

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DE
LOS EQUIPOS QUE OPERAN EN LAS ACTIVIDADES
MINERAS A CIELO ABIERTO EN EL ESTADO
BOLÍVAR EN EL AÑO 2011**

Presentado ante la Ilustre.
Universidad Central de Venezuela
Por Nava A, Javier J.
Para optar al título de
Ingeniero de Minas

Caracas, junio 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DE
LOS EQUIPOS QUE OPERAN EN LAS ACTIVIDADES
MINERAS A CIELO ABIERTO EN EL ESTADO
BOLÍVAR EN EL AÑO 2011**

TUTORA ACADÉMICA: Prof. Aurora Piña
COTUTORA ACADÉMICA: Prof. Katherine Silva
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Joan Benitez

Presentado ante la Ilustre.
Universidad Central de Venezuela
Por Nava A, Javier J.
Para optar al título de
Ingeniero de Minas

Caracas, junio 2012

Caracas, junio de 2012

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Javier Nava titulado:

“Diagnóstico de las condiciones físicas de los equipos que operan en la actividades mineras a cielo abierto en el estado Bolívar en el año 2011”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Minas, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por los autores, lo declaran APROBADO.

Prof. Aurora Piña

Jurado

Prof. Alba Castillo

Jurado

Prof. Omar Márquez

Jurado

Prof. Aurora Piña

Tutora académica

Prof. Katherine Silva

Cotutora académica

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza y roca eterna... Porque en el tiempo perfecto hace posible lo imposible.

A mis padres Julio y Marianela y mis hermanos Jessica y Julio por estar presentes en todo momento con tanto amor y paciencia.

A mi novia Katerin por estar siempre a mi lado y darme aire para llegar a la meta.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra ilustre casa de estudios, La Universidad Central de Venezuela, por haberme permitido formar parte de ella.

Al Departamento de Minas, en especial a las profesoras Aurora Piña, Katherine Silva y Alba Castillo, por la ayuda incondicional brindada durante 5 años.

A mi gran amigo Carlos Castro y su familia por darme hospedaje y todo su apoyo en Puerto Ordaz durante 3 semanas para poder realizar el trabajo de campo de esta investigación.

A mis hermanos, amigos y compadres Orlando, José y Juan por todo el apoyo durante toda la carrera y más.

A mi gran amiga Saraí Pernía por estar siempre presente en mi vida sin importar las circunstancias.

Nava A, Javier J

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DE LOS EQUIPOS QUE
OPERAN EN LA ACTIVIDADES MINERAS A CIELO ABIERTO EN EL
ESTADO BOLÍVAR EN EL AÑO 2011**

Tutora Académica: Profesora Aurora Piña.
Cotutora Académica: Profesora Katherine Silva
Tutor Industrial: Ingeniero Joan Benítez.

Tesis. Ciudad Universitaria, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología,
Minas y Geofísica. 2012, 145 páginas.

Palabras claves: MINERÍA A CIELO ABIERTO- BOLÍVAR (ESTADO), EQUIPOS
DE CARGA, EQUIPOS MINEROS- EVALUACIÓN TÉCNICA

Las actividades mineras en el estado Bolívar están referidas a la explotación de hierro, bauxita, oro, diamante, granito ornamental, áridos, entre otros; éstas son de importancia estratégica para el desarrollo de la nación.

Con la finalidad de conocer las condiciones de equipos en operaciones de minas y canteras del estado Bolívar, se realizó la búsqueda de datos técnicos con toda la información institucional de los derechos mineros y de empresas que explotan minerales metálicos y no metálicos en el estado, certificados por la Dirección General de Fiscalización y Control Minero del Ministerio para el P. P. para Petróleo y Minería; se estableció contacto con éstas y se solicitó el permiso correspondiente para llevar a cabo una visita técnica. Finalmente, les fue aplicado un instrumento de medición con el propósito de recabar toda la información referente a las particularidades técnicas de los equipos así como también su situación y características operacionales. A partir de esta información se agruparon y estructuraron los datos obtenidos, en tablas de trabajo elaboradas de tal forma que permitieron crear gráficos y realizar un análisis implementando herramientas estadísticas y de confiabilidad operacional.

La muestra estudiada está compuesta por 239 equipos de diferentes tipos de los cuales 88 estaban inoperativos. No obstante, una parte de éstos presentaban un incremento en el índice de fallas en el sistema de transmisión e hidráulico debido a que se encuentran en el período de desgaste. Como principal conclusión se confirma una falta de asistencia por parte de los fabricantes y carencia de repuestos en el sector, aunado a la necesidad de dotación de personal técnico especializado, capacitación y entrenamiento de los operadores bien sea por parte de los fabricantes o del Estado. En este sentido se recomienda realizar un plan estratégico para facilitar las condiciones de inversión en el sector minero que implique una renovación del parque de máquinas presente en el estado Bolívar, que esté soportada por una estructura a nivel de distribución de repuestos y servicio técnico especializado que garantice el óptimo funcionamiento, desempeño y aprovechamiento de la vida útil de las máquinas

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.- OBJETIVOS	2
1.2.1.- Objetivo General:	2
1.2.2.- Objetivos Específicos:	3
1.3.- JUSTIFICACIÓN	3
1.4.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	4
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
2.2.- MINERÍA A CIELO ABIERTO.....	8
2.3.- EQUIPOS DE MINERÍA A CIELO ABIERTO (ARRANQUE, CARGA Y ACARREO).....	10
2.3.1.- Equipos de arranque	10
2.3.2.- Equipos de carga	13
2.3.3.- Equipos de acarreo	16
2.3.4.- Equipos de operaciones auxiliares	16
2.4.- OPERACIONES UNITARIAS DE MINERÍA	19
2.4.1.- Operaciones básicas	20
2.2.4.5.- Operaciones auxiliares	21
2.5.- Mantenimiento.....	21
2.5.1.- Mantenimiento preventivo	22
2.5.2.- Mantenimiento correctivo	23
2.5.3.- Mantenimiento predictivo	24
2.6.- Fiabilidad aplicada al mantenimiento	25
2.6.1.- Confiabilidad	25
2.6.2.- Confiabilidad operacional.	28
2.6.3.- Disponibilidad	29
2.6.4.- Utilización de la disponibilidad física (U)	29
2.7.- BASE LEGAL DE LA TENENCIA Y DESINCORPORACIÓN DE LOS BIENES VINCULADOS A LOS DERECHOS MINEROS	30
2.8.- DEFINICIONES.....	32
2.8.1.- Encuesta.....	32
2.8.2.- Estadística.....	33
2.8.3.- Población	33
2.8.4.- Muestra.....	34
2.8.5.- Muestreo	34

CAPÍTULO III.....	36
MARCO METODOLÓGICO	36
3.1.-TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.2.-DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.3.-POBLACIÓN Y MUESTRA	37
3.4.-INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN	37
3.5.-ANÁLISIS DE DATOS.....	38
3.6.- LIMITACIONES.....	38
CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS	40
4.1.- C.V.G FERROMINERA, C.A. (FMO).....	40
4.2.- C.V.G BAUXILUM, C.A.	44
4.3.- CONCRETERA S.I.M.P.C.A.....	47
4.4.- CANTERA PALMA SOLA, C.A. (CPSCA).....	51
4.5.- INVERSIONES MINERAS EL MANANTIAL C.A. (IMEMCA)	54
4.6.- MINERA VOLCAN, C.A. (MVCA)	56
4.7.- GRUPO TRES JOTAS PROJECT, C.A. (GTJP).....	58
4.8.- FUNDO EL ENCUESTRO (FEE)	59
4.9.- COOPERATIVA HERMANOS BERMÚDEZ, R.L.(CHB)	60
4.10.- ASOCIACIÓN CASA PRODUCTIVA INTEGRAL, R.L (ACRI)	61
4.11.- FUNDO SANTA ELENA (FSE)	62
4.12.- GYM DE VENEZUELA (GDV)	64
4.13.- GRANITOS DEL ORINOCO, S.A (GDO)	66
4.14.- EXPLOGRANITOS, C.A	68
5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
5.1.- C.V.G Ferrominera Orinoco, C.A.	71
5.2.- C.V.G Bauxilum, C.A	76
5.3.- Canteras que se encargan de la extracción de piedra picada:	82
5.4.- Canteras encargadas de la extracción de arena lavada	87
5.5.- Canteras encargadas de la extracción de arenas	90
5.6.- Canteras encargadas de la extracción de cuarzo industrial.	94
5.7.- Canteras encargadas de la extracción de granito ornamental.....	98
5.8.- Análisis final: sistema de diagnóstico de fallas.....	102
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	115
ANEXOS.....	121

