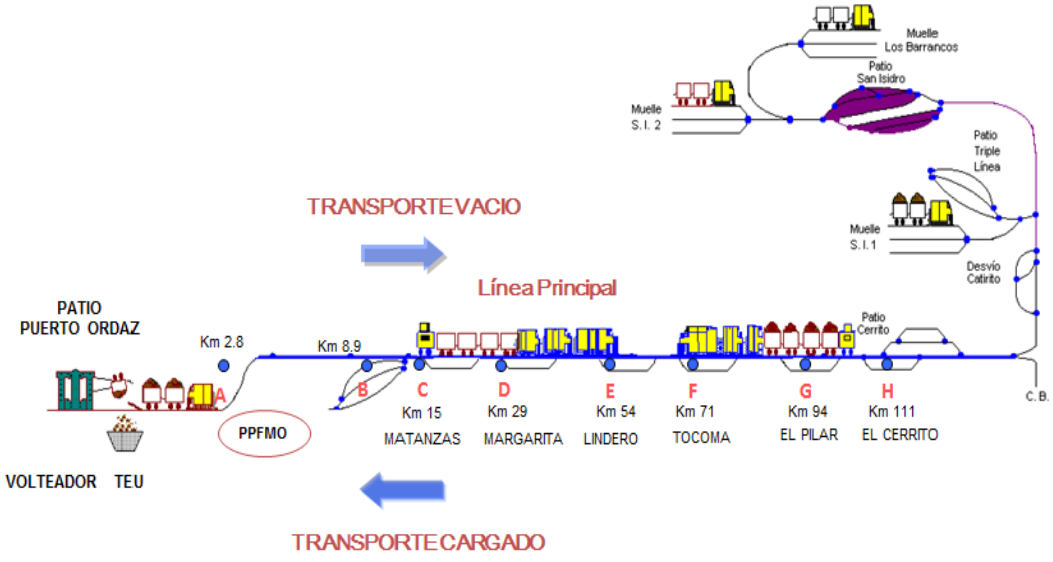


Figura 9 Esquema de la vía férrea Puerto Ordaz-Ciudad Piar.
Fuente: Intranet FMO

5.1.2 Itinerario de trenes vacíos-cargados 2012

Se presenta el itinerario de viaje de trenes vacíos - cargados del año 2012, ajustado al plan anual de operaciones ferroviarias del mismo año. *(ver tabla 3).* En dicha tabla se especifican las horas de salida de trenes cargados y vacíos por cada punto de todo el esquema ferroviario de la línea principal.

Tabla 3 Itinerario de viaje de trenes vacíos-cargados 2012

Hora de Salida Trenes Vacíos				ESTACIONES	Hora de Salida Trenes Cargados			
7	5	3	1		2	4	6	8
19:30	13:30	07:30	01:30	**PUERTO ORDAZ**	06:52	12:52	18:52	00:52
19:40	13:40	07:40	01:40	**WAY SIDOR**	06:42	12:42	18:42	00:42
20:18	14:18	08:18	02:18	**MATANZAS**	06:00	12:00	18:00	00:00
20:48	14:48	08:48	02:48	**MARGARITA**	05:25	11:25	17:25	23:25
21:23	15:23	09:23	03:23	**LINDERO**	04:45	10:45	16:45	22:45
22:23	16:23	10:23	04:23	**TOCOMA**	04:05	10:05	16:05	22:05
23:06	17:06	11:06	05:06	**EL PILAR**	02:35	08:35	14:35	20:35
01:09	19:09	13:09	07:09	**EL CERRITO**	02:00	08:00	14:00	20:00
02:04	20:04	14:04	08:04	**CATIRITO**	23:30	05:30	11:30	17:30
03:39	21:39	15:39	09:39	**PATIO SAN ISIDRO**	21:10	03:10	09:10	15:10

Fuente: Plan anual de operaciones ferroviarias 2012

Siguiendo el itinerario establecido por las Superintendencia de Operaciones Ferroviarias de Puerto Ordaz y Ciudad Piar, se señala que transportarán con el método de conformación de trenes operados con Potencia Distribuida 4 trenes cargados y 4 trenes vacíos siendo el único punto de encuentro la Estación de Tocoma, siempre y cuando no se generen retrasos por fractura de rieles en la vía, rotura de trenes o por encendido de la luz roja, en cuyo caso se deberá avanzar a las siguientes estaciones.

Por otro lado, el itinerario de trenes establece que los trenes cargados N° 2 y N°6 transportarán con 154 vagones tipo Góndola más 56 vagones tipo Tolva. Los trenes N° 4 y N°8 llevaran únicamente 132 Góndolas y 28 Tolvas. Así mismo, los trenes vacíos N°1 y N° 5 correrán con 132 Góndolas y 28 Tolvas y los trenes N°3 y N°7 transportarán 154 Góndolas y 56 Tolvas.

El itinerario de viaje de línea principal está planeado para cumplirse en 13:56 horas. *(ver tabla 4)*

Tabla 4 Tiempo de ciclo de trenes cargados y vacíos 2012

CARGADOS	
Tramos	Hrs:Min
Catirito - El Cerrito	02:30
El Cerrito - El Pilar	00:35
El Pilar –Tocoma	01:30
Tocoma – Lindero	00:40
Lindero – Margarita	00:40
Margarita – Matanzas	00:35
Matanzas - Way Sidor	00:42
Way Sidor - Puerto Ordaz	00:10
Total	07:22

VACIOS	
Tramo	Hrs:Min
Puerto Ordaz - Way Sidor	00:10
Way Sidor - Matanzas	00:38
Matanzas - Margarita	00:30
Margarita - Lindero	00:35
Lindero - Tocoma	01:00
Tocoma - El Pilar	00:43
El Pilar - El Cerrito	02:03
El Cerrito - Catirito	00:55
Total	06:34

Total Tiempo de Ciclo Cargados y Vacíos	13:56 Hrs:Min

Fuente: Plan anual de operaciones ferroviarias 2012

5.1.3 Proceso de transporte de trenes con vagones vacíos

A continuación se presenta en un diagrama de proceso *(ver tabla 6)* todo el transporte de trenes con vagones vacíos, desde que se inicia en el patio de ferrocarril de Puerto Ordaz con la conformación del tren, hasta que se termina en la estación Catirito de Ciudad Piar con el traslado al patio de San Isidro.

Posteriormente la tabla de resumen de actividades producto del diagrama de proceso *(ver tabla 7).*

Tabla 5 Transporte de tren con vagones vacíos

Proceso:	**Transporte de tren con vagones vacíos**
Inicia:	Patio de Ferrocarril FMO - Puerto Ordaz
Termina:	Estación Catirito - Ciudad Piar

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 6 Diagrama de proceso de transporte de trenes con vagones vacíos

Step No.	Time (min)	Distance (ft)	●	➡	■	◗	▼	Step Description
1		--	1					Conformación del tren con vagones vacíos.
2	38,00	11,2		1				Desde el Km 2,8 hasta el Km 14 (Matanzas).
3	10,00	2,0				1		Paso del tren por el desvío Matanzas.
4	20,00	12,0		2				Desde el Km 16 hasta el Km 28 (Margarita).
5	10,00	2,0				2		Paso del tren por el desvío Margarita.
6	25,00	23,0		3				Desde el Km 30 hasta el Km 53 (Lindero).
7	10,00	2,0				3		Paso del tren por el desvío Lindero.
8	50,00	15,0		4				Desde el Km 55 hasta el Km 70 (Tocoma).
9	10,00	2,0				4		Cambio de tripulación y prueba de frenos.
10	33,00	22,0		5				Desde el Km 72 hasta el Km 94 (El Pilar).
11	10,00	2,0				5		Paso del tren por el desvío El Pilar.
12	103,00	16,0		6				Desde el Km 96 hasta el Km 112 (El Cerrito).
13	20,00	2,0				6		Desacople de vacíos con destino a Altamira.
14	55,00	18,0		7				Desde el Km 114 hasta el Km 132 (Catirito).
15	0,00	--		8				Traslado al Patio San Isidro

Fuente: Plan de Operaciones Ferroviarias 2012

Tabla 7 Resumen de actividades

Actividad	Número de pasos	Tiempo (min)	Distancia (Km)
Operación	1	--	
Transporte	8	314	129
Inspección	--	--	
Retraso	6	80	
Almacén	--	--	
Total:	15	394	129

Fuente: Tabla 6

5.1.4 Proceso de transporte de trenes con vagones cargados 2012

A continuación se despliega el diagrama de proceso del transporte de trenes con vagones cargados *(ver tabla 9)*, desde que inicia en la estación Catirito (Ciudad Piar) con la conformación del tren, hasta el patio de Ferrocarril (Puerto Ordaz) *(ver tabla 8).*

Tabla 8 Transporte de tren con vagones cargados

Proceso:	**Transporte de tren con vagones cargados**
Inicia:	Estación Catirito - Ciudad Piar
Termina:	Patio de Ferrocarril FMO - Puerto Ordaz

Fuente: Elaboración del autor

Tabla 9 Diagrama de proceso deL transporte de trenes con vagones cargados

Step No.	Time (min)	Distance (ft)	●	➡	■	◗	▼	Step Description
1	0,00	--	1					Conformación del tren con vagones cargados.
2	130,00	18,0		1				Desde el Km 132 hasta el Km 114 (El Cerrito).
3	20,00	2,0				1		Acople de vagones y prueba de frenos.
4	25,00	16,0		2				Desde el Km 112 hasta el Km 96 (El Pilar).
5	10,00	2,0				2		Paso del tren por el desvío El Pilar.
6	70,00	22,0		3				Desde el Km 94 hasta el Km 72 (Tocoma).
7	20,00	2,0				3		Cambio de tripulación y prueba de frenos.
8	30,00	15,0		4				Desde el Km 70 hasta el Km 55 (Lindero).
9	10,00	2,0				4		Paso del tren por el desvío Lindero.
10	30,00	23,0		5				Desde el Km 53 hasta el Km 30 (Margarita).
11	10,00	2,0				5		Paso del tren por el desvío Margarita.
12	25,00	12,0		6				Desde el Km 28 hasta el Km 16 (Matanzas).
13	10,00	2,0				6		Desacople de vacíos con destino a Matanzas.
14	52,00	11,2		7				Desde el Km 14 hasta el Km 2,8 (Catirito).
15	0,00	--	2					Desacople de vagones cargados

Fuente: Plan de Operaciones Ferroviarias 2012

Seguido el resumen de actividades producto del diagrama de proceso anterior *(ver tabla 10).*

Tabla 10 Resumen de actividades

Actividad	Pasos	Tiempo (min)	Distancia (Km)
Operación	2	--	
Transporte	7	362	129
Inspección	--	--	
Retraso	6	80	
Almacén		--	
Total:	15	442	129

Fuente: Tabla 9

5.2 Contraste entre la conformación de trenes convencionales y el sistema de potencia distribuida integrada

5.2.1 Conformación de trenes convencionales

La descripción de las operaciones ferroviarias con la conformación de trenes convencional se realizó en la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias Puerto Ordaz de CVG Ferrominera Orinoco C.A, para cumplir con el transporte del mineral de Hierro desde Ciudad Piar hasta Puerto Ordaz el cual se desempeñaba con la conformación de trenes convencionales.

2 locomotoras **1 cabosse**

Figura 10 Conformación de trenes convencionales FMO
Fuente: Unidad de instrucción ferroviaria CVG Ferrominera Orinoco

Inicialmente para la conformación del tren, se colocaban 2 locomotoras seguido de un máximo de 160 vagones vacíos o 140 vagones cargados adicional al cabosse *(ver figura 11)*. Esta conformación generaba altos esfuerzos tractivos a la cabeza del tren *(ver figura 12),* produciendo lo que se conoce como efecto acordeón, dicho efecto genera todo tipo de impactos los cuales eran recibidos directamente en los acoples de los vagones y en el Caboose, donde se encontraba un técnico conductor recibiendo todas las secuelas de dichos impactos.

Conformación convencional:

- Tripulación:
- 2 técnicos operadores en la locomotora.
- 1 técnico conductor en el Caboose.

Total: 3 tripulantes.

Cantidad de vagón/tren:

- 140 vagones cargados con Caboose.
- 80 vagones cargados sin Caboose.