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ubicación geográfica del área de estudio.	7
Figura N° 2. Perforadora.....	11
Figura N° 3. Banqueadora	11
Figura N° 4. Draga de succión. Tomado de: http://www.qzwealth.es	12
Figura N° 5. Cortadora de hilo	13
Figura N° 6. Configuraciones básica de excavadoras	13
Figura N° 7. Excavadora frontal, retroexcavadora y pala de cable. s.....	14
Figura N° 8. Cargador frontal de orugas y de ruedas.	15
Figura N° 9. Dragalina.....	15
Figura N° 10. Camión.....	16
Figura N° 11. Tractor de oruga y de ruedas.....	17
Figura N° 12. Mototrailla	17
Figura N° 13. Motoniveladora.....	18
Figura N° 14. Camión cisterna.	18
Figura N° 15. Retroexcavadora cargadora.....	19
Figura N° 16. Curva característica que representa los períodos de vida de un equipo o curva de la bañera.	26
Figura N° 17. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en las perforadoras.....	107
Figura N° 18. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en los cargadores frontales .	108
Figura N° 19. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en las excavadoras	109
Figura N° 20. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en los camiones.....	110
Figura N° 21. Diagrama de espina de pescado de las fallas de los tractores	111

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1. Distribución por tipo de equipo en C.V.G FMO,C.A	71
Gráfica N° 2. Distribución de equipos por estatus en C.V.G FMO,C.A.....	72
Gráfica N° 3. Distribución por tipo de equipo y estatus en C.V.G FMO,C.A.	74
Gráfica N° 4. Distribución por tipo de equipo en C.V.G Bauxilum, C.A.	77
Gráfica N° 5. Distribución de equipos por estatus en C.V.G Bauxilum, C.A.	78
Gráfica N° 6. Distribución por tipo de equipo y estatus en C.V.G Bauxilum, C.A.	80
Gráfica N° 7. Distribución por tipo de equipo existente en canteras de piedra picada.	82
Gráfica N° 8. Distribución de equipos pen canteras de piedra picada.....	83
Gráfica N° 9. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de piedra picada.	85
Gráfica N° 10. Distribución por tipo de equipo en canteras de arena lavada.	87
Gráfica N° 11. Distribución por estatus de equipos en canteras de arena lavada.....	88
Gráfica N° 12. Distribución por tipo y estatus de equipo en canteras de arena lavada	89
Gráfica N° 13. Distribución por tipo de equipos en areneras	91
Gráfica N° 14. Distribución de equipos por estatus en areneras	92
Gráfica N° 15. Distribución por tipo y estatus de equipos en areneras	93

Gráfica N° 16. Distribución por tipo de equipo en GDV	95
Gráfica N° 17. Distribución de equipos por estatus en GDV	96
Gráfica N° 18. Distribución por tipo y estatus de equipos en GDV	97
Gráfica N° 19. Distribución por tipo de equipo en canteras de granito ornamental.....	98
Gráfica N° 20. Distribución por estatus de equipos en canteras de granito ornamental	99
Gráfica N° 21. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de granito ornamental	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Equipos que realizan las operaciones básicas de minería.....	20
Tabla N° 2 Resumen operaciones auxiliares de minería.....	21
Tabla N° 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo.....	23
Tabla N° 4. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.....	24
Tabla N° 5. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo.....	25
Tabla N° 6. Equipos de arranque que operan en C.V.G FMO.....	42
Tabla N° 7. Equipos de carga que operan en C.V.G FMO	42
Tabla N° 8. Equipos de acarreo que operan en C.V.G FMO	42
Tabla N° 9. Equipos auxiliares que operan en C.V.G Ferrominera.....	43
Tabla N° 10. Equipos de arranque y carga que operan en C.V.G Bauxilum	45
Tabla N° 11. Equipos de acarreo que operan en C.V.G Bauxilum.....	46
Tabla N° 12. Equipos auxiliares que operan en C.V.G Bauxilum.....	47
Tabla N° 13. Equipos de arranque que operan en S.I.M.P.C.A	49
Tabla N° 14. Equipos de carga que operan en S.I.M.P.C.A	49
Tabla N° 15. Disponibilidad física y utilización de los cargadores frontales que operan en S.I.M.P.C.A	50
Tabla N° 16. Equipos de acarreo que operan en S.I.M.P.C.A	50
Tabla N° 17. Equipos de acarreo que operan en S.I.M.P.C.A	51
Tabla N° 18. Equipos de arranque que operan en CPSCA	52
Tabla N° 19. Equipos de carga que operan en CPSCA	52
Tabla N° 20. Equipos de acarreo que operan en CPSCA	53
Tabla N° 21. Equipos auxiliares que operan en CPSCA	54
Tabla N° 22. Equipos de arranque que operan en IMEMCA	55
Tabla N° 23. Equipos de carga que operan en IMEMCA.....	55
Tabla N° 24. Equipos de acarreo que operan en IMEMCA.....	56
Tabla N° 25. Equipos auxiliares que operan en IMEMCA.....	56
Tabla N° 26. Equipo de arranque que operan en MVCA	57
Tabla N° 27. Equipo de carga que operan en MVCA.....	57
Tabla N° 28. Equipo de arranque que opera en GTJP	58
Tabla N° 29. Equipos de arranque + carga que operan en FEE.....	60
Tabla N° 30. Equipos auxiliares que operan en FEE	60

Tabla N° 31. Equipos de arranque + carga que operan en CHB.....	61
Tabla N° 32. Equipo auxiliar que opera en CHB.....	61
Tabla N° 33. Equipo que opera en ACRI.....	62
Tabla N° 34. Equipos de arranque + carga + auxiliares que operan en FSE	63
Tabla N° 35. Equipos de acarreo que operan en FSE	64
Tabla N° 36. Equipos de arranque y carga que operan en GDV	65
Tabla N° 37. Equipos de acarreo que operan en GDV	65
Tabla N° 38. Equipos auxiliares que operan en GDV	66
Tabla N° 39. Equipos de arranque que operan GDO	67
Tabla N° 40. Equipos de carga + auxiliares que operan en GDO.....	67
Tabla N° 41. Equipos de arranque que operan en Explogranitos	69
Tabla N° 42. Equipos de carga que operan en Explogranitos.....	69
Tabla N° 43. Equipos auxiliares que operan en Explogranitos.....	70
Tabla N° 44. Distribución por tipo y estatus de equipos en C.V.G FMO.....	73
Tabla N° 45. Producción de bauxita desde el año 2007 hasta 2011	78
Tabla N° 46. Distribución por tipo y estatus de equipos en C.V.G Bauxilum	79
Tabla N° 47. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de piedra picada.	84
Tabla N° 48. Distribución por tipo y estatus e equipos en canteras de arena lavada.....	89
Tabla N° 49. Distribución por tipo y estatus de equipos en areneras	92
Tabla N° 50. Distribución por tipo y estatus de equipos en GDV	96
Tabla N° 51 Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de granito ornamental .	100
Tabla N° 52. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en las perforadoras	103
Tabla N° 53. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en las excavadoras.....	103
Tabla N° 54. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en cargadores frontales.	104
Tabla N° 55. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en los camiones	105
Tabla N° 56. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en tractores	106

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	29
Ecuación 2	29
Ecuación 3	29

INTRODUCCIÓN

La necesidad de conocer y contar con una base de datos que recolecte la información referida a las condiciones de los equipos de operaciones mineras de todas las minas y canteras del país, establece el punto de partida de esta investigación. La finalidad del estudio que se presenta a continuación, es realizar un diagnóstico del estado físico de los equipos de minería a cielo abierto, específicamente, en el estado Bolívar.

La investigación de esta problemática se lleva a cabo por el interés en determinar y establecer las deficiencias y fortalezas presentes en el sistema extractivo minero. Por otra parte, ofrecerá al Estado la información necesaria que le permita direccionar esfuerzos, establecer nuevos planes de inversión, tomar decisiones a nivel estratégico y la planificación acerca de las metas productivas reales y alcanzables.

Del mismo modo, permitirá a la academia fortalecer conocimientos en cuanto a la situación de las minas y canteras presentes en el país. Además, deja abierta la posibilidad de otros estudios que se puedan realizar con los datos obtenidos en este trabajo.

La Investigación es de carácter exploratorio de campo, lo que permitirá recabar información acerca de este novedoso tema haciendo uso de la encuesta. Este instrumento está diseñado para recolectar sistemáticamente información precisa y detallada de los equipos presentes en las operaciones mineras del estado Bolívar, de tal forma de facilitar el procesamiento y respectivo análisis de los datos.

Con el fin de profundizar en este tema, se hace necesario expandir la investigación a todo el territorio nacional y así afianzar el desarrollo de la actividad minera en Venezuela.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad minera nacional es de carácter estratégico político-económico para un país. Por lo que se hace necesario contar con una base de datos que recolecte la información referente al estatus y condiciones de todas las minas del país: tipo de mina, método de explotación, producción, disponibilidad física de los equipos, entre otros. De tal manera, que el Estado pueda analizar los inconvenientes presentes en el sistema minero y así, redireccionar y enfocar los esfuerzos en las áreas que lo requieran, de tal forma de garantizar una estructura minera productiva a corto, mediano y largo plazo en pro del desarrollo minero nacional.

En Venezuela, en la actualidad se plantea afianzar la actividad minera, por ello se requiere contar con los datos básicos de todas las minas presentes en el país, información que es fundamental porque permite conocer el estatus de los equipos y condiciones de las actividades en que se realizan. De allí, que se haga necesario una investigación para elaborar un diagnóstico sobre las condiciones y estados físicos de las maquinarias que laboran en la actividad minera a cielo abierto en Venezuela, particularmente en el estado Bolívar.

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1.- Objetivo General:

Diagnosticar el estado físico de los equipos de minería a cielo abierto en el estado Bolívar durante el período 2011-2012 para conocer las condiciones de las maquinarias que allí operan.

1.2.2.- Objetivos Específicos:

- Recolectar la información referente a las canteras y minas ubicadas en el estado Bolívar.
- Realizar una revisión bibliográfica de los tipos de encuestas y legislación. Aplicados a la actividad minera que permita recabar información necesaria para elaborar el instrumento.
- Diseñar los instrumentos para recolectar información acerca de las variables mineras relacionadas con los equipos de minería a cielo abierto.
- Aplicar el instrumento para la elaboración del registro en las minas seleccionadas.
- Procesar la información recolectada a partir de la aplicación del instrumento.
- Analizar la información recolectada a partir de la aplicación del instrumento.
- Elaborar un catálogo con información detallada de las minas a cielo abierto y canteras en el estado Bolívar.

1.3.- JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en el país, se requiere una base de datos que permita conocer la situación de los equipos de minería a cielo abierto. No obstante, es importante para el Estado, saber la cantidad y estatus de la maquinaria que labora en toda la Nación. Por ello, este estudio pretende diagnosticar las condiciones en que se encuentran tales equipos, en el estado Bolívar. Por lo que se requiere, en primer lugar, determinar y conocer la cuantía de éstos. La finalidad con este estudio es establecer la población real de equipos con la que cuenta el estado Bolívar para lograr las metas propuestas, detectar debilidades y zonas con baja disponibilidad física de equipos, de tal forma de enfocar los esfuerzos que contribuyan a superar metas de producción establecidas en pro del desarrollo minero del país.

La utilidad metodológica es la recolección de información de las condiciones de los equipos mineros, catalogación y el análisis situacional de los mismos, servirá como

base referencial para futuras líneas de investigación y coadyuvando al Estado, regional y nacional, tomar decisiones estratégicas y de planificación acerca de las metas productivas reales y alcanzables y las acciones para lograrlo. El alcance práctico es que permitirá conocer las condiciones y estatus de las labores mineras a cielo abierto del país, de tal forma de poder estimar la capacidad de producción a largo plazo. Además, deja abierta la posibilidad de otros estudios mineros, económicos o ambientales que se puedan realizar con los datos obtenidos en este trabajo.

1.4.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Mago Gutiérrez, Klenyis Isdael (2006). “Diagnóstico de falla a los equipos pesados de la gerencia de materiales de la empresa Orinoco Iron. S.c.s. Práctica profesional, Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Facultad de Ingeniería.

“El objetivo general de este trabajo consistió en realizar un diagnóstico de fallas a los equipos pesados de la Gerencia de Materiales, que garantice la continuidad de las operaciones de producción de la empresa Orinoco Iron”.

Resumen: “En el siguiente trabajo se presenta el Diagnóstico de Fallas a los Equipos Pesados de la Gerencia de Materiales de la Empresa Orinoco Iron S.C.S, éste se desarrolló inicialmente analizando estadísticamente la gestión de mantenimiento del Taller de Equipo Móvil, en función del número de fallas y demoras presentadas por los equipos en un período de 9 meses, determinando de esta manera la disponibilidad, confiabilidad y criticidad de los equipos. Este estudio se desarrolló como una investigación no experimental de tipo diagnóstica de campo y como resultado se pudo evidenciar que ninguno de los Equipos móviles (Dresser) no cumple con el criterio mínimo de disponibilidad establecido por la empresa (70 % de disponibilidad) para realizar las distintas labores de manejo de Materiales. Se desarrollo una propuesta para solventar las fallas mas frecuentes en dichos equipos”.

1.4.2.- Rodríguez L, Miguel A (2002). Estudio del mantenimiento de los equipos críticos de un sistema de deshidratación de gas natural (basado en mcc). Trabajo de grado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de mecánica.

El objetivo general de este trabajo consistió en establecer los requerimientos de mantenimiento de los sistemas de deshidratación con Trietilenglicol de la Planta de Extracción San Joaquín, PDVSA-GAS.

Resumen: “Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron herramientas basadas en confiabilidad operacional, de manera de comenzar a impulsar en la empresa una conducta de mantenimiento de clase mundial, involucrando a la confiabilidad de los equipos como el parámetro fundamental para la evaluación de la gestión de mantenimiento. En este sentido, se comenzó por clasificar los equipos en dos grupos, (Equipos dinámicos y equipos estáticos), con la finalidad de aplicar a cada uno de ellos la metodología que permitiese sacar el mayor provecho de la información obtenida en planta, dando como resultado la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), como la que mejor describe a los equipos dinámicos, como las bombas de glicol, y la de Inspecciones Basadas en Riesgo (IBR), para el estudio de los equipos estáticos. Todo esto presentado, bajo el formato establecido en cada caso, como una propuesta final de mantenimiento para todos los equipos asociados a estos sistemas”.

1.4.3.- Martínez G, Rubbernys S (2008) Metodología de catalogación de materiales del sistema Maintracker al sistema My Sap para el centro logístico de planta de briquetas (PB80) de C.V.G Ferrominera Orinoco C.A

El objetivo general de esta investigación consistió en el diseño de la Metodología de Catalogación de Materiales del Sistema Maintracker al Sistema My Sap para el Centro Logístico de Planta de Briquetas (PB80) de C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A.

Resumen: “El presente estudio se realizó en la empresa Ferrominera Orinoco C.A, en la Gerencia de Suministros y Compras Especiales del Estado. Con la finalidad de Diseñar una Metodología de Catalogación de Materiales del Sistema Maintracker al Sistema My Sap para el Centro Logístico de Planta de Briquetas (PB80) de C.V.G. Ferrominera Orinoco C.A. Mediante una investigación de tipo Descriptivo- Aplicativo. Por la naturaleza del trabajo puede definirse como una investigación Descriptiva, ya que se analizaron e interpretaron las características fundamentales de una serie de procedimientos que reflejan las actividades que se realizan en los programas utilizados por dicha empresa. Según el propósito es una investigación Aplicada, teniendo como objetivo implantar de manera inmediata la Data ya depurada y con renglones confiables, para que se ejecuten las actividades que ahí se requieren con mayor efectividad para las gerencias que dependen de esta información. Los objetivos (General y Específicos) planteados en este estudio, fueron cumplidos a través de los procedimientos de cada actividad propuesta, las cuales servirán de apoyo para optimizar y mejorar el Proceso de Desarrollo y Gestión de la Calidad de la Empresa”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El estado Bolívar, se encuentra ubicado en la región suroriental del país, en la Guayana venezolana, tal como se muestra en la figura N° 1. Tiene la superficie más grande del territorio o geografía venezolana y equivale a un poco más de la cuarta parte del territorio nacional.

Para 2011, según el Ministerio del Poder Popular para el Petróleo y Minería, antes Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería, se encuentran presentes 168 concesiones mineras, entre minas y canteras.



Figura N° 1. Ubicación geográfica del área de estudio. Tomado de:
<http://www.turismo.venezuela.net.ve/> (25/07/2011)

La minería a cielo abierto abarca las formas más variadas de extracción de materias primas minerales de yacimientos cercanos a la superficie. Para la explotación de una mina a cielo abierto o cantera, en oportunidades, es necesario excavar, con medios mecánicos o con explosivos, los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. El estéril excavado es necesario apilarlo en escombreras fuera del área final que ocupará la explotación, con vistas a su utilización en la restauración de la mina una vez terminada su explotación.

2.2.- MINERÍA A CIELO ABIERTO

Son excavaciones de superficie que adoptan la forma de grandes fosas en terraza, cada vez más profundas y anchas. A menudo tienen una forma más o menos circular y algunas labores características de este sistema de explotación son los: bancos, bermas, talud final, talud y frente de trabajo, entre otros.