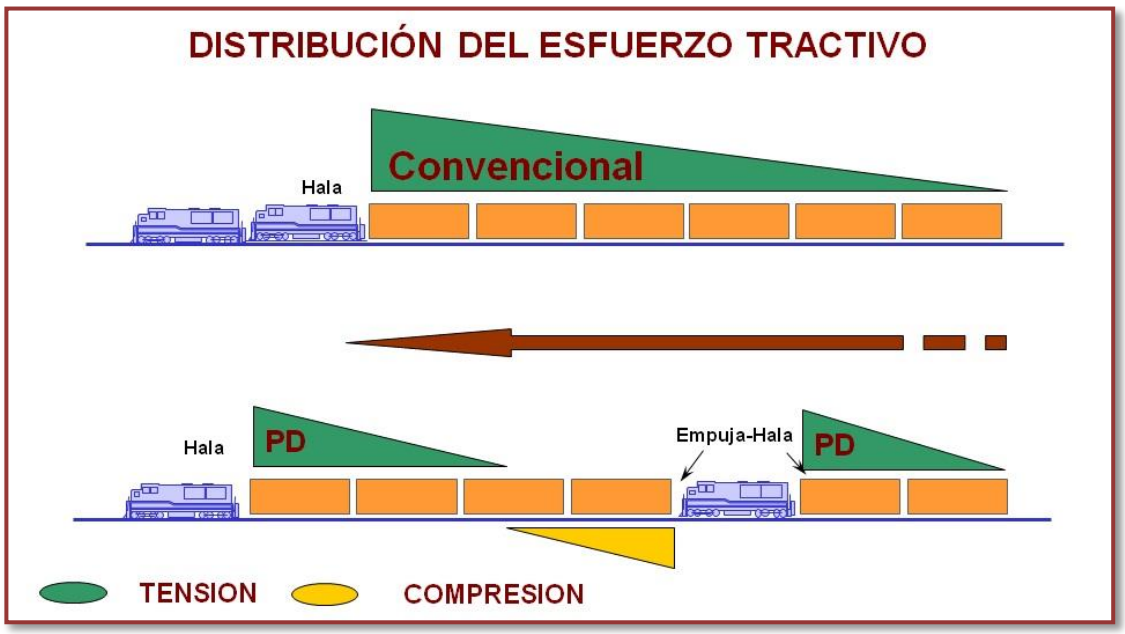


Figura 11 Distribución del esfuerzo tractivo Sistema Convencional vs Sistema Potencia Distribuida
Fuente: Unidad de instrucción ferroviaria

La conformación de trenes convencionales fue aplicada en la empresa hasta el año 2011, en ese mismo año el itinerario de trenes sufrió una reformulación en el mes de Junio con motivo de la disminución del plan de producción de 37524 Kt a 28364 Kt, afectando el transporte ferroviario desde la mina con una reducción de 21697 Kt a 17996 Kt.

Para el primer itinerario propuesto se consideraba que la composición de trenes mixtos para poder cumplir con la meta de transporte de mineral de hierro grueso y fino desde las Plantas de trituración, debía ser para los cargados y vacíos: 6 trenes de 110 vagones mínimo (92 góndolas y 18 tolvas). Considerando la capacidad máxima de un tren mixto igual a 155 vagones tipo góndola, tomando en cuenta que una tolva es equivalente a 1,2 góndolas.

Por otro lado, para el segundo semestre del 2011 la composición promedio de trenes para vacíos y cargados se consideró de 128 vagones por tren (100 góndolas y 28 tolvas).

5.2.2 Itinerario de trenes vacíos y cargados (plan anual de operaciones ferroviarias reformulado 2011)

Tabla 11 Itinerario reformulado trenes vacios y cargados

Hora de Salida Trenes Vacíos					ESTACIONES	Hora de Salida Trenes Cargados				
9	7	5	3	1		2	4	6	8	10
19:12	14:24	09:36	04:48	00:00	**PTO. ORDAZ**	07:43	12:31	17:19	22:07	02:55
20:45	15:57	11:09	06:21	01:33	**MATANZAS**	06:37	11:25	16:13	21:01	01:49
21:10	16:22	11:34	06:46	01:58	**MARGARITA**	05:32	10:20	15:08	19:56	00:44
22:35	17:47	12:59	08:11	03:23	**LINDERO**	04:07	08:55	13:43	18:31	23:29
22:52	18:04	13:16	08:28	03:40	**TOCOMA**	03:20	08:08	12:56	17:44	22:32
23:42	18:54	14:06	09:18	04:30	**EL PILAR**	02:00	06:48	11:36	16:24	21:12
00:42	19:54	155:06	10:18	05:30	**EL CERRITO**	01:40	06:28	11:16	16:04	20:52
01:42	20:54	16:06	11:18	06:30	**CATIRITO**	00:00	04:48	09:36	14:24	19:12
03:12	22:24	17:36	12:48	08:00	**SAN ISIDRO**	22:30	03:18	08:06	12:54	17:42

Fuente: Elaboración del autor sustentado en plan anual operaciones ferroviarias reformulado 2012

El itinerario de viaje de línea principal está planeado para cumplirse en 16:21 horas para todo el año, este tiempo planeado se mantuvo del itinerario del Plan de Operaciones Ferroviarias del año 2010, es decir, no fue adaptado al itinerario de 2011.

5.2.3 Conformación sistema de potencia distribuida

1 locomotora LIDER **1 locomotora REMOTA**

Figura 12 Conformación de trenes sistema de potencia distribuida FMO
Fuente: Unidad de instrucción ferroviaria CVG Ferrominera Orinoco

La descripción del Sistema de Potencia Distribuida consistió en la recopilación de información relativa al sistema antes mencionado para su posterior análisis y comprensión, pudiendo dar una descripción completa y específica del método que hoy en día se aplica en la empresa.

Conformación potencia distribuida:

- Tripulación:
  - 2 técnicos operadores en la líder.
  - 1 técnico operador + 1 técnico conductor en la remota.

    Total: 4 tripulantes.
- Cantidad de vagones/tren:
  - 210 vagones cargado sin Caboose.
  - 50% de productividad

Antecedentes de la potencia distribuida

Desde los tiempos de la locomotora de vapor, era común el uso de locomotoras a la cabeza del tren, llamadas locomotoras guías y otras a medio tren, llamadas locomotoras ayudadoras.

Esta conformación se adoptó, debido a los inconvenientes generados cuando se acoplaban todas las locomotoras en la cabeza del tren (por

ejemplo para subir una pendiente), lo cual generaba esfuerzos de tensión por encima de los límites de resistencia de los acopladores y altas fuerzas laterales al paso del tren por curvas horizontales, provocando la rotura de los acopladores o la ocurrencia de descarrilamientos. La maniobra era efectuada con un operador ubicado en cada grupo de locomotoras.

Con la llegada de la locomotora diesel eléctrica, la maniobra anterior continuó empleándose, sin embargo, los errores de comunicación entre los operadores del tren, representaba un alto riesgo para la maniobra.

Todo esto, conllevó a la implementación de un sistema de radio control o control remoto que relevara el sistema de radio comunicación, permitiendo un modo de operación sincronizado y comandado desde la locomotora delantera, a fin de eliminar los riesgos por la pérdida de comunicación entre tripulaciones y haciendo más eficiente el uso de las mismas.

Este método de disposición de locomotoras y vagones fue llamado “Sistema De Potencia Distribuida”; tal como se conoce actualmente. El procedimiento evolucionó agregando además el modo de operación integrado.

5.2.4 Sistema de Potencia Distribuida Integrada (PDI)

Básicamente con la conformación del tren operado con potencia distribuida se coloca una locomotora llamada Locomotora Guía, seguida de una cantidad de vagones y por último otra locomotora (Locomotora remota) seguida de ¾ de la porción total de vagones que vaya a transportar el tren *(ver Figura 13).* Para el manejo del tren se necesitan 3 Operarios de Locomotora y 1 Conductor de Trenes.

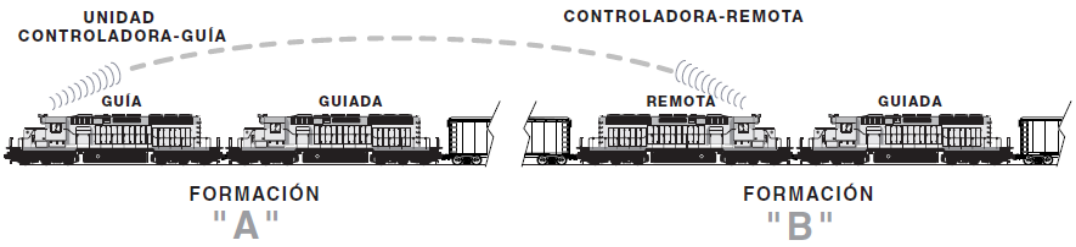


Figura 13 Configuración de trenes con Sistema de Potencia Distribuida
Fuente: Manual de Operación de locomotora. Potencia Distribuida Integrada

Una locomotora guía-controladora es la locomotora desde la cual el operador controla el tren entero. Una locomotora guiada se describe como cualquier locomotora que esté conectada en una formación de unidades múltiples a la locomotora guía.

Según el "Manual de Operación de la locomotora. Potencia Distribuida Integrada (2005, Pág. 10)" el operador "*podría controlar la formación guiada en dos modos, sea síncrono (donde las formaciones guiadas imitan la formación guía para las configuraciones de potencia o de frenado dinámico), o independent monitoring (supervisión independiente, donde la formación guiada es controlada de manera separada desde la formación guía para tener un mejor control sobre los perfiles variables de las vías)".*

Las Operaciones con Potencia Distribuida, está diseñado para proporcionar un control independiente y síncrono de entre una y seis formaciones de locomotoras ubicadas en puntos a lo largo del tren, usadas de forma adicional a la unidad guía. Esto le permite al operador que controle de manera eficaz las diferentes formaciones de locomotora a través de perfiles diferentes de las vías *(ver figura 14).*

El método proporciona el control de unidades remotas a través de señales de mando transmitidas por un enlace de radio, desde una posición en la unidad guía. El funcionamiento del sistema es tal que varios trenes equipados con Potencia Distribuida Integrada (IDP, en inglés), pueden funcionar con la misma frecuencia y dentro del alcance de radio entre ellos.

La comunicación entre las formaciones se hace por radio y línea de control de frenado, es decir, UHF (Ultra Alta Frecuencia) y FM (Frecuencia Modulada) o a través de la línea de tubo de freno que mantiene una presión de 80 Lb/Pulg^2.

- ✓ **Ventajas técnicas**

En el “Manual de Operación de la locomotora. (2005, Pág. 11)” se mencionan las siguientes ventajas técnicas para la conformación del tren con potencia distribuida:

- Se reduce el tiempo de carga inicial del sistema de frenado neumático del tren.

- Las aplicaciones y desactivaciones de frenado son más rápidas que para los trenes convencionales, lo que supone una distancia de parada más corta. (Hasta 30% más rápida). *(ver tabla 12)*

- La eficiencia energética y las capacidades de tonelaje total son mejoradas a través del control independiente y síncrono de la potencia del motor, en varios lugares.

- Se posibilita una mayor aceleración y deceleración del tren.

- La potencia distribuida proporciona un control mejorado del efecto del huelgo, lo que reduce los daños a los vagones, acoplamientos y carga.

- La potencia distribuida permite que los trenes largos logren y mantengan velocidades más rápidas, viajes.

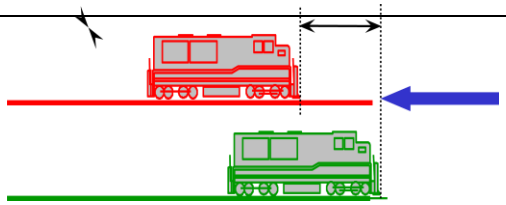
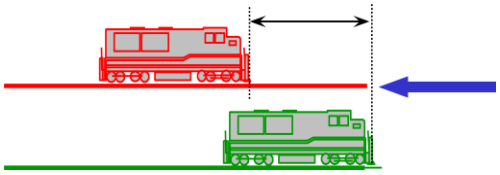
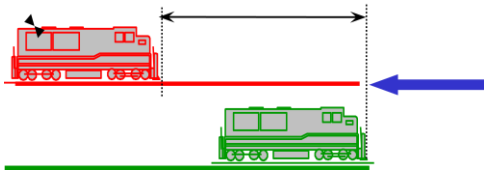
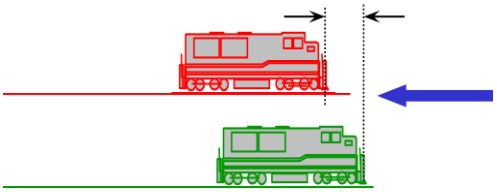
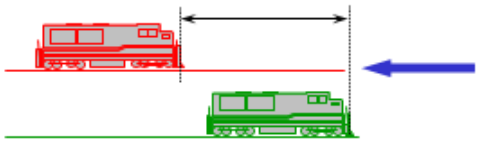
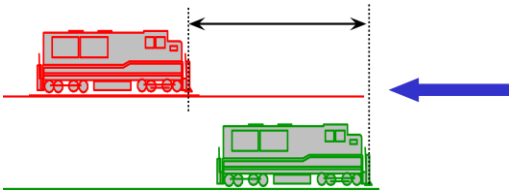
En cuanto a las ventajas económicas que el sistema de potencia distribuida puede aportar, va a depender de la evaluación de las necesidades reales que cada administración realice, así como también, de las estrategias que se tracen para la adecuación e implementación del sistema y por último, la selección del esquema de transporte apropiado.

- ✓ **Ventajas de condiciones y medio ambiente de trabajo**

El sistema de potencia distribuida ofrece condiciones favorables al trabajador que labora como conductor de trenes en el vagón de cola o Caboose, el cual es sustituido por una locomotora que cumple la función del mismo, pero con todo el confort que ofrece la adecuación tecnológica actual de una locomotora.

Anteriormente el conductor laboraba en condiciones inseguras, donde su integridad física y salud se veía afectada por las condiciones a las cuales se encontraba expuesto, todo el residuo de mineral que se espacia por el viento, lo fuertes impacto recibidos por el Caboose, el efecto acordeón que llegaba con mayor intensidad a la cola del tren, etc.

Tabla 12 Beneficios de desempeño convencional vs potencia distribuida

BENEFICIOS DE DESEMPEÑO	
	**Reducción del 22% en tiempo de parada.**
	**Reducción del 30% en distancia de parada.**
	**Reducción del 60% en tiempo de carga y holgar en el tubo del freno.**
	**Reducción del 12% experimentada en tiempos de ciclo en corridas de 48 horas.**
	**Reducción del 50% experimentada en rupturas de charnelas y daños al aparejo de tracción.**
	**Reducción del 5% en consumo de combustible.**

Fuente: Manual de potencia distribuida Electro-Motive

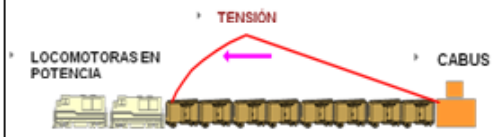
Es importante señalar que la implementación de este sistema viene a ser una de las repuestas de la Gerencia de Ferrocarril para mejorar la producción, aumentando el volumen de mineral transportado con menor número de trenes, reduciendo los costos de ciclo de los trenes, procurando un tráfico más seguro de los trenes en la línea principal, mejor compartimiento de los componentes de la vía férrea y la disminución de contaminantes al medio ambiente.

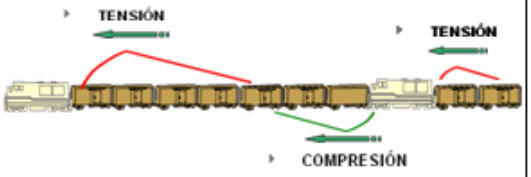
El mayor contraste que puede existir entre la potencia distribuida y la convencional es la forma en cómo se conforma cada tren, en donde se produce una distribución del esfuerzo tractivo a lo largo del tren según la conformación de las locomotoras, pero además existen diferencias de funcionamiento técnico, y en la carga de aire del tubo de freno.

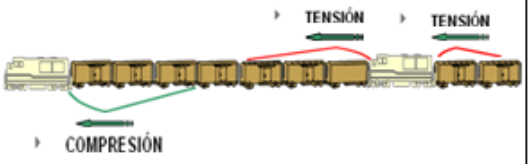
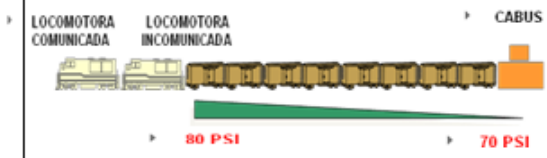
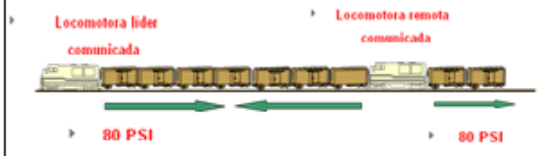
En cuanto a la carga del sistema de freno, en una disposición convencional con dos locomotoras al frente, ambas con un compresor particular de aire, uno de estos compresores se mantiene apagado lo que indica que el sistema recibe aire de un solo compresor, debido a que la otra locomotora se encuentra incomunicada, en cambio, en una alineación con sistema de potencia distribuida las locomotoras enlazadas envían el aire al sistema del tubo de freno desde ambos compresores que se mantienen en funcionamiento.

En la tabla que se despliega a continuación, se observan las diferencias de funcionamientos de trenes en ambos sistemas (convencional vs Potencia distribuida), la carga del sistema de aire de las locomotoras y como se le proporciona el aire al tubo de freno. De modo que el contraste que existe entre ambos sistemas sea más preciso a nivel técnico para esta investigación. *(ver tabla 13).*

Tabla 13 Funcionamiento de un tren convencional vs potencia distribuida

<table>
<tr><th colspan="2">¿Cómo funciona un tren?</th></tr>
<tr><td>CONVENCIONAL</td><td>POTENCIA DISTRIBUIDA</td></tr>
<tr><td> 

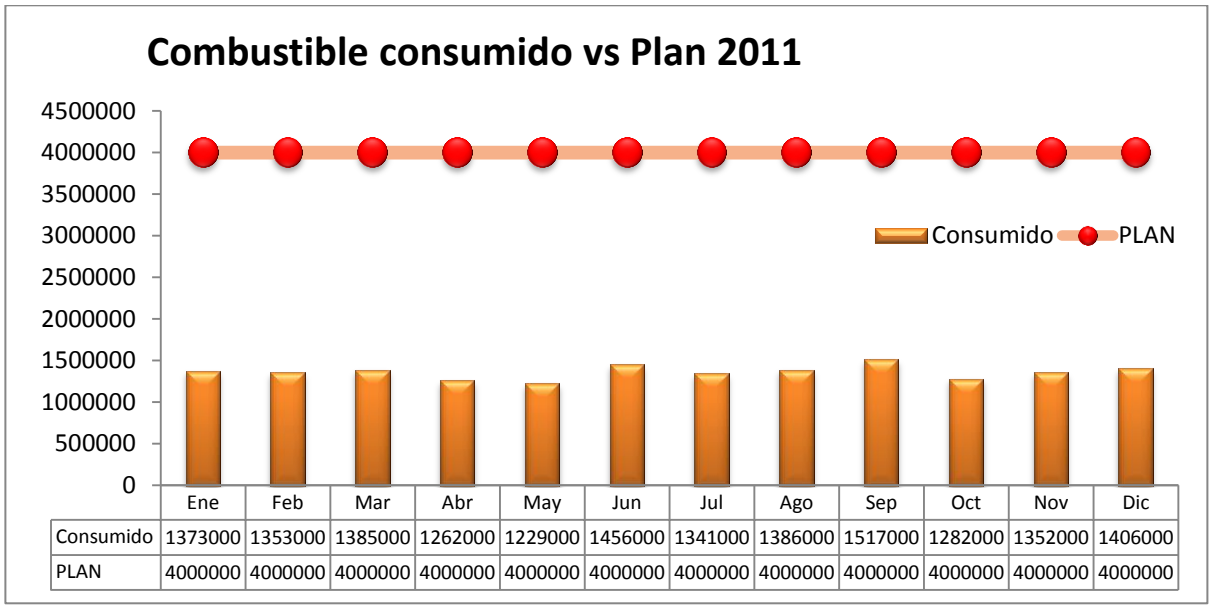
ESFUERZOS DE TENSIÓN SE ELEVAN AL MAXIMO DE LOS LIMITES DE RESISTENCIA DE LOS ACOPLADORES
ALTAS FUERZAS LATERALES AL PASO DEL TREN POR CURVAS HORIZONTALES, PROVOCANDO DESCARRILAMIENTOS POR EFECTO ACORDONAMIENTO
EFECTO LATIGAZO POR EL JUEGO LIBRE DEL TREN, PROVOCANDO ENFERMEDADES OCUPACIONALES AL CONDUCTOR</td><td>ARRANCANDO O SUBIENDO PENDIENTE POSITIVA
 

MOVIENDOSE POR LA VIA CON ONDULACIONES
 
</td></tr>
<tr><td>CARGA DEL SISTEMA DE AIRE SISTEMA CONVENCIONAL</td><td>CARGA DEL SISTEMA DE AIRE SISTEMA POTENCIA DISTRIBUIDA</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PRESIÓN DE AIRE EN DESCENSO PRODUCTO DE LA GRADIENTE EN EL TUBO DE FRENO.
UNA LOCOMOTORA PROPORCIONA AIRE AL TUBO DE FRENO , MIENTRAS LA OTRA SE MANTIENE CON EL SISTEMA DE FRENO INOPERANTE (incomunicado).</td><td>PRESIÓN DE AIRE SE MANTIENE UNIFORME A PESAR DE LA LONGITUD DEL TREN.
LAS DOS LOCOMOTORAS PROPORCIONAN AIRE AL SISTEMA DE MANERA SIMULTANEA, PRODUCTO DEL ENLACE DEL SISTEMA DE POTENCIA DISTRIBUIDA</td></tr>
</table>

Fuente: Unidad de Instrucción ferroviaria

5.3 Estadísticas de consumo de combustible, sistema de choque, tracción y sistema de frenos con el sistema de potencia distribuida (2012) vs la conformación de trenes convencionales (2011)

5.3.1 Estadísticas de consumo de combustible Conformación de Trenes Convencionales Año 2011



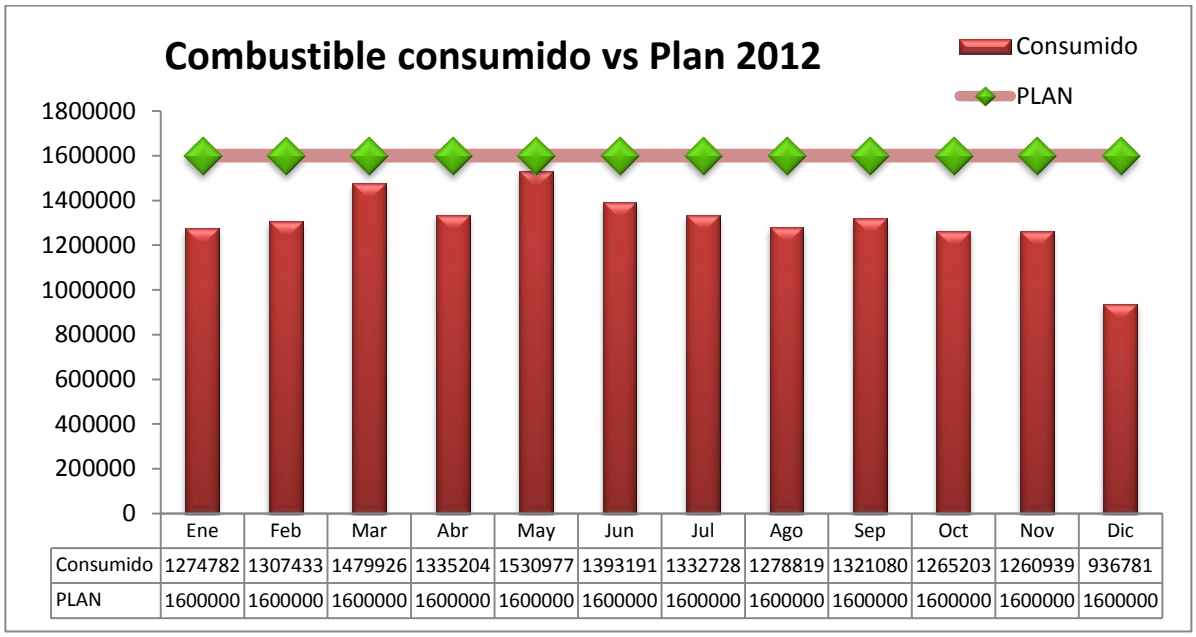
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumido	1373000	1353000	1385000	1262000	1229000	1456000	1341000	1386000	1517000	1282000	1352000	1406000
PLAN	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000	4000000

Gráfico 1 Consumo de combustible vs. Plan 2011
Fuente: Elaboración del autor sustentado en el Informe de gestión anual de la Gerencia de Ferrocarril 2011

En el grafico anterior *(ver gráfico 1)* se presentan las estadísticas de consumo de combustible en el año 2011 en contraste con el plan establecido para ese mismo año, la diferencia entre lo planeado y lo consumido es bastante grande con un acumulado de 16.415.000 de toneladas/año ante un plan de 48.000.000 de toneladas/año.

El consumo promedio del año fue de 1.368.000 litros de diesel por mes.