Según Villanueva, 2003, se definen los métodos de minería a cielo abierto:

2.2.1.- *Open pit* (Fosa Abierta): Explotación con profundidades considerables que obliga a un número importante de bancos descendentes, de modo que se requiere una alta tecnología de planificación, diseño, operación y control. Es ampliamente aplicado en la minería de minerales metálicos, también se ha adaptado para la explotación de carbón y rocas industriales.

2.2.2.- *Open cut* (Tajo Abierto): Es una variante del *open pit*, para yacimientos en ladera, de modo que el sistema de bancos queda abierto a lo largo de la ladera.

2.2.3.- *Open cast* (*Strip mining*): Explotación en yacimientos sedimentarios de profundidad limitada, bastante horizontales, de minerales blandos, en forma de capas y fácil separación entre mineral y estéril. El área de la excavación previa se aprovecha para depositar el estéril (*back filling*). Se distinguen: el método alemán (sistema continuo con rotopalas) y el método americano (sistema discontinuo con dragalinas).

2.2.4.- Canteras (*Quarry*): Es una explotación tipo *open pit*, pero de menores dimensiones generalmente referida a la explotación de materiales para la construcción y rocas ornamentales.

2.2.5.- Terrazas: Es un caso particular de explotación *open cut*, en laderas de montaña, con un escalonamiento descendente hasta el valle.

2.2.6.- Contorno: Explotación a media ladera, con pocos bancos, de tipo longitudinal que sigue la línea de afloramiento hasta la máxima relación E/M económica, transfiriendo el estéril al área anteriormente excavada. Es una combinación de *open cast* y *open cut*.

2.2.7.- Barrido Hidráulico: Emplea el agua como elemento disgregador del material, ampliamente aplicado en el país en la minería de placeres.

2.2.8.- Dragado: Se refiere a la explotación que se realiza desde la superficie de un lago, río, mar. Se emplea en la extracción de áridos y en la extracción de minerales pesados, como oro, plata, diamantes, estaño, wolframio.

2.2.9.- Lixiviación (*Leaching*): Se refiere a la extracción de sustancias solubles mediante el agua o de un reactivo solvente. Se emplea básicamente en la extracción de oro y plata por cianuración, de uranio y cobre por ataque con ácido y de varias sales evaporíticas por disolución con agua.

2.2.10.- Auger: Minería complementaria para la recuperación mediante perforaciones helicoidales, utilizada en la minería del carbón y sales.

2.2.11.- *Glory Hole*: Implica una excavación en *open pit*, desde la cual el mineral es removido por gravedad hasta coladeros de traspaso que descargan en galerías subterráneas de transporte para la extracción.

La minería de superficie o a cielo abierto concierne principalmente con la extracción de mineral en el cual todas las operaciones envueltas están relacionadas con el diseño de la fosa. Dependiendo del sitio de trabajo, las labores de minería de superficie de un

yacimiento de mineral incluyen la remoción del estéril (arranque, carga, transporte y deposición en botaderos), la extracción del mineral (arranque, carga, transporte y alimentación a la planta de concentración) y las labores de desarrollo de la fosa (vía de acceso, ángulo de inclinación, dimensiones de los bancos, límite de explotación, frentes de explotación y áreas de trabajo). Estas labores deben estar acompañadas de una secuencia minera e interrelacionadas de tal manera que aseguren todo el tiempo la disponibilidad de frentes de explotación de mineral y estéril con una alta producción, con operaciones seguras del equipo minero, con aprovechamiento total del mineral en la fosa y mediante armonización de la actividad minera con el medio ambiente. (IUTEB, s.f)

2.3- EQUIPOS DE MINERÍA A CIELO ABIERTO (ARRANQUE, CARGA Y ACARREO)

Los equipos de minería responden a las condiciones de trabajo, macizos rocosos, densidad de los materiales, abrasividad, pendientes, entre otras. Dependiendo del trabajo o la etapa en las operaciones unitarias en minería: arranque, carga, acarreo, descarga y beneficio mineral, existen distintos tipos de equipos y combinaciones de estos.

López. 1995, describe los equipos de operaciones mineras los cuales son los más empleados en Venezuela:

2.3.1.- Equipos de arranque

2.3.1.1.- Perforadora

Fuente de energía mecánica que permite perforar y penetrar la superficie de la roca. Las perforadoras pueden clasificarse en percutivas, de rotación o rotopercusión. Estas perforadoras básicamente transforman la energía suministrada por diferentes medios (electricidad, neumática, hidráulica o de motores de combustión) en fuerza de trabajo para lograr la penetración de la roca con las herramientas diseñadas para tal fin (figura N° 2).



Figura N° 2. Perforadora

2.3.1.2.- Banqueadores

Fuente de energía mecánica que permite perforar la superficie de la roca. Se utilizan principalmente en la explotación en bloques de granito y mármol. A diferencia de las perforadoras, los banqueadores son equipos accionados por medio de un compresor externo y no cuentan con sistemas eléctricos ni de control (figura N° 3).



Figura N° 3. Banqueadora

2.3.1.3 Dragas de succión

Una draga de succión en marcha es una embarcación autoportante y autopropulsada, de dimensiones variables, diseñada para dragar de forma continua elevados volúmenes de material de una forma sencilla y económica, y admitiendo condiciones marítimas adversas. El material es aspirado por un tubo dotado en su extremo de un cabezal de succión. A bordo de la embarcación se instala una bomba que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua, y se aspira la mezcla agua-material que se almacena en la cántara de la propia draga o se realiza la descarga de material a tierra mediante la tubería (figura N° 4).



Figura N° 4. Dragas de succión. Tomado de: <http://www.qzwealth.es>

2.3.1.4.- Cortadora de hilo adiamantado

Utilizado por lo general en las canteras de granito y mármol para la extracción de éstos en bloques sin fracturas. La máquina esta construida de forma tal que la polea motriz va directamente a la flecha del motor, este a su vez va montado en una estructura metálica que le permite tener un movimiento circular para posicionar la polea en el punto de corte. Toda la máquina está montada sobre rieles y modulados para su movimiento (figura N° 5).



Figura N° 5. Cortadora de hilo

2.3.2.- Equipos de carga:

2.3.2.1.- Excavadoras

Es una máquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro y de forma ininterrumpida) que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formada por pluma y brazo o balancín sin que la estructura portante o chasis se desplace.

Existen principalmente tres configuraciones básicas de excavadoras:

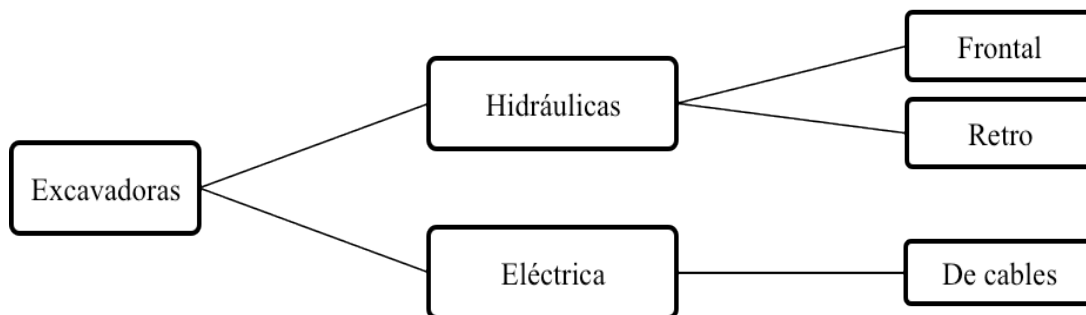


Figura N° 6. Configuraciones básicas de excavadoras

La diferencia de diseño entre estas unidades se centra en el sentido de movimiento de los baldes y en la geometría de los equipos de trabajo (figura N° 7).

Durante la operación, los tres diseños difieren en la acción de excavación y perfil de trabajo.



Figura N° 7. Excavadora frontal, retroexcavadora y pala de cable. Tomado de: <http://www.liebherr.com>, <http://www.modelmotor.es>

2.3.2.2.- Cargadores frontales

Los cargadores frontales son máquinas de uso frecuente en construcción, minería y otras actividades propias de la construcción de edificios y de grandes superficies.

Los cargadores frontales están capacitados para efectuar las siguientes operaciones:

Carga de camiones, vagones o tolvas

Carga y transporte, eliminando en cortas distancias el empleo de camiones.

Como máquina auxiliar: limpieza de tajos antes de la voladura, preparación de rampas, apertura de tajos, construcción y limpieza de pistas de transporte, entre otros.

Como máquina de empuje hasta cierto punto, sustituyendo a los tractores: limpieza de los tajos de carga después de efectuar la voladura y realizando la carga combinada con la excavadora, extendido en la escombrera, entre otros.