5.3.2 Estadísticas de consumo de combustible Sistema de Potencia Distribuida año 2012



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumido	1274782	1307433	1479926	1335204	1530977	1393191	1332728	1278819	1321080	1265203	1260939	936781
PLAN	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000	1600000

Gráfico 2 Consumo de combustible vs. Plan 2012
Fuente: Elaboración del autor sustentado en el Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril Abril 2012

En el grafico 2 *(ver gráfico 2)* se puede visualizar el consumo de combustible del año 2012 en comparación al plan anual estipulado para ese mismo año, el plan de consumo fue reformulado a 1.600.000 litros, hubo una disminución del consumo considerable en el mes de diciembre por efecto de locomotoras fuera de funcionamiento (falta de repuestos).

El consumo promedio del año fue de 1.310.000 litros de diesel por mes.

A continuación, la tabla de consumo de combustible mensual para los años 2011 – 2012 *(ver tabla 14)* y el acumulado para cada año respectivamente.

Tabla 14. Consumo de combustible 2011-2012

Mes	2011 (Lt)	2012 (Lt)
Enero	1.373.000	1.274.782
Febrero	1.356.000	1.307.433
Marzo	1.385.000	1.479.926
Abril	1.262.000	1.335.204
Mayo	1.299.000	1.530.977
Junio	1.456.000	1.393.191
Julio	1.341.000	1.332.728
Agosto	1.386.000	1.278.819
Septiembre	1.517.000	1.321.080
Octubre	1.282.000	1.265.203
Noviembre	1.352.000	1.260.939
Diciembre	1.406.000	936.781
Acumulado	**16.415.000**	**15.717.063**

Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2011 - 2012

El consumo de combustible acumulado para el año 2011 fue de 16.415.000 litros de diesel, mientras que para el año 2012 el consumo acumulado fue de 15.717.063 litros de diesel.

5.3.3 Estadísticas de consumo de elementos del sistema de choque y tracción

(Rotor de acople, Dispositivo de choque y tracción (Goma), Charnela del acoplador, Sello de rodamientos y Empacadura de los Coupling).

Tabla 15 Consumos y Costos Choque y Tracción

DESCRIPCION	CONSUMO 2011	COSTOS	CONSUMO 2012	COSTOS
ROTOR DE ACOPLE STD	0	0,00	0	0,00
DISPOSITIVO DE CHOQUE Y TRACCION	225	1.796.647,50	0	0,00
CHARNELA DEL ACOPLADOR	248	254.869,60	200	205.540,00
SELLO DE RODAMIENTOS 6 1/2	1.320	24.169,20	1.300	23.803,00
EMPACADURA DE LOS COUPLING	1.500	2.970,00	9.400	18.612,00
TOTAL	3.293	2.078.656,30	10.900	247.955,00

Fuente: Departamento de Planificación y Control Operaciones Ferroviarias

En la tabla anterior *(ver tabla 15)* se observa el desglose de los consumos y costos de los elementos del sistema de choque y tracción para los años 2011 con el sistema convencional y el 2012 con la implementación del sistema de potencia distribuida.

A continuación el gráfico *(ver gráfico 3)* representativo del consumo de dichos elementos para los años 2011 y 2012 respectivamente.

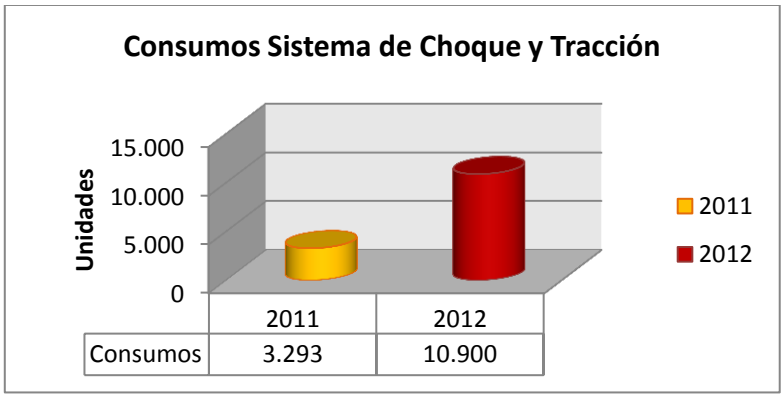


Gráfico 3 Consumo de elementos del sistema de choque y tracción
Fuente: Registros de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de equipos ferroviarios

5.3.4 Estadísticas de consumo de elementos del Sistema de Freno

(Zapata de freno, Ruedas, Manguera de aire freno directo, Manguera de aire freno automático, Ajustador de freno y Cuña de zapatas).

Tabla 16 Consumos y Costos Sistema de Freno

DESCRIPCION	CONSUMO 2011	COSTOS	CONSUMO 2012	COSTOS
ZAPATA DE FRENO	17.559	2.412.079,83	9.288	1.275.892,56
RUEDAS 36"	136	725.152,00	280	1.492.960,00
MANGUERA AIRE F. DIRECTO	107	27.792,18	793	205.973,82
MANGUERA AIRE F. AUTOMATICO	300	77.922,00	180	46.753,20
AJUSTADOR DE FRENO	0	0,00	40	52.957,20
CUÑA DE ZAPATAS	800	135.368,00	400	67.684,00
TOTAL	18.902	3.378.314,01	10.981	3.142.220,78

Fuente: Departamento de planificación y control operaciones ferroviarias

En la tabla anterior *(ver tabla 16)* se observa el desglose de los consumos y costos de los elementos del sistema de freno para los años 2011 con el sistema convencional y el 2012 con la implementación del sistema de potencia distribuida.

A continuación el gráfico *(ver gráfico 4)* representativo del consumo de dichos elementos para los años 2011 y 2012 respectivamente.

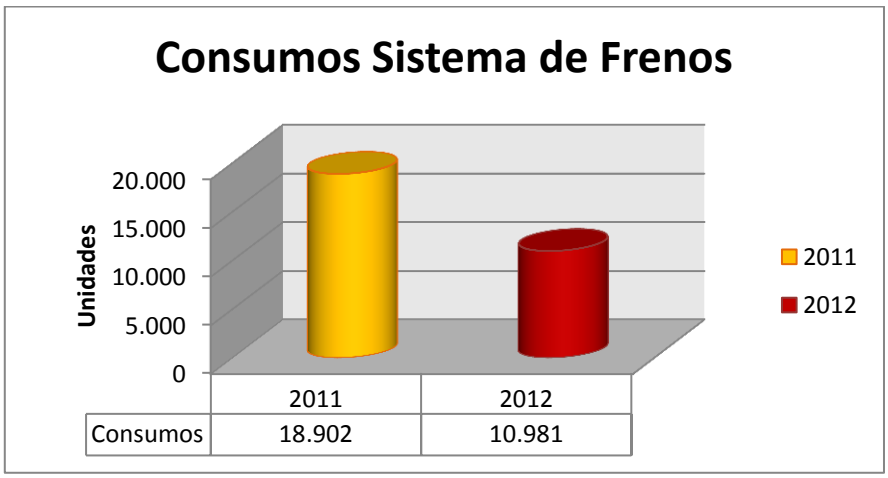


Gráfico 4 Consumo de elementos del sistema de frenos
Fuente: Registros de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de equipos ferroviarios

5.4 Estadísticas de tiempo de ciclo y toneladas transportadas, vagones transportados por tren, disponibilidad de vía férrea, accidentes con daños a la propiedad con el sistema de potencia distribuida (2012) vs conformación de trenes convencionales (2011)

5.4.1 Tiempos de ciclo conformación de trenes convencionales

El promedio de viaje mensual para el año 2011 fue de 17 horas con 15 minutos Frente a un plan de 16 horas con 21 minutos en promedio mensual, cabe a destacar que para el mes de abril el promedio de viaje fue de 14 horas con 36 min siendo el tiempo más corto logrado en todo el 2011 y en el mes de octubre un promedio de 19 horas con 27 minutos siendo el tiempo de viaje más largo. El tiempo de ciclo del año estuvo por encima del plan en un 5% *(ver gráfico 5).*

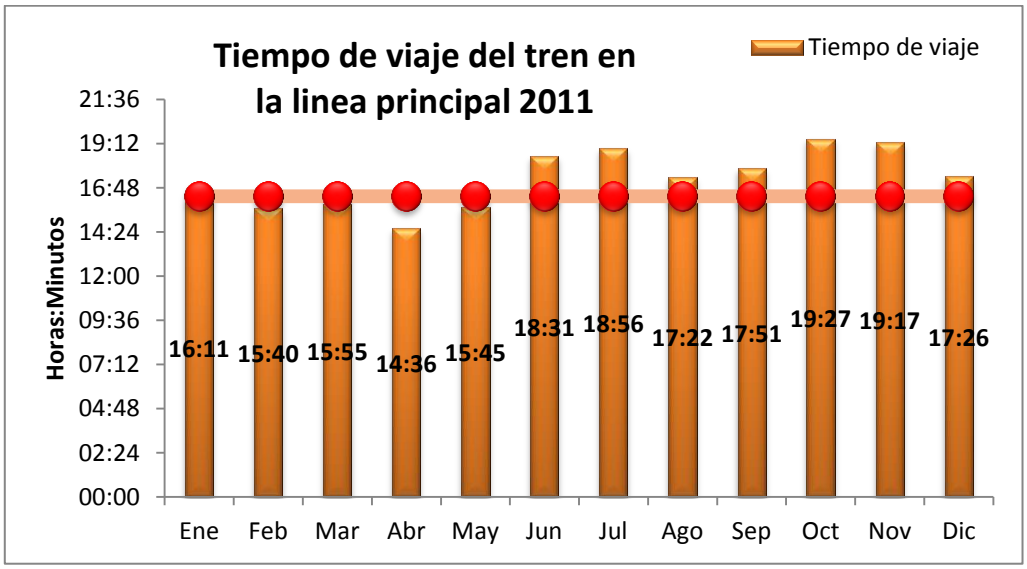


Gráfico 5 Tiempo de viaje del tren en línea principal 201
Fuente: Informe de gestión anual de la Gerencia de Ferrocarril 2011

5.4.2 Tiempos de ciclo conformación sistema de potencia distribuida

El promedio de viaje mensual para el año 2012 fue de 18 horas con 53 minutos frente a un plan de 13 horas con 56 minutos en promedio mensual, cabe a destacar que para el mes de octubre el promedio de viaje fue de 18 horas con 17 min siendo el tiempo más corto logrado en todo el 2012 y en el mes de septiembre un promedio de 20 horas con 02 minutos siendo el tiempo de viaje más largo. El tiempo de ciclo del año estuvo por encima del plan en un 35,5% *(ver gráfico 6).*

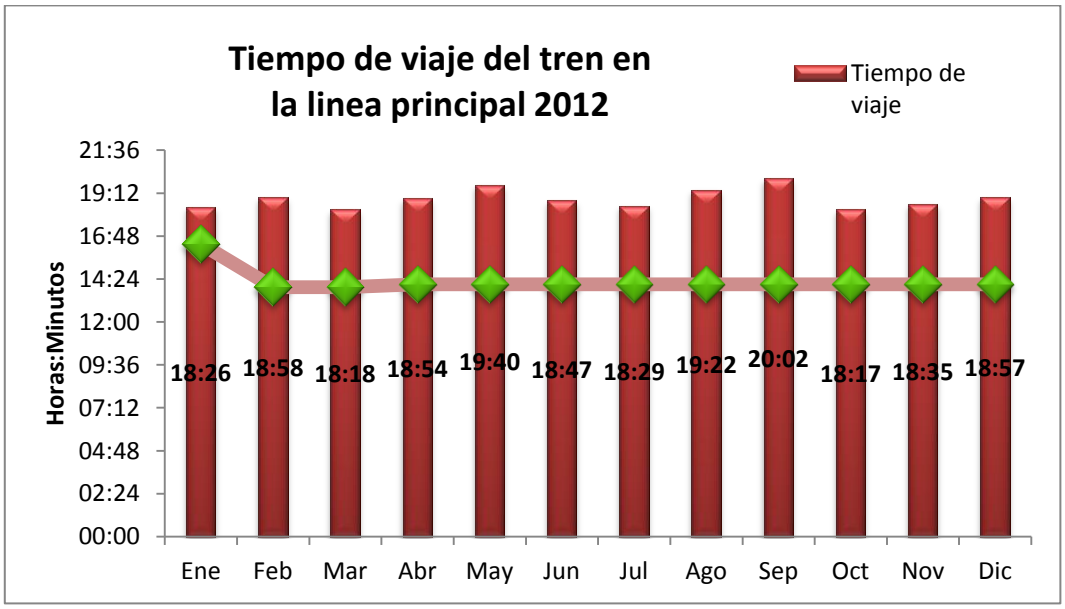
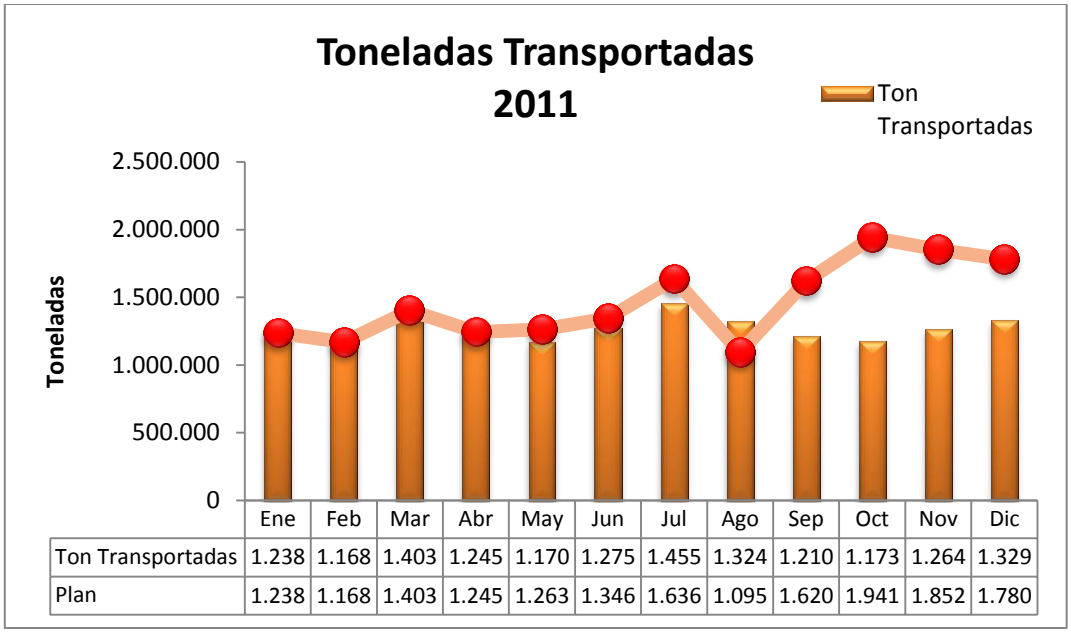


Gráfico 6 Tiempo de viaje del tren en línea principal 2012
Fuente: Informe de gestión anual de la Gerencia de Ferrocarril 2012

El plan de tiempo de viaje se inició en enero con un promedio de 16 horas con 21 min y se estabilizo en 13 horas con 56 min a partir del mes de febrero hasta diciembre de 2011.

5.4.3 Toneladas transportadas con la conformación de trenes convencionales

A continuación, las toneladas transportadas mensualmente a lo largo del año 2011 en comparación al plan anual del mismo año. *(ver gráfico 7)*



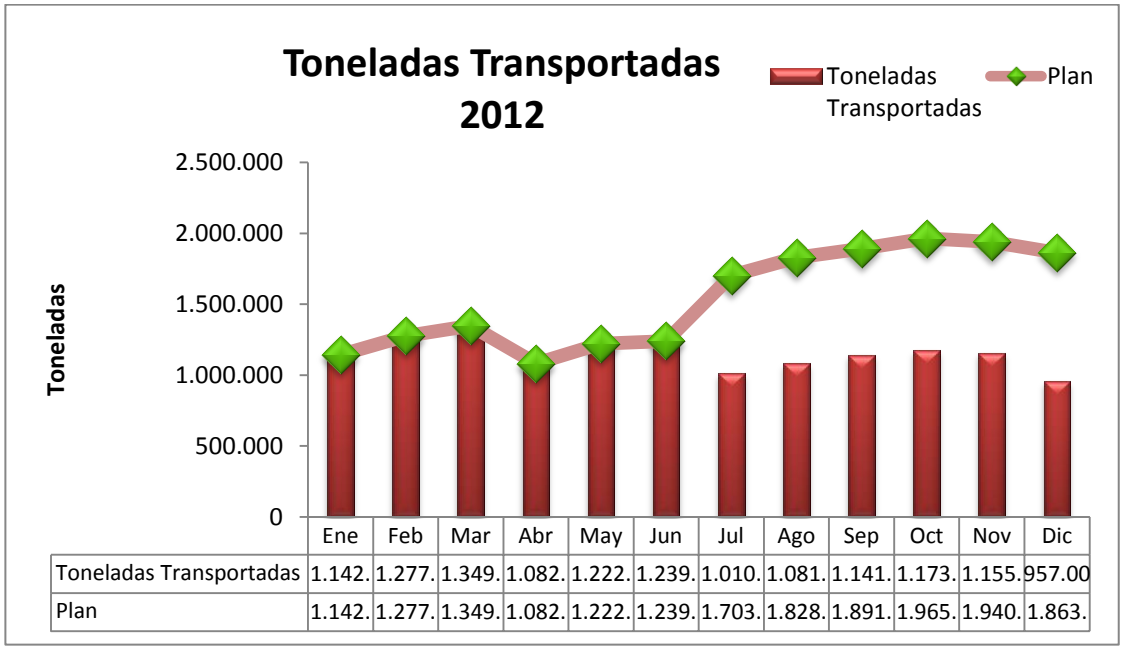
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Ton Transportadas	1.238	1.168	1.403	1.245	1.170	1.275	1.455	1.324	1.210	1.173	1.264	1.329
Plan	1.238	1.168	1.403	1.245	1.263	1.346	1.636	1.095	1.620	1.941	1.852	1.780

Gráfico 7 Toneladas transportadas 2011
Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril Abril 2012

Las toneladas transportadas de Ciudad Piar a Puerto Ordaz para el año 2011 fueron de 15.254.000 toneladas de mineral TEU con un promedio mensual de 1.271.167 toneladas. Se puede observar en el gráfico *(ver gráfico 7)* que la menor cantidad me mineral transportada se dio en el mes de febrero con 1.168.000 toneladas, mientras que para el mes de julio se produjo el transporte de mineral más alto en todo el año con 1.455.000 toneladas.

5.4.4 Toneladas transportadas conformación sistema de potencia distribuida

A continuación, toneladas transportadas mensuales para el año 2012 en comparación al plan del mismo año. *(ver gráfico 8)*



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Toneladas Transportadas	1.142.	1.277.	1.349.	1.082.	1.222.	1.239.	1.010.	1.081.	1.141.	1.173.	1.155.	957.00
Plan	1.142.	1.277.	1.349.	1.082.	1.222.	1.239.	1.703.	1.828.	1.891.	1.965.	1.940.	1.863.

Gráfico 8 Toneladas transportadas 2012
Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril Abril 2012

Las toneladas transportadas de Ciudad Piar a Puerto Ordaz para el año 2012 fueron de 13.828.000 toneladas de mineral TEU con un promedio mensual de 1.152.333 toneladas. Se puede observar en el gráfico *(ver gráfico 8)* que la menor cantidad me mineral transportada se dio en el mes de julio con 1.010.000 toneladas, mientras que para el mes de julio se produjo el transporte de mineral más alto en todo el año con 1.349.000 toneladas.

A continuación se despliega la tabla de toneladas transportadas mensuales en los año 2011 y 2012 *(ver gráfico 15)* y los acumulados de los años respectivamente.

Tabla 17 Toneladas transportadas 2011-2012

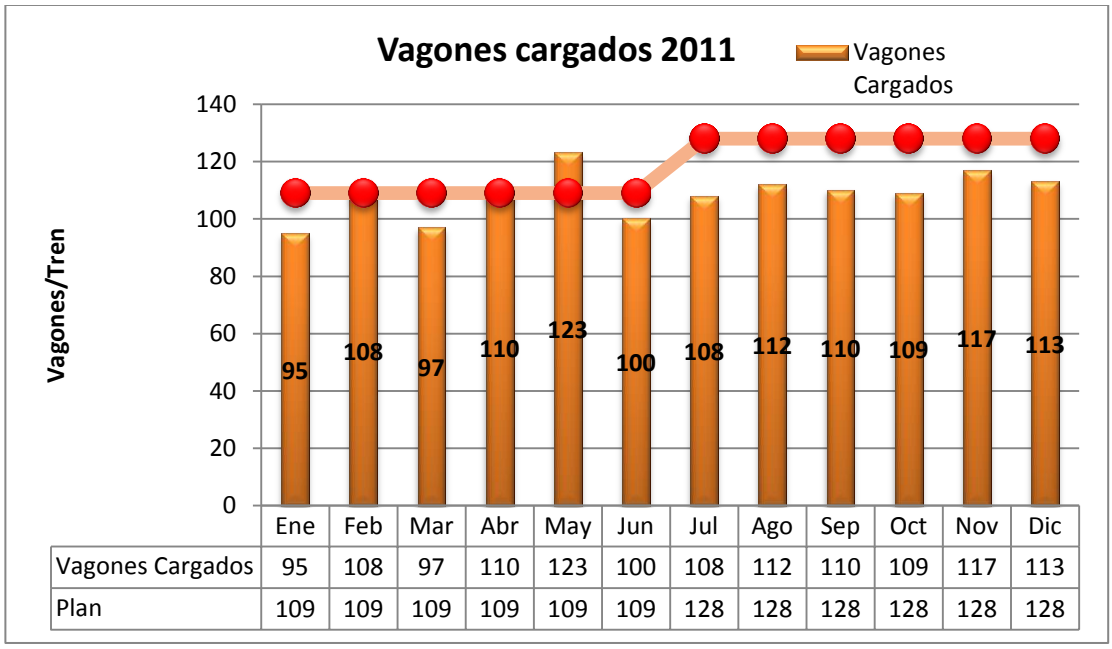
Mes	2011 (ton)	2012 (ton)
Enero	1.238.000	1.142.000
Febrero	1.168.000	1.277.000
Marzo	1.403.000	1.349.000
Abril	1.245.000	1.082.000
Mayo	1.170.000	1.222.000
Junio	1.275.000	1.239.000
Julio	1.455.000	1.010.000
Agosto	1.329.000	1.081.000
Septiembre	1.210.000	1.141.000
Octubre	1.173.000	1.173.000
Noviembre	1.264.000	1.155.000
Diciembre	1.329.000	957.000
Acumulado	**15.260.000**	**13.828.000**

Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2011 - 2012

Las toneladas acumuladas de mineral transportado para el año 2011 fueron de 15.260.000, mientras que para el año 2012 fueron de 13.828.000 toneladas.

5.4.5 Vagones transportados por tren cargado conformación de trenes convencionales

A continuación se presenta el gráfico donde se especifican la cantidad de vagones transportados por tren cargado para el año 2011*(ver gráfico 9).*



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Vagones Cargados	95	108	97	110	123	100	108	112	110	109	117	113
Plan	109	109	109	109	109	109	128	128	128	128	128	128

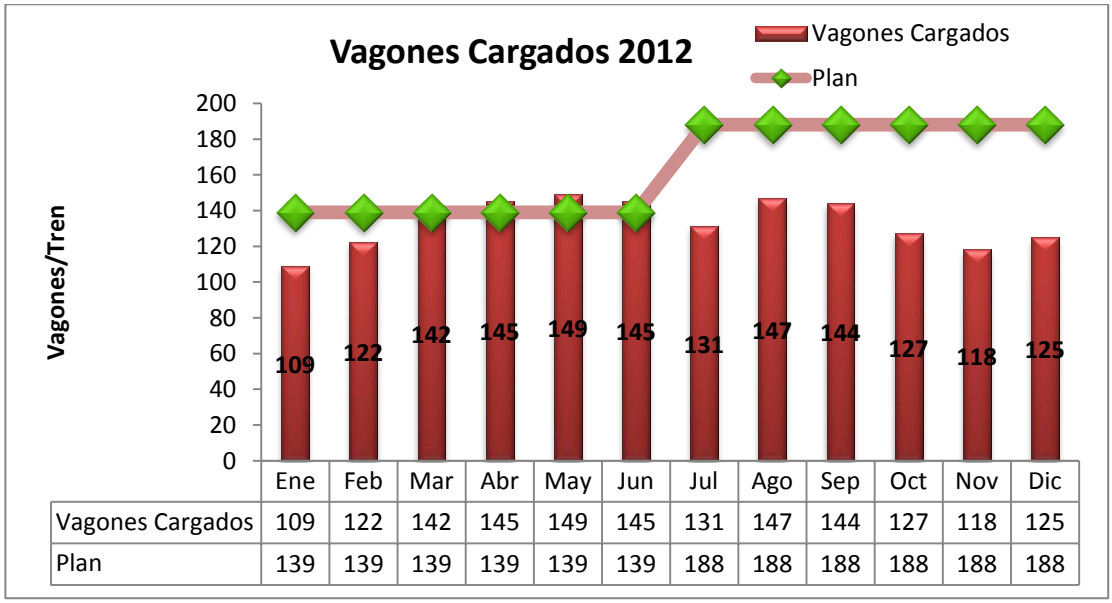
Gráfico 9 Vagones cargados por tren 2011
Fuente: el Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2011

El promedio mensual de vagones transportados por tren cargado para el año 2011 fue de 109, se puede notar que el mes donde se presencia la menos cantidad de vagones transportados en el mismo año es en el mes de enero con un promedio de 95 vagones transportados, mientras que para el mes de mayo se observa la mayor cantidad de vagones transportados por tren cargado con un promedio de 123 vagones.