Existen dos tipos de unidades, que se diferencian en el tren de rodaje (figura N° 8): cargador frontal de orugas y de ruedas.

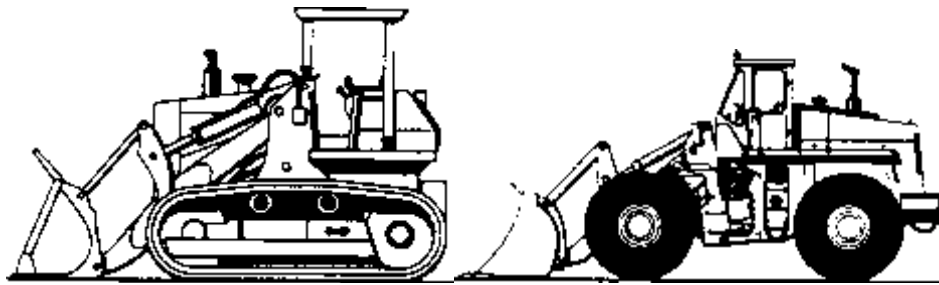


Figura N° 8. Cargador frontal de orugas y de ruedas. Tomado de: Instituto Geominero de España, 1994

2.3.2.3.- Dragalinas

Llamada también draga de arrastre, es el equipo indicado para realizar excavaciones bajo su nivel de sustentación en terrenos blandos, fangosos o sumergidos en agua. Esto es posible por su gran alcance, que le permite excavar un gran área sin desplazarse o desplazándose por terreno firme. Este mismo alcance le posibilita descargar lejos del sitio de excavación y formar montones altos con el material extraído.

Están conformados por una cabina, un sistema de traslación, una pluma de gran longitud, en el orden de los a 60 metros. Tienen una cuchara accionada por un sistema de cables y realiza excavación por arrastre. (figura N° 9).



Figura N° 9. Dragalina. Tomado de: <http://www.liebherr.com>

2.3.3.- Equipos de acarreo:

El transporte de materiales rocosos en las explotaciones mineras a cielo abierto, así como en la obra pública, se realizan con mucha frecuencia mediante el empleo de camiones volquetes, debido a la versatilidad que presentan:

2.3.3.1.- Camión

Es el tipo de camión extra vial más usado en el movimiento de tierras y, fundamentalmente, en la minería a cielo abierto para el acarreo de material. Están constituidos por una caja que se apoya sobre el chasis y que se bascula hacia atrás para la descarga, mediante unos cilindros hidráulicos (figura N° 10).



Figura N° 10. Camión. Tomado de: <http://www.Cat.com>

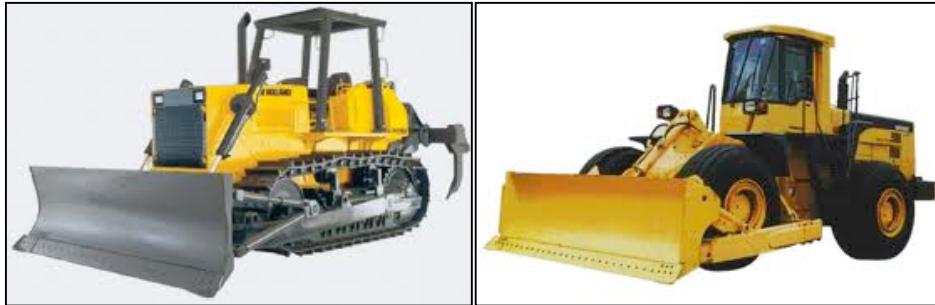
2.3.4.- Equipos de operaciones auxiliares

2.3.4.1.- Tractor

Es un vehículo especial autopropulsado que se usa para arrastrar o empujar remolques, aperos, otra maquinaria o cargas pesadas. Hay tractores destinados a diferentes tareas, como, la construcción, el movimiento de tierras o los mantenimientos de espacios verdes profesionales (tractores compactos). Se caracterizan principalmente por su buena capacidad adherencia al terreno.

Su uso ha posibilitado disminuir de forma sustancial la mano de obra empleada, así como la mecanización de tareas de carga y de tracción.

Los tractores (figura N° 11) se subdividen en: tractores de orugas o de ruedas.



**Figura N° 11. Tractor de oruga y de ruedas. Tomado de:
<http://www.viarural.com.ve>**

2.3.4.2.- Mototrailla

Máquina autopropulsada sobre ruedas que dispone de una caja abierta con bordes cortantes entre los ejes delantero y trasero, que arranca, carga, transporta y extiende materiales, utilizando el movimiento de avance de la misma.

Todas las mototraíllas son en la actualidad de dos ejes y con diseño articulado. Existen cuatro configuraciones básicas. Estas máquinas se diferencian en el número de motores que poseen y en si disponen o no de un elevador para efectuar la carga. La diferencia operativa principal entre esos equipos estriba en la potencia disponible para realizar la excavación, la carga y el transporte (figura N° 12).



**Figura N° 12. Mototrailla. Tomado de:
<http://www.cat.com>**

2.3.4.3.- Motoniveladora

Máquina autopropulsada sobre ruedas (figura N° 13), con una hoja ajustable situada entre los ejes delanteros y trasero que corta, mueve y extiende materiales con fines generalmente de nivelación de superficies.



**Figura N° 13. Motoniveladora. Tomado de:
<http://www.arquigrafico.com>**

2.3.4.4.- Camión Cisterna

Es una de las muchas variedades de camión (figura N° 14) que sirve tanto para el transporte de líquidos como para su mantenimiento por tiempo prolongado según sus características.

Entre estos se destacan por su mayor uso los de agua para riego y trasvase, los de transportes de combustibles líquidos como gasolina, querosén, otros.



Figura N° 14. Camión cisterna

2.3.4.5.- Retroexcavadora cargadora

Este tipo de máquina es muy práctica dado que por un lado dispone de una pala ancha capaz de mover volúmenes considerables de tierras y por otro lado dispone de una pala con brazo articulado muy práctica para la ejecución de zanjas, trabajos en taludes, entre otros (figura N°15). Unido todo ello al reducido tamaño de la máquina y su diseño por lo cual es capaz de moverse en terrenos difíciles hace de esta máquina un modelo muy práctico e imprescindible para toda empresa dedicada al movimiento de tierras y/o construcción. Es muy usual su utilización en el desbroce y limpieza de terrenos.



**Figura N° 15. Retroexcavadora cargadora. Tomado de:
<http://www.movoequip.com>**

2.4.- OPERACIONES UNITARIAS DE MINERÍA

Las actividades de desarrollo y explotación de minas requiere la ejecución de un conjunto de tareas y pasos fundamentales que son denominadas operaciones unitarias de minería, clasificadas en: operaciones básicas y operaciones auxiliares.

La extracción del material in situ varía es variante, desde un suelo no consolidado hasta una roca compacta, por ejemplo: arenas, arcillas, carbón, cuarcitas, etc. En estas operaciones están involucradas generalmente tanto la remoción de escombros como la excavación de menas.

Además, las actividades de explotación minera incluyen el transporte y disposición de los materiales excavados, ya sea para las escombreras en el caso del material estéril o de baja calidad, o hacia el lugar de despacho o procesamiento en el caso de la mena.

2.4.1.- Operaciones básicas

Las operaciones básicas u operaciones de producción son aquellas actividades que contribuyen de forma directa a la extracción del mineral; entre éstas tenemos:

Arranque (directo, e indirecto: perforación y voladuras).

Carga (excavación y carga propiamente dicha).

Transporte (acarreo, descarga).

Tabla N° 1 Equipos que realizan las operaciones básicas de minería

Arranque	Carga	Transporte
Escarificación	Excavadoras	Camiones
Arranque mecánico.	Retroexcavadora cargadora	Ferrocarril
Arranque por corte	Dragalina	Cinta transportadora
Perforación y voladuras	Cargador	Mototrailla
Mototrailla	Rotopala	Mineroducto.

El término ciclo implica que las operaciones mineras tienen una naturaleza repetitiva, lo cual efectivamente caracteriza a la mayoría de los casos. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología, en particular la minería del carbón y en la apertura mecanizada de túneles a sección completa, ha incorporado diferentes grados de continuidad de las operaciones.

En efecto, las diferentes fases del proceso productivo pueden clasificarse en:

Sistema discontinuo:

[arranque] → [carga] → [acarreo+ descarga]: fases separadas

Sistema continuo:

[Arranque + carga + acarreo + descarga]

Sistema mixto:

[Arranque + carga] → [acarreo+ descarga]

2.2.4.5.- Operaciones auxiliares

Son aquellas actividades que dan soporte para la realización de las operaciones básicas, pero que muchas veces no forma parte directa de ellas, pero son esenciales para permitir la explotación minera de un modo eficiente y seguro.