Nota: el promedio real estuvo ajustado con el plan del primer semestre del año.

5.4.6 Vagones transportados por tren cargado conformación sistema de potencia distribuida

A continuación, vagones transportados por tren cargado para el año 2012, con la implementación del Sistema de Potencia Distribuida *(ver gráfico 10).*



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Vagones Cargados	109	122	142	145	149	145	131	147	144	127	118	125
Plan	139	139	139	139	139	139	188	188	188	188	188	188

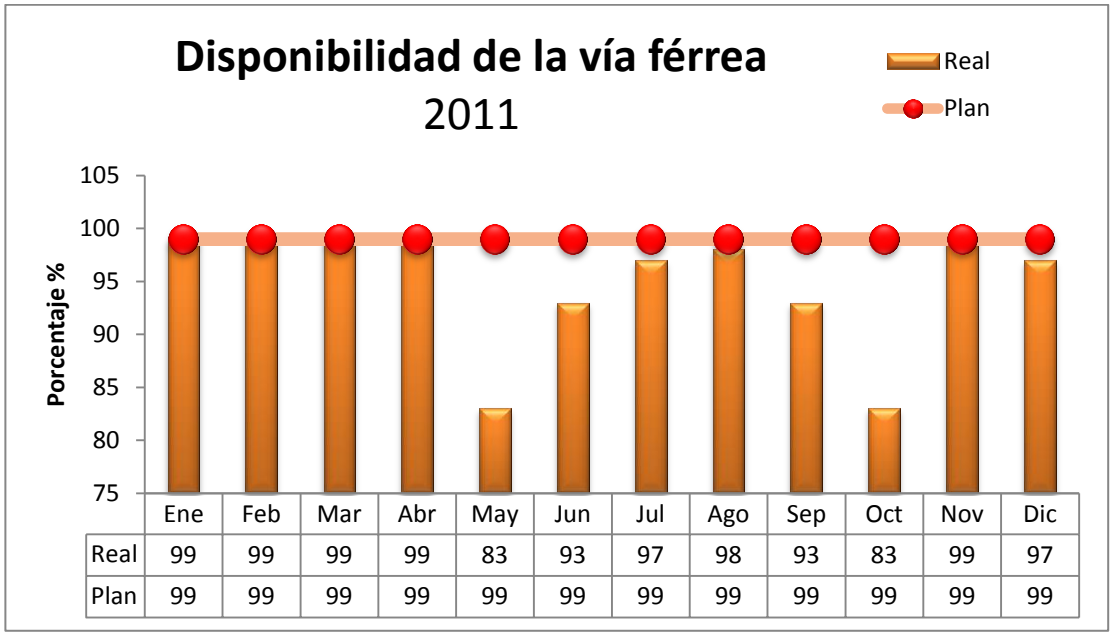
Gráfico 10 Vagones cargados por tren 2012
Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2012

La media de vagones transportados por tren cargado para el año 2012 fue de 134 vagones, se puede apreciar que en el mes donde hubo la menor cantidad de transporte de vagones fue en el mes de enero con un promedio de 109 vagones, mientras que se percibe que en el mes de mayo con 149 vagones de promedio fue el mes con mayor cantidad de vagones transportados.

Nota: el plan supero las expectativas de vagones cargado transportados al mes, es necesario ajustarlo a las circunstancias reales.

5.4.7 Disponibilidad operativa de la vía férrea año 2011

A continuación, la disponibilidad operativa de la vía férrea para el año 2011 *(ver gráfico 11).*

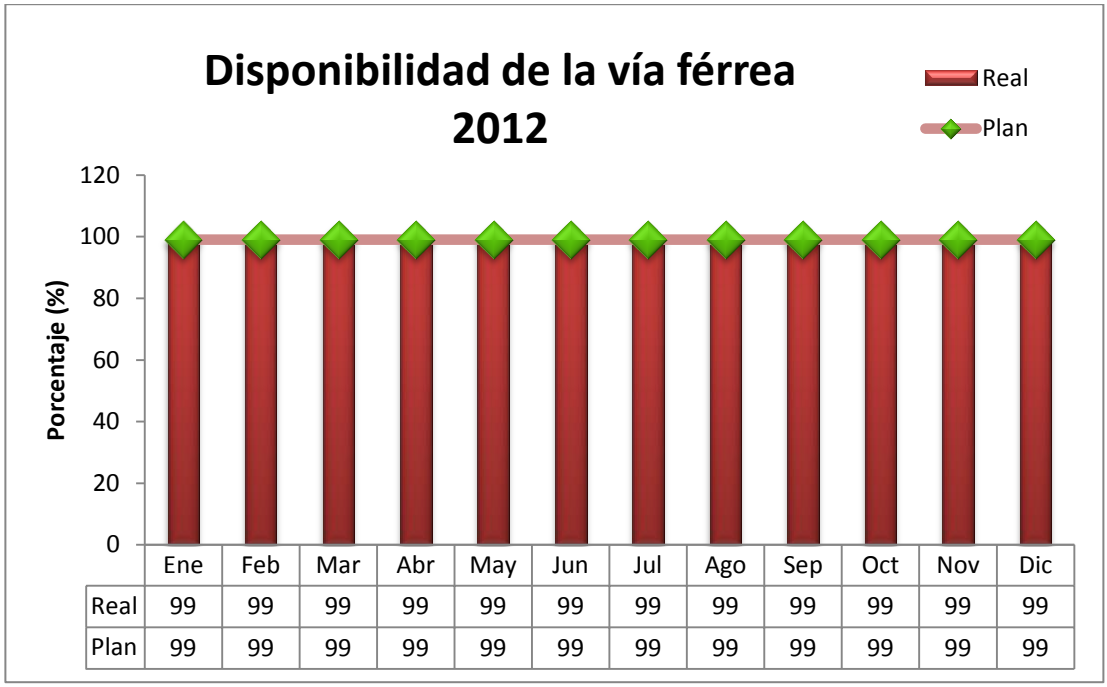


	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Real	99	99	99	99	83	93	97	98	93	83	99	97
Plan	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

Gráfico 11 Disponibilidad operativa de la vía férrea 2011
Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2011

La disponibilidad operativa de línea férrea principal Ciudad Piar – Puerto Ordaz para el año 2011 fue en promedio del 94%, es decir, 6% por debajo del plan anual.

5.4.8 Disponibilidad operativa de la vía férrea año 2012



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Real	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Plan	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99

Gráfico 12 Disponibilidad operativa de la vía férrea 2012
Fuente: Informe de gestión mensual de la Gerencia de Ferrocarril 2012

La disponibilidad operativa de la vía férrea principal Ciudad Piar – Puerto Ordaz para el año 2012 fue de un 99%, cumpliendo con el plan anual.

5.5 Cálculo y análisis de indicadores de productividad en las operaciones ferroviarias, sistema de potencia distribuida vs conformación de trenes convencionales (2011 vs 2012)

$$Productividad = \frac{Productos}{Insumos} = \frac{Efectividad}{Eficiencia}$$

- ✓ Medidas parciales de productividad:

Horngren, Datar y Foster (2007) establecen que la productividad parcial "*compara la cantidad de producción elaborada con la cantidad de un insumo individual usado*". En su forma más común la productividad parcial se expresa como una razón:

$$Productividad\ parcial = \frac{Cantidad\ de\ producción\ elaborada}{Cantidad\ de\ insumos\ usados}$$

- ✓ Variación de productividad ($\Delta\tau$): Se utiliza para medir el comportamiento de la productividad, comparándola con valores predeterminados o con la productividad de años anteriores.

$$\Delta\tau = \left[\left(\frac{Productividad\ Observada}{Estándar\ de\ Productividad}\right) - 1\right] \times 100$$

- ✓ Estándar de Productividad (τ): Es una cantidad prestablecida o predeterminada que nos sirve de referencia.

$$\tau = \frac{Toneladas\ transportadas * Precio\ estandar}{Consumo\ de\ combustible * Costo\ estandar}$$

✓ **Productividad observada mensual 2011**

Se despliega la tabla de productividad observa en los meses del año 2011 en las operaciones ferroviarias, calculado a través de las toneladas de mineral de hierro transportadas y el combustible consumido para el mismo año, se establece un precio y costo estándar con valor a uno (1) reflejando lo siguiente: *(ver tabla 18).*

Tabla 18 Productividad observada mensual 2011

Meses	Toneladas Transportadas 2011	Combustible Consumido 2011	Precio Estándar	Costo Estándar	Productividad Observada 2011
Enero	1238000	1373020	1	1	0,901662
Febrero	1168000	1356613	1	1	0,8609677
Marzo	1403000	1385704	1	1	1,0124817
Abril	1245000	1262891	1	1	0,9858332
Mayo	1263000	1229783	1	1	1,0270104
Junio	1346000	1456837	1	1	0,9239194
Julio	1636000	1341838	1	1	1,2192231
Agosto	1095000	1386368	1	1	0,789833
Septiembre	1620000	1517522	1	1	1,0675298
Octubre	1941000	1282548	1	1	1,5133936
Noviembre	1852000	1352700	1	1	1,3691136
Diciembre	1780000	1406064	1	1	1,265945

Fuente: Informe de gestión mensual 2011

De la tabla anterior *(ver tabla 18)* se obtuvo el estándar de productividad para el año 2011, a continuación:

Estándar de Productividad 2011:

$$\tau_{Estándar} = \frac{0{,}9016 + 0{,}8609 + 1{,}0124 + 0{,}9858 + 1{,}0270 + 0{,}9239 + 1{,}2192 + 0{,}7898 + 1{,}0675 + 1{,}5133 + 1{,}3691 + 1{,}2659}{12} = \mathbf{1{,}0780}$$

✓ **Productividad observada mensual 2012**

Seguido, se desarrolla la tabla de productividad observada mensualmente en el año 2012 de las operaciones ferroviarias, calculado a través de las toneladas de mineral de hierro transportadas y el combustible consumido para el mismo año, se establece un precio y costo estándar con valor a uno (1) reflejando lo siguiente: *(ver tabla 19).*

Tabla 19 Productividad observada 2012

Meses	Toneladas Transportadas 2012	Combustible Consumido 2012	Precio Estándar	Costo Estándar	Productividad Observada 2012
Enero	1142000	1274782	1	1	0,895839
Febrero	1277000	1307433	1	1	0,976723
Marzo	1349000	1479926	1	1	0,911532
Abril	1082000	1335204	1	1	0,810363
Mayo	1222000	1530977	1	1	0,798183
Junio	1239000	1393191	1	1	0,88932
Julio	1010000	1332728	1	1	0,757844
Agosto	1081000	1278819	1	1	0,845311
Septiembre	1141000	1321080	1	1	0,863687
Octubre	1173000	1265203	1	1	0,927123
Noviembre	1155000	1260939	1	1	0,915984
Diciembre	957000	936781	1	1	1,021583

Fuente: Informe de gestión mensual 2012

A continuación, el estándar de productividad para el año 2012:

Estándar de productividad 2012:

$$\tau_{Estándar} = \frac{0{,}8958 + 0{,}9767 + 0{,}9115 + 0{,}8103 + 0{,}7981 + 0{,}8893 + 0{,}7578 + 0{,}8453 + 0{,}8636 + 0{,}9271 + 0{,}9159 + 1{,}0215}{12} = \mathbf{0,8844}$$

- ✓ **Desviación o variación de la productividad 2011- 2012**

A continuación, la variación de la productividad mensual y acumulada para los años 2011 y 2012 *(ver tabla 20).*

Tabla 20 Variación de la productividad 2011-2012

Meses	Productividad 2011	Productividad 2012	Desviación
Enero	0,90166203	0,89583945	**-1%**
Febrero	0,860967719	0,97672309	**13%**
Marzo	1,012481742	0,91153206	**-10%**
Abril	0,985833298	0,81036306	**-18%**
Mayo	1,027010456	0,79818312	**-22%**
Junio	0,923919423	0,8893253	**-4%**
Julio	1,219223185	0,75784406	**-38%**
Agosto	0,78983358	0,84531118	**7%**
Septiembre	1,067529828	0,86368729	**-19%**
Octubre	1,513393651	0,92712395	**-39%**
Noviembre	1,369113625	0,91598404	**-33%**
Diciembre	1,26594522	1,02158349	**-19%**
Promedio	**1,078076146**	**0,88445834**	**-15%**

Fuente: Tablas 18 y 19

En la tabla anterior (tabla 20) se observan las variaciones de productividad a los largo de todos los meses de los años 2011 y 2012, para luego apreciar el acumulado y establecer la desviación en la productividad del año 2012 con el sistema de potencia distribuida con respecto al 2011 a cargo del sistema convencional.

Es evidente que se refleja una caída del 15% en la productividad del año 2012 en referencia al 2011, sin embargo es importante aclarar que ello no implica que la gestión del sistema de potencia distribuida no haya sido productiva, hay que tomar en cuenta que el estudio se realiza a un sistema completamente nuevo en las operaciones ferroviarias y que se encuentra en

la primera etapa o fase introductoria de la curva de aprendizaje de un sistema dentro de la empresa CVG Ferrominera Orinoco, además de la ausencia de ciertos escenarios y factores como la adecuación de las vías, patios y talleres de mantenimiento entre otros, indispensables para el óptimo funcionamiento del sistema.

CAPITULOS VI

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias a la fecha, producto de la implantación de este novedoso sistema (Potencia Distribuida Integrada) son los siguientes:

- ✓ Más de 230 técnicos de operaciones ferroviarias, tanto en Ciudad Piar como en Puerto Ordaz, entrenados en operación de trenes con potencia distribuida por instructores internos.
- ✓ 100% del itinerario de trenes (8 trenes diarios de 8) se están manejando bajo la modalidad de potencia distribuida.
- ✓ Formaciones en prueba de trenes máximas de hasta 264 vagones vacíos/tren (156% más) y hasta 234 vagones cargados/tren (140 % más)
- ✓ En los trenes de prueba con potencia distribuida, ya se han obtenido tiempos de viajes menores que con trenes convencionales.
- ✓ Se realizó el manual de enlace y desenlace de las locomotoras con experiencia propia.
- ✓ Se actualizo el reglamento de Operaciones Ferroviarias acoplándolo al funcionamiento y operación de trenes con el sistema de potencia distribuida.
- ✓ Se confeccionó el manual para manejo del tren en vía principal.

6. 1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Para efectos de la evaluación de la gestión del Sistema de Potencia Distribuida Integrada se establecerá como referencia el año 2012, puesto que este ha sido el primer año de gestión del sistema, mientras que para el sistema convencional tomaremos como referencia el año 2011 el cual fue el último año de funcionamiento del mismo dentro de las operaciones ferroviarias.

6.1.1 Consumo de Combustible 2011- 2012

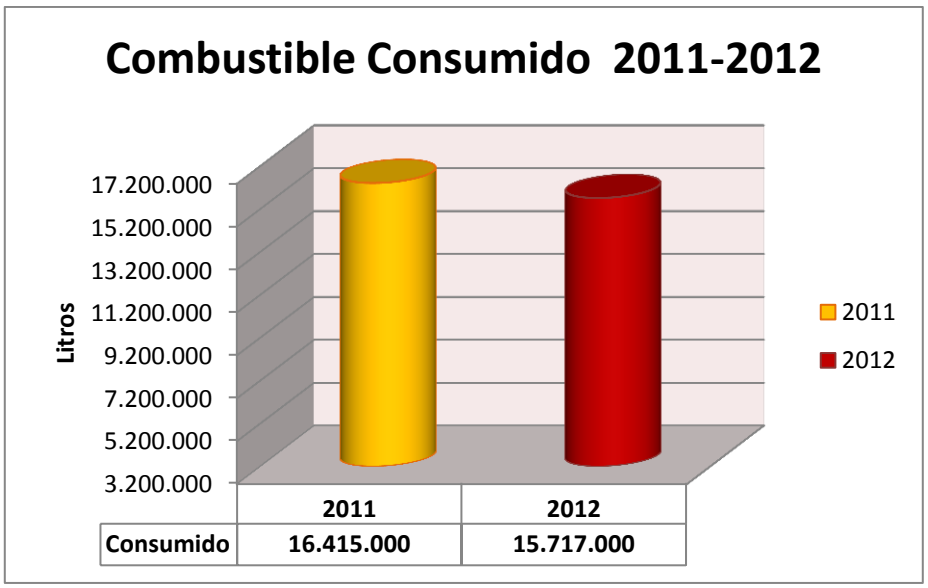


Gráfico 13 Consumo de combustible anual 2011 – 2012
Fuente: Informe de gestión anual 2011 y 2012 de la Gerencia de Ferrocarril

En el año 2012 hubo un consumo de 15.717.000 de litros de diesel mientras que en el año 2011 el consumo fue de 16.415.000 litros, *(ver gráfico 13)* se evidencia una disminución de consumo de combustible de 4,3% en el 2012 con respecto al año 2011, cabe a destacar que para el año 2011 el plan

de consumo era de 4.000.000 de litros al mes, dicho plan fue reformulado para el 2012 estableciendo un plan de 1.600.000 de litros mensual.

6.1.2 Tiempos de Ciclo 2011 – 2012

El promedio de viaje para el año 2012 fue de 18 horas con 53 minutos, presentando un incremento del 9,5% en el tiempo de ciclo (Ciudad Piar – Puerto Ordaz) respecto al año 2011, cuyo promedio fue de 17 horas con 15 minutos *(ver gráfico 14).*

Es importante resaltar que el plan de tiempo de viaje establecido fue reformulado en 2012 a 14 horas con 15 minutos, mientras que para el año 2011 era de 16 horas con 21 minutos.

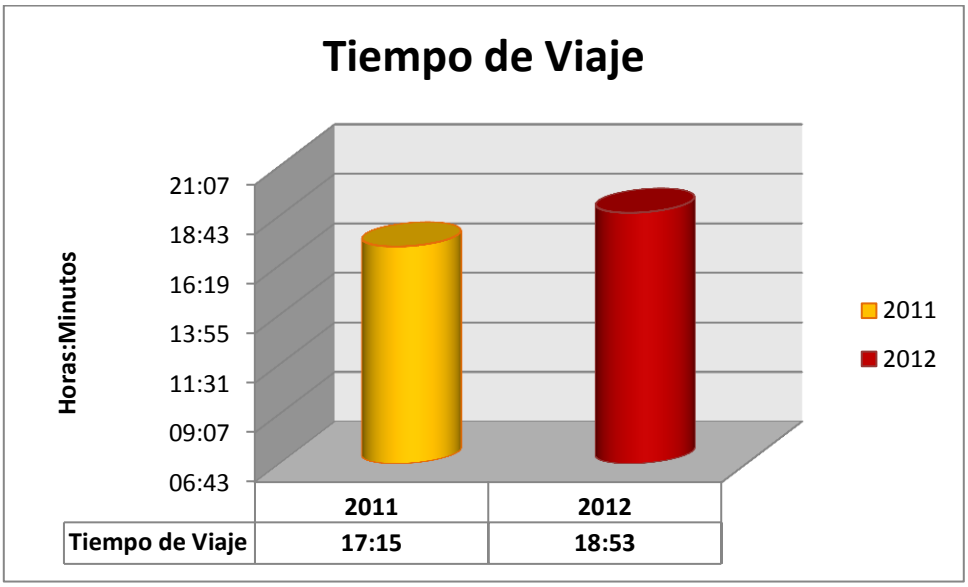


Gráfico 14 Tiempos de ciclo promedio 2011 – 2012
Fuente: Informe de gestión anual 2011 y 2012 de la Gerencia de Ferrocarril

El tiempo de viaje se puede ver afectado por los retrasos dados por fallas en locomotoras, alterando las horas de salidas del tren.

6.1.3 Toneladas de Mineral Transportado 2011 – 2012

A continuación se presenta el gráfico *(ver gráfico 15)* con las toneladas de mineral transportadas por la vía férrea de la línea principal de CVG Ferrominera Orinoco.

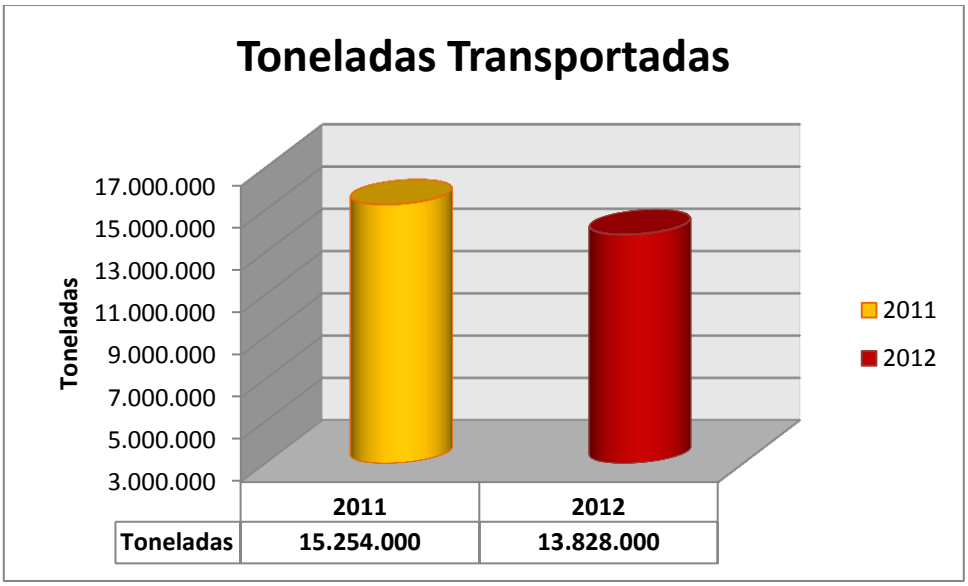


Gráfico 15 Toneladas transportadas en la vía férrea principal 2011 – 2012
Fuente: Informe de gestión anual 2011 y 2012 de la Gerencia de Ferrocarril

Se observa una reducción considerable del 9,4% de toneladas transportadas en el 2012 con 13.828.000 toneladas de mineral TEU, respecto al año 2011 donde se produjo un transporte de mineral de 15.254.000 toneladas, es decir, no se evidenció un incremento del transporte de mineral en el año 2012 con el sistema de potencia distribuida, sin embargo se debe considerar el corto tiempo de gestión del sistema de potencia distribuida en las operaciones ferroviarias de la empresa, tomando en cuenta todas las variables que no se presentan aptas o ajustadas para el funcionamiento óptimo del sistema.

6.1.4 Vagones Transportados por Tren Cargado 2011 – 2012

A continuación el gráfico de estadísticas de vagones transportados por tren cargado en los años 2011 y 2012 *(ver gráfico 16).*

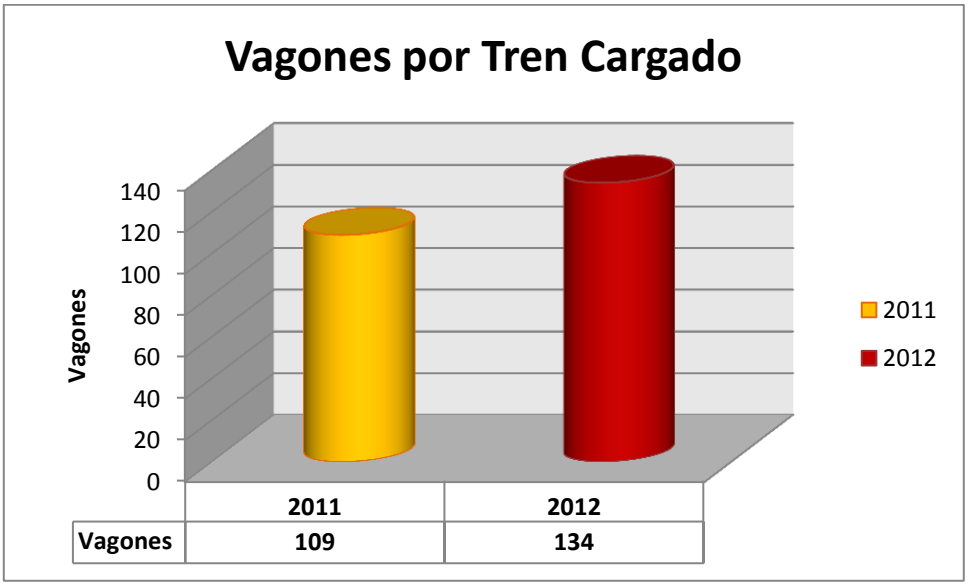


Gráfico 16 Vagones por tren cargado 2011 – 2012
Fuente: Informe de gestión anual 2011 y 2012 de la Gerencia de Ferrocarril

El promedio de vagones transportados por tren cargado para el año 2011 fue en promedio de 109 vagones, mientras que para el año 2012 fue de 134 en promedio de vagones *(ver gráfico 16).*

Se evidencia en el gráfico un incremento de vagones transportados por tren cargado en el año 2012 de un 22,9% con respecto al año 2011, gracias a la implementación del sistema de potencia distribuida en las operaciones ferroviarias.