Las operaciones auxiliares se pueden clasificar en los siguientes términos:

Tabla N° 2 Resumen operaciones auxiliares de minería

Función	Actividad
Salud y Seguridad	Control de polvo, Control de ruidos, prevención de incendios, seguridad industrial, controles médicos
Control ambiental	Control calidad de aguas, control estabilidad taludes, control de erosión de suelos, revegetación
Suministro de energía	Distribución eléctrica
Drenaje	Sistema de drenaje, laguna de sedimentación
Manejo escombros	Depósito de escombros, depósito de suelos
Mant. y Reparaciones	Taller de mantenimiento, adquisición de repuesto
Alumbrado	Alumbrado de vías, alumbrado fijo
Transporte de personal	Buses, camionetas
Construcción	Vías de acarreo

2.5.- MANTENIMIENTO

El rendimiento óptimo y eficiencia de trabajo de las máquinas que realizan las operaciones unitarias de minería depende de las condiciones en las que se encuentren los equipos, tales como el tiempo de obsolescencia de las máquinas, tipos de mantenimiento que se les aplica, entre otros. En este sentido exponen a continuación los criterios y conceptos que sustentan el desarrollo de la investigación.

Se entiende por mantenimiento el servicio a la operación que tiene por objeto lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible. En este sentido Ollavares (1995) señala que el mantenimiento es un servicio a la operación que tiene

por objeto lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible.

Por otra parte, haciendo énfasis basados en la disponibilidad de los equipos, Newbrough (1997) señala que el mantenimiento consiste en maximizar la disponibilidad de máquinas y equipos para la producción. Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro. Conseguir estas es la forma más económica posible y a largo plazo.

Dependiendo de la forma y el objetivo de las acciones a llevar a cabo, se pueden resaltar diferentes tipos de mantenimientos. preventivo, correctivo y predictivo.

2.5.1.- Mantenimiento preventivo

La necesidad de disminuir los costos generados por las bajas disponibilidades de la máquina y de las consiguientes paradas de producción llevan al personal de mantenimiento a programar revisiones periódicas con el objeto de mantener las máquinas en el mejor estado posible y reducir su probabilidad de fallo, lo que se denomina como mantenimiento preventivo.

Éste se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas y mantener en un nivel determinado a los equipos, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

Éste consiste en programar los servicios o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados de tiempo o espacios regulares (horas de servicio, kilómetros recorridos, toneladas producidas).

Tabla N° 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • La vida útil de los equipos se incrementa. • La aplicación de mantenimientos preventivos reducen la necesidad de mantenimientos correctivos, disminuyen los costos operativos e incrementan la disponibilidad de los equipos. • Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de éstos. • Menor tiempo perdido como resultado de los paros de maquinaria por descomposturas. • Menos reparaciones a gran escala, prevenidas por reparaciones de rutina. • Identificación del equipo que origina gastos de mantenimiento exagerados, pudiéndose así señalar las necesidades de un trabajo de mantenimiento correctivo para el mismo, un mejor adiestramiento del operador, o bien, el reemplazo de ésta. • Mejores condiciones de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los costos se pueden elevar sin producir mejoras sustanciales en la disponibilidad. • Costos medios de inventario

2.5.2.- Mantenimiento correctivo

En un principio, el mantenimiento quedaba relegado a intervenciones como consecuencia de fallas y con los consiguientes costos de reparación (mano de obra, piezas de repuesto,...), así como los relativos a los costes por las paradas de producción. Este tipo de mantenimiento se conoce como mantenimiento correctivo. Éste tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema.

Existen dos tipos de mantenimientos correctivos:

2.5.2.1.- No planificado: Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, entre otros).

2.5.2.2.- Planificado: Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Tabla N° 4. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis. • Máximo aprovechamiento de la vida útil de los equipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Las averías se presentan de forma inesperada lo que origina paradas no previstas en el proceso productivo • Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de una disponibilidad inmediata de repuestos importante. • Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados

2.5.3.- Mantenimiento predictivo

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

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo.

Tabla N° 5. Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Determinación óptima del tiempo para realizar el mantenimiento preventivo. • Ejecución sin interrumpir el funcionamiento normal de equipos e instalaciones. • Mejora el conocimiento y el control del estado de los equipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere personal entrenado, capacitado y una instrumentación de análisis costosa. • No es viable una monitorización de todos los parámetros funcionales significativos, por lo que pueden presentarse averías no detectadas por el programa de monitoreo. • Se pueden presentar averías en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas

2.6.- FIABILIDAD APLICADA AL MANTENIMIENTO

Parámetros para medir la fiabilidad aplicada al mantenimiento (Nava, 2004).

2.6.1.- Confiabilidad

Se define como la probabilidad de que un componente o equipo no fallará estando en servicio durante un período determinado, cuando es operado en condiciones razonablemente uniformes de presión, temperatura, velocidad, vibración, entre otros. O también la probabilidad de que un componente o equipo lleve a cabo su función adecuadamente durante un período bajo condiciones operacionales dadas.

Se dice que un equipo es confiable cuando funciona cada vez que se necesita y hace bien el trabajo para el cual fue diseñado, de otra manera se dice que es desconfiable.

2.6.1.1.- Estudio de confiabilidad: es el estudio de fallas de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin falla, se dice que el equipo es cien por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno.

Cuando la frecuencia de falla aumenta, se puede afirmar que la confiabilidad decrece.

Un buen análisis de fallas es el paso más importante en la determinación de un programa de mantenimiento económico (mantenimiento óptimo) y éste depende del conocimiento del índice de fallas de un equipo en cualquier momento de su vida útil.

2.6.1.2.- Tipos de análisis de fallas:

Análisis técnico de fallas: determina la causa y la magnitud de la falla. Este tipo de análisis es realizado por grupos de ingeniería (ej: corrosión, inspección de equipos ingeniería de planta, técnico de mantenimiento, etc.)

Análisis estadístico: Estudia la influencia del factor tiempo en el mecanismo de la falla a despecho de la causa.

El comportamiento de la frecuencia de fallas nos permite definir la vida útil de un equipo en tres períodos separados. Estos son: período de arranque, período de operación normal, período de desgaste (obsolescencia)

Tal como se muestra en la siguiente figura N° 16 (Nava, 2004):

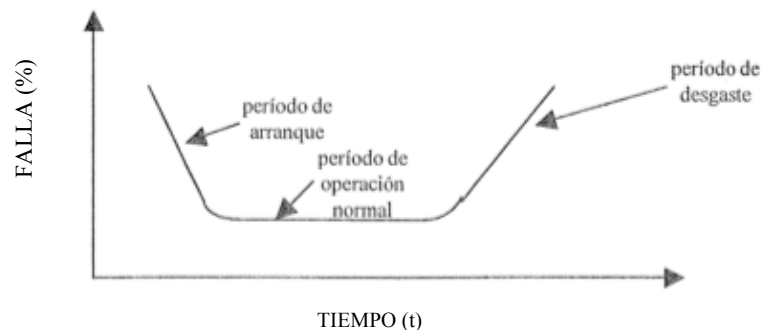


Figura N° 16. Curva característica que representa los períodos de vida de un equipo o curva de la bañera.

Periodo de arranque

- Índice de fallas decrecientes; es decir, al aumenta el tiempo la rata de falla decrece.
- La probabilidad de falla mañana es menor aquella en el día de hoy.

- En este período están todos los equipos de una planta recién arrancada y se caracterizan por un alto nivel de rotura, además de que su confiabilidad es muy baja.
- Generalmente, la corrección de los defectos de fábrica le corresponde al grupo de arranque, hasta el punto donde la frecuencia de fallas disminuye y llega estabilizarse en un índice constante; en este momento, el equipo se le entrega al grupo de operaciones.

Las fallas son debidas a:

- Defectos de material.
- Errores humanos.
- Componentes fuera de especificación durante el ensamblaje.
- Cada vez que a un equipo se le hace una reparación general, comienza un nuevo período de arranque.
- Las frecuencias de estas fallas tienden a disminuir a medida que los componentes son remplazados y los errores subsanados hasta que finalmente la rata se estabiliza y el equipo entra en un período de operación normal.

Período de operación normal

- Cubre la mayor parte de vida de un equipo.
- Índice de fallas es constante, es decir, la rata de fallas no varía mientras ocurre el envejecimiento del equipo.
- Es tan factible que suceda una falla ahora, como que suceda más tarde.
- Ocurren totalmente al azar y son imposibles de predecir.