6.1.5 Consumo de elementos de Sistema de Choque y tracción

Se presenta a continuación los consumos de elementos del sistema de choque y tracción obtenidos en los años 2011 y 2012. *(ver gráfico 17).*

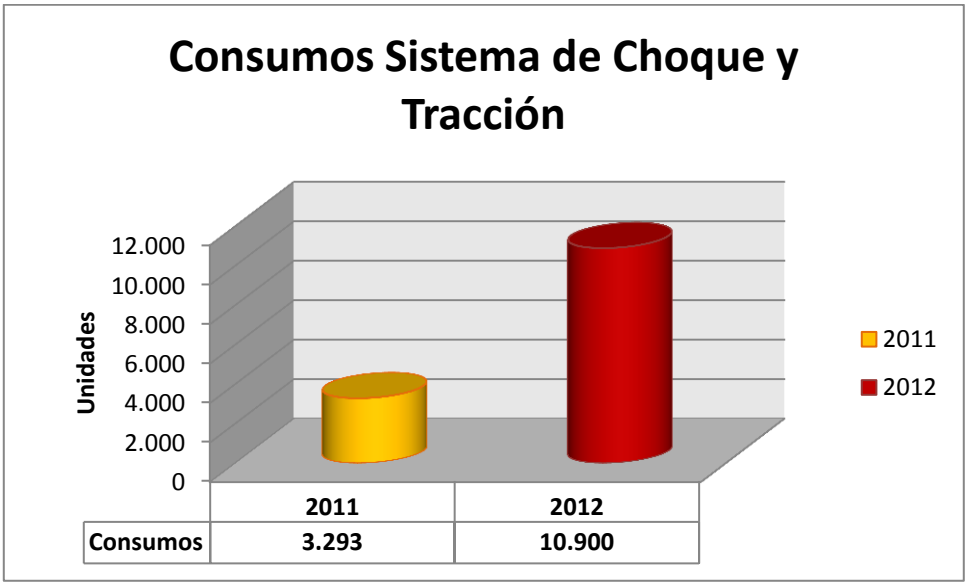


Gráfico 17 Consumo de elementos del sistema de choque y tracción 2011 vs 2012
Fuente: Registros de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de equipos ferroviarios

Los repuestos de sistema de choque y tracción consumidos en el año 2012 fueron de 10.900 unidades, reflejando un incremento del 331% con respecto al año 2011, donde el consumo de repuestos fue de 3.293 unidades.

Los registros que monitorean el consumo de elementos del sistema de choque y tracción no son confiables debido a la disponibilidad de repuestos en cada año respectivamente.

6.1.6 Consumo de elementos de Sistema de Frenos

A continuación, representación gráfica de los consumos de elementos del sistema de frenos en los años 2011 y 2012 *(ver gráfico 18).*

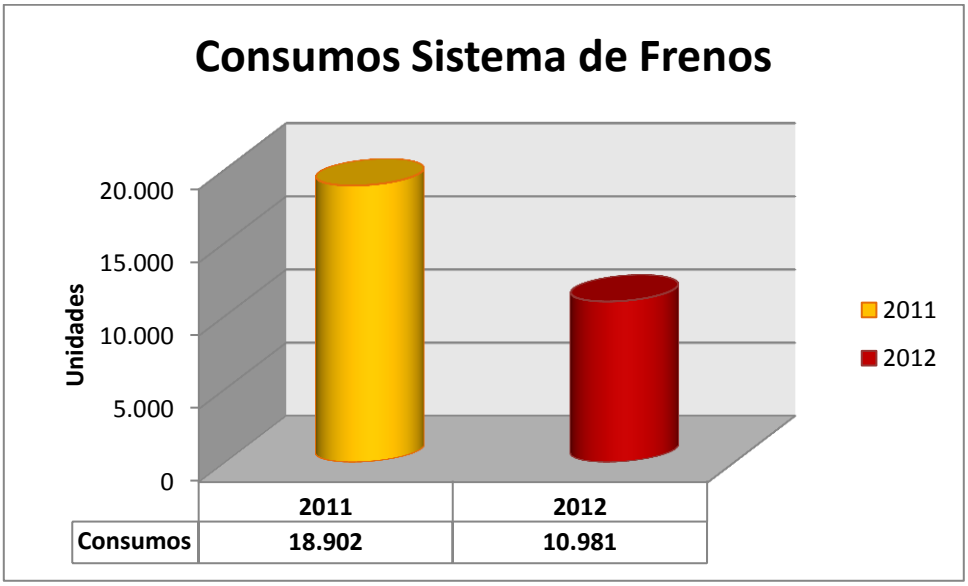


Gráfico 18 Consumos de elementos des sistema de frenos 2011 vs 2012
Fuente: Registros de la base de datos de la Superintendencia de Mantenimiento de equipos ferroviarios

Los repuestos consumidos en el año 2012 fueron de 10.981 unidades, reflejando una reducción del 58% con respecto al año 2011, donde el consumo de repuestos de sistema de frenos fue de 18.902 unidades.

Los registros que monitorean el consumo de elementos del sistema de freno no son confiables debido a la disponibilidad de repuestos en cada año respectivamente.

6.2 Estrategias de mejoras en función de los resultados arrojados por la evaluación del transporte ferroviario en la línea principal de CVG Ferrominera Orinoco.

Una vez realizado el análisis respectivo a los indicadores de gestión establecidos para la evaluación de la Gestión del Sistema de Potencia Distribuida Integrada en los trenes de la vía férrea principal de las Operaciones Ferroviarias de CVG Ferrominera Orinoco, se plantearon estrategias de mejora por parte de la unidad de instrucción ferroviaria, las cuales se presentan a continuación, consideradas por la unidad como indispensables para el funcionamiento óptimo del sistema:

1. Ejecutar jornadas de capacitación de todo el personal adscrito a la Gerencia de Ferrocarril, especialmente en la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias y las Superintendencias de Mantenimiento, con respecto al funcionamiento óptimo de la potencia distribuida y su mantenimiento respectivo.

2. Adecuar todo el conjunto de locomotoras existentes en las operaciones ferroviarias con el funcionamiento del sistema de potencia distribuida, a fin de que cada conformación de trenes que se establezca a diario, se enlace con dicho sistema.

3. Realizar los mantenimientos respectivos a la vía férrea, de manera que el funcionamiento del tren a lo largo del viaje se realice con la mayor normalidad posible, evitando cualquier evento ferroviario inesperado que pueda afectar el tiempo de viaje y por ende el plan de trasporte de mineral de hierro en la línea principal CVG Ferrominera Orinoco.

4. Iniciar adecuación de talleres, patios y desvíos a las exigencias técnicas del sistema con el propósito de aprovechar al máximo todos los beneficios que proporciona el funcionamiento de la potencia distribuida.

5. Efectuar compras de máquinas y equipos; locomotoras, volteador de vagones y vagones (tolvas, góndolas y volteo), con la finalidad de poder efectuar más conformaciones diarias de trenes con sistema de potencia distribuida, así cumplir con el plan de traslado y transporte de mineral desde Ciudad Piar hasta Puerto Ordaz.

6. Ampliar y capacitar toda la Fuerza laboral dedicada al mantenimiento de equipos, locomotoras y vagones, esto con el fin de que se pueda realizar el mantenimiento diario necesario en cada turno, permitiendo la disponibilidad de vagones a la hora de realizar las conformaciones de trenes.

CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados de la evaluación de la Gestión del Sistema de Potencia Distribuida realizada en la Superintendencia de Operaciones Ferroviarias, de la Gerencia de Ferrocarril en la empresa CVG Ferrominera Orinoco, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Se evidenció en el año 2012 una disminución de consumo de combustible del 4,25% en referencia al año 2011.

2. Se presentó un aumento del 9,5% en el tiempo de viaje (Ciudad Piar – Puerto Ordaz) en el año 2012 en contraste con el año 2011.

3. El tiempo de viaje se ve afectado por demoras en salida de los trenes cargados y vacíos respecto a la hora de salida del itinerario.

4. Se observó una disminución de las toneladas transportadas de mineral de hierro en el 2012 aproximadamente del 9% con respecto al año 2011.

5. Se evidencia un incremento en el transporte de vagones cargados del 22,9% en año de gestión 2012 con respecto al 2011.

6. Se reflejó un incremento del 331% en consumo de elementos de choque y tracción en el 2012 en referencia al 2011.

7. En cuanto al consumo de elementos del sistema de frenos en el 2012 se obtuvo una reducción del 58% en comparación al 2011.

8. La disponibilidad operativa de la vía férrea durante el año en evaluación fue del 99%.

9. Se manifiesta una caída del 15% en la productividad del año 2012 en referencia al 2011.

10. Las desviaciones en cuanto a vagones transportados por tren cargado se debe principalmente a las fallas mecánicas continuas en los equipos de carga o acarreo.

11. El cumplimiento de los planes de transporte ferroviario se ven afectados por; la baja producción de la mina, fallas en las locomotoras y los altos estimados en los planes de producción respecto a la realidad operativa.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y las conclusiones de la investigación, se recomiendan las acciones siguientes:

1. Realizar las adecuaciones respectivas a la vía férrea, patios, talleres, desvíos, etc. Según los requerimientos fundamentales para el funcionamiento óptimo del Sistema de Potencia Distribuida.

2. Continuar con el registro del suministro de combustible para permitir el monitoreo del consumo.

3. Cumplir con el itinerario de los trenes en la salida para evitar el incremento de los tiempos de ciclo por encuentros no programados.

4. Llevar un registro confiable en relación a los consumos de repuestos de los sistemas de choque, freno y amortiguación.

5. Incrementar la cantidad de vagones cargados transportados en cada tren y agilizar las operaciones de conformación de trenes cargados.

6. Cumplir con el programa de inspección en la vía férrea, a fin de prevenir y detectar fallas con la intensión de corregirlas, de este modo evitar cualquier evento ferroviario inesperado.

7. Cumplir con los planes de mantenimiento preventivo de los equipos rodantes.

8. Reformular el plan de tiempos de ciclo ya que el tiempo de viaje real para el año en curso es mucho mayor al esperado.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ARIAS, Fidias G.** (2006). "El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica" Quinta edición. Editorial Episteme.

2. **DEMING, Edwards.** (1989) "*Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis".* Segunda edición.

3. **Electro-Motive** (2005). *"Manual de Operación de la Locomotora. Potencia Distribuida Integrada".* Tercera edición.

4. **GARCÍA, Francisco A.** (1996). "*Manual Teórico-Práctico de Administración de la Producción".* Trabajo de ascenso.

5. **GARCÍA, Roberto** (2000). *"Estudio de trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo"*. Primera edición.

6. **HARRINGTON, H. J.** (1994). "*Mejoramiento de los procesos de la empresa"*. Quinta edición. Editorial McGRAW-HILL.

7. **SABINO, C.** (1992) Como hacer una tesis y Elaborar todo tipo de escritos. Segunda Edición, Editorial Panapo.

8. **SAMPIERI y COLLADO** (1991). Metodología de la Investigación. Editorial McGraw- Hill.

9. **TAMAYO y TAMAYO. Mario** (1993). El proceso de la investigación Científica. Editorial Limusa.

10. **CVG FERROMINERA ORINOCO** C.A. *"Manual Interno de Procedimientos"* 838-P-11. Transporte Ferroviario.

11. **CVG FERROMINERA ORINOCO** C.A. Publicación de informes. Disponible en: http://www.ferrominera.com.

12. **INTRANET** Ferrominera Orinoco C.A.

APENDICES

Apéndice A

MANUAL DE POTENCIA DISTRIBUIDA

(Documento adjunto en CD)

Apéndice B

TRANSPORTE FERROVIARIO

(Documento adjunto en CD)

ANEXOS

Anexo A. Cabina de una locomotora.

CVG FERROMINERA ORINOCO

Anexo B. Caboose.

Anexo C. Locomotora CVG Ferrominera Orinoco

Anexo D. Conformación de tren convencional.