Las fallas son debidas a

- Repetidas acumulaciones de esfuerzos por encima de la resistencia de diseño de los componentes
- Período de desgaste u obsolescencia
- Con el tiempo, todo equipo se desgasta y envejece, y todo material se degrada. La característica que resalta la presencia de este período puede expresarse en la siguiente forma:
- Un índice de falla creciente, es decir, al aumentar el tiempo, la rata de fallas incrementa.

Las fallas son debido a:

- Fatiga
- Desgaste mecánico
- Corrosión
- Erosión

Cuando un equipo entra en este período, debe someterse a una reparación general, idealmente esto debe hacerse cuando la rata de fallas empieza a aumentar.

2.6.2.- Confiabilidad operacional.

Se define como una serie de procesos de mejora continua, que involucran en forma sistémica, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la planeación y gestión de la productividad industrial. La Confiabilidad Operacional lleva implícita la capacidad de la empresa para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un específico contexto operacional.

Este término está referido a la probabilidad de que una instalación o sistema, representado por sus procesos tecnología y gente, cumplan su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional definido.

2.6.3.- Disponibilidad

La disponibilidad es la probabilidad de que un equipo esté operando o sea disponible para su uso, durante un periodo de tiempo determinado. (Nava, 1992).

Existen dos formas de calcular la disponibilidad de los equipos. En la ecuación N°1 se muestra la disponibilidad física (DF), definida como “la disponibilidad total operacional y considera los tiempos perdidos por cualquier razón”.

Ecuación 1:

$$\mathbf{DF\ (\%): [(TP+TD)/ TT] * 100}$$

En la ecuación N°2 se muestra la disponibilidad mecánica (DM), es el factor que muestra los tiempos perdidos por razones netamente mecánicas

Ecuación 2:

$$\mathbf{DM\ (\%): [TP/ (TP+TR)] * 100}$$

Donde:

TP: Tiempo de producción

TR: Tiempo de reparación

TD: Tiempos de demora

TT: Tiempo total (TP+ TR+ TD)

2.6.4.- Utilización de la disponibilidad física (U)

Es un porcentaje que muestra el registro de cómo una operación hace uso de la disponibilidad física. No obstante, esta medida de eficiencia se puede interpretar como el porcentaje real de operación del equipo. Se calcula con la siguiente ecuación.

Ecuación 3:

$$\mathbf{U\ (\%): [TP/ (TP+ TD)]* 100}$$

2.7.- BASE LEGAL DE LA TENENCIA Y DESINCORPORACIÓN DE LOS BIENES VINCULADOS A LOS DERECHOS MINEROS

El control de permanencia y uso de los bienes afectos a los derechos mineros, engloba una serie de acciones y mecanismos internos y/o trámites administrativos que se requieren para el control de tierras, obras permanentes, instalaciones, accesorios y equipos que forman parte integral de ellos, así como los bienes muebles o inmuebles intangibles, adquiridos con destino a las actividades mineras conforme con lo establecido en las leyes, reglamentos, resoluciones y, demás disposiciones aplicables a la misma.

Con el apoyo de la abogada Khatyuska Galvis, de la Dirección General de Planificación y Economía Minera del Ministerio para el Poder Popular de Petróleo y Minería, se realiza una recopilación de las bases legales que regulan el proceso denominado “control de la permanencia y uso de los de bienes afectos a un derecho minero”, el cual se encuentra contenido en los trámites administrativos específicos llamado “tramite de incorporación, desincorporación y traslado de un bien afecto a un derecho minero”, y está inmerso en la Dirección General de Fiscalización y Control Minero, adscrita al Viceministerio de Minas, del referido ministerio.

Objeto del Trámite:

Que los titulares de derechos mineros obtengan la autorización de desincorporación de equipos y bienes ubicados en los derechos mineros, en virtud de haber finalizado su vida útil.

Base legal:

- Artículos N° 12, 112, 113, 156 numerales 12 y 16, y 311 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, G.O. N° 5.453 del 24-03-2000
- Artículo N° 12, Decreto N° 6.732 sobre Organización y Funcionamiento de la Administración Pública Nacional, publicado en G.O. N° 9.202 del 17-06-2009.

- Artículo 4, Decreto N° 8.683, mediante el cual se hace la transferencia de las competencias relacionadas con la minería al Ministerio del Poder Popular de Energía y Petróleo, ahora denominado Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería.
- Art. 33 numeral 2, artículos 48, 49, 132 y siguientes del Reglamento General de la Ley de Minas, publicado G.O. N° 37.155 del 09-03-2001.
- Artículo 49, Ley Orgánica de Procedimientos Administrativos.
- Arts. 31, 32 numeral 8 de la Ley de Timbre Fiscal, G.O. 5.416 del 22-11-1999.
- Art. 102 y 103 de la Ley de Minas, publicada G. O. N° 5.382 del 28/09/1999.

Los artículos 102 y 103 de La Ley de Minas señalan la obligación de presentar un reporte con el inventario detallado de la maquinaria destinada a las actividades mineras, así como también mantener y conservar en buen estado estos equipos.

- **Artículo 102:** Las tierras, obras permanentes, incluyendo las instalaciones, accesorios y equipos que formen parte integral de ellas así como cualesquiera otros bienes muebles o inmuebles, tangibles e intangibles, adquiridos con destino a las actividades mineras, deben ser mantenidos y conservados por el titular en comprobadas condiciones de buen funcionamiento según los adelantos y principios técnicos aplicables, durante todo el término de duración de los derechos mineros y de todo el término de duración de los derechos mineros y de su posible prórroga, y pasarán en plena propiedad a la República libres de gravámenes y cargas, sin indemnización alguna, a extinción de dichos derechos, cualquiera sea la causa de misma.

- **Artículo 103:** El titular de derechos mineros deberá presentar al Ministerio de Energía y Minas un inventario detallado de todos los bienes adquiridos, con destino a las actividades mineras que realice, afectos a ellas, bienes de los cuales podrá disponer en forma alguna sin la previa autorización Ministerio de Energía y Minas, dada por escrito.

2.8.- DEFINICIONES

A continuación se describe y conceptualizan distintas herramientas que serán aplicadas durante la investigación.

2.8.1.- Encuesta

La investigación por encuesta es considerada como una rama de la investigación social científica orientada a la valoración de poblaciones enteras mediante el análisis de muestras representativas de la misma (Kerlinger, 1983).

Para Baker (1997) la investigación por encuesta es un método de colección de datos en los cuales se definen específicamente grupos de individuos que dan respuesta a un número de preguntas específicas.

En resumen las anteriores definiciones indican que la encuesta se utiliza para estudiar poblaciones mediante el análisis de muestras representativas a fin de explicar las variables de estudio y su frecuencia.

La instrumentación consiste en el diseño de un cuestionario o de una cédula de entrevista elaborados para medir opiniones sobre eventos o hechos específicos. Los dos anteriores instrumentos se basan en una serie de preguntas. En el cuestionario las preguntas son administradas por escrito a unidades de análisis numerosas. En una entrevista las respuestas a las cuestiones pueden escribirse en la cédula de entrevista o puede llevarse en una interacción cara a cara

2.8.1.1.- Ventajas y desventajas de la encuesta

La principal ventaja de la encuesta frente a otras técnicas es su versatilidad o capacidad para recoger datos sobre una amplia gama de necesidades de información. Sin embargo, también presenta ciertas limitaciones o inconvenientes como son:

La posible renuncia del encuestado a suministrar la información que se desea obtener.

El encuestado puede ser incapaz de aportar la información requerida por múltiples motivos (que no recuerde hechos, no los conozca, no distinga entre diferentes situaciones, entre otros.)

El propio proceso de interrogación puede influir en las respuestas del encuestado por cansancio en el interrogatorio cuando se trata de encuestas excesivamente largas, por dar respuestas socialmente aceptadas, entre otras.

2.8.2.- Estadística

Kendall y Buckland (citados por Gini V. Glas / Julian C. Stanley, 1980) definen la estadística como un valor resumido, calculado, como base en una muestra de observaciones que generalmente, aunque no por necesidad, se considera como una estimación de parámetro de determinada población; es decir, una función de valores de muestra.

La estadística es una técnica especial apta para el estudio cuantitativo de los fenómenos de masa o colectivo, cuya mediación requiere una masa de observaciones de otros fenómenos más simples llamados individuales o particulares (Gini, 1953).

Murria R. Spiegel, (1991) define: “La estadística estudia los métodos científicos para recoger, organizar, resumir y analizar datos, así como para sacar conclusiones válidas y tomar decisiones razonables basadas en tal análisis”.

La estadística es la ciencia que trata de la recolección, clasificación y presentación de los hechos sujetos a una apreciación numérica como base a la explicación, descripción y comparación de los fenómenos (Yale y Kendal, 1954).

Cualquiera sea el punto de vista, lo fundamental es la importancia científica que tiene la estadística, debido al gran campo de aplicación que posee.

2.8.3.- Población

Una población se precisa como un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes.

Definen como una población al conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones. Levin & Rubin (1996). Mientras que Cadenas (1974) habla que una población es un conjunto de elementos que presentan una característica común.

La población puede ser según su tamaño de dos tipos:

2.8.3.1.- Población finita: el número de elementos que la forman es finito.

2.8.3.2.- Población infinita: el número de elementos que la forman es infinito, o tan grande que pudiesen considerarse infinitos. Como por ejemplo si se realizase un estudio sobre los productos que hay en el mercado. Hay tantos y de tantas calidades que esta población podría considerarse infinita.

2.8.4.- Muestra

Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla, Spiegel, 1991. Otros autores como Levin & Rubin, 1996 la definen como una colección de algunos elementos de la población, pero no de todos y Cadenas, 1974 una muestra debe ser definida en base de la población determinada, y las conclusiones que se obtengan de dicha muestra solo podrán referirse a la población en referencia.

Una muestra representativa contiene las características relevantes de la población en las mismas proporciones que están incluidas en tal población.

Los expertos en estadística recogen datos de una muestra. Utilizan esta información para hacer referencias sobre la población que está representada por la muestra.

2.8.5.- Muestreo

Es el procedimiento empleado para obtener una o más muestras de una población; el muestreo es una técnica que sirve para obtener una o más muestras de población.

Este se realiza una vez que se ha establecido un marco muestral representativo de la población, se procede a la selección de los elementos de la muestra aunque hay muchos diseños de la muestra.

Al tomar varias muestras de una población, las estadísticas que calculamos para cada muestra no necesariamente serían iguales, y lo más probable es que variaran de una muestra a otra.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.-TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo exploratorio y de campo. Se busca examinar, describir y detallar con profundidad las características y condiciones físicas de los equipos presentes en la minería a cielo abierto en el estado Bolívar. El problema planteado, novedoso y con escaso en información. Al respecto Malhorta, 1997.p.87, define a la investigación exploratoria como: “los estudios exploratorios se efectúan... cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no haya sido abordado antes.”

No obstante, en el Manual de Trabajos de Grado y Maestrías y Tesis Doctorales, la UPEL, (1998,p. 7), define a la investigación de campo como “el análisis sistemático de problemas con el propósito de describirlos, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores constituyentes, o predecir su ocurrencia”

3.2.-DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de investigación se desarrolló bajo la modalidad de un estudio de tipo trabajo no experimental transeccional o transversal debido a que, se observaron la situación y condición actual de los equipos tal y como se presentan en su contexto natural, sin alterar alguna variable, para después analizarla, recolectando datos en un solo momento, en un tiempo único.

Kerlinger (1979, p. 116) define la investigación no experimental como: la investigación no experimental o *expost-facto* es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”.

3.3.-POBLACIÓN Y MUESTRA

Es importante definir primero que una población “es el conjunto de todos los elementos que comparten un grupo común de características, y forman el universo para el propósito del problema”. (Malhotra 1997, p. 359).

La población está constituida por toda la maquinaria de operaciones unitarias y auxiliares que se realizan en las canteras y minas a cielo abierto del estado Bolívar, sin importar su estado operacional.

La muestra estará definida por los equipos que laboran en el área de producción, operaciones básicas de minería, de las canteras y minas a cielo abierto del estado Bolívar que permitan el acceso a la información referente a la situación de su maquinaria

3.4.-INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN

Para la obtención de la información a través de las fuentes se emplearon las técnicas de observación y encuestas, relacionados con los aspectos requeridos por la investigación.

La encuesta la define el Prof. García Ferrado como: una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con intención de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.

Se utilizó un instrumento de recolección de información tipo encuesta elaborado por Garrido, 2012. Este permitió recabar toda la información referente a las características técnicas del equipo, así como también su situación y características operacionales. Se planteó aplicar la herramienta por medio de preguntas abiertas y cerradas.

Posteriormente, se utilizó un programa de hojas de cálculos para ordenar y clasificar los datos recolectados en campo. De tal manera de facilitar el procesamiento y posterior análisis de estos.

3.5.-ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis y representación de la información recolectada, se agruparon y estructuraron los datos obtenidos, mediante la aplicación del instrumento, en tablas de trabajo elaboradas de tal forma que permiten crear gráficos y aplicación de herramientas estadísticas que generen una serie de medidas de tendencia, para ver en qué medida los datos se agrupan o dispersan en torno a un valor central considerando la situación, condiciones físicas y operacionales de los equipos de minería a cielo abierto en el estado Bolívar.

3.6.- LIMITACIONES

Previo a la investigación de campo a realizarse, el estudio requirió la búsqueda de un listado con toda la información de los derechos mineros y empresas que explotan minerales metálicos y no metálicos en el estado Bolívar, de forma tal de poder establecer contacto con éstas, solicitarles el permiso correspondiente para llevar a cabo una visita técnica y finalmente aplicar el instrumento. En primer lugar gran cantidad de la información facilitada en el listado adquirido se encontraba desactualizada, esto es que en ocasiones los datos de contactos eran erróneos y un número considerable de minas y canteras se encontraban inoperativas o próximas a cerrar, de modo que sólo se pudo realizar un acercamiento a las empresas que se encontraban operativas y pudieron ser contactables vía telefónica.

Es aquí donde radica la gran limitación de ésta investigación, una vez establecido el contacto con las empresas, algunas de ellas no aceptaron la realización de la visita técnica, ni dar información requerida en el instrumento de medición. Además, la accesibilidad geográfica a las mismas también fue un factor limitante. La mayoría de las empresas se encuentran ubicadas en lugares de difícil acceso y de alto nivel de inseguridad para quien desconoce el área, de tal forma que se hizo inviable la visita

técnica a estas operaciones mineras, debido a la falta de vehículos rústicos así como la carencia de algún apoyo logístico de seguridad.

Por otra parte, para el momento de la realización del trabajo de campo la mayoría de las productoras de oro, ubicadas en el Municipio El Callao, se encontraban conflictos laborales, por lo que el ingreso a ellas no fue permitido . De tal modo, las empresas de ésta zona forman parte de la población pero no de la muestra de estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1.- C.V.G FERROMINERA ORINOCO, C.A. (FMO)

Se encuentra ubicada en el estado Bolívar. Cuenta con dos centros de operaciones: Ciudad Piar, donde se encuentran los principales yacimientos de mineral de hierro, denominado Cuadrilátero Ferrífero San Isidro; y Puerto Ordaz, lugar en el que están las plantas de procesamiento de mineral de hierro, pellas y briquetas, así como el muelle, parte de las operaciones ferroviarias y oficinas principales. Tiene el monopolio de la explotación de la industria del mineral de hierro en Venezuela. Además abastece la industria siderúrgica nacional así como a aquellos mercados internacionales que resulten económicos y estratégicamente atractivos.

Para la fecha de la visita técnica a las instalaciones de C.V.G FMO, 9 de septiembre 2011, la empresa estimaba una producción de 1.500.000 ton/mes de mineral de hierro.

La empresa cuenta con un total de 96 equipos que realizan las operaciones básicas y auxiliares de mina. Estos operan las 24 horas en jornadas de trabajo de 8 horas, con 6 de ellas efectivas. Los equipos son sometidos a rigurosos planes de mantenimiento preventivo y correctivo gracias a que cuentan con un taller propio con servicio técnico especializado. La organización tiene como filosofía realizar los mismos a todos los equipos cada 250 horas de uso hasta las 1000 horas operativas y a partir de allí, cada 500 horas de uso a pesar que la mayoría de los repuestos utilizados son importados.

Por otra parte, con el fin de conservar el óptimo rendimiento de las máquinas, el personal que opera las máquinas recibe constante entrenamiento de capacitación para el uso de éstas.

A continuación se clasifican y describen las maquinas por tipo de actividad que realizan:

4.1.1.- Equipos de arranque

Tabla N° 6. Equipos de arranque que operan en C.V.G. FMO, C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Año adquisición
Perforadora	3	Atlas Copco	*	2/ 3	P	2005
Perforadora	2	TamRod	*	No	P	2005
Perforadora	1	Svedala	*	No	P	2005
Perforadora	2	Terex	SKS 16	Si	P	2007
Perforadora	2	P&H	320 XPC	1/ 2	P	2007

***Sin información**

Como se muestra en la tabla N° 6 C.V.G Ferrominera cuenta con un total de diez unidades de arranque de material mineral. De los cuales el 50% se encontraba en reparación para el momento de la aplicación del instrumento.

Una perforadora Atlas Copco, dos Tamrod, una Svedala y una P&H 320XPC son las máquinas que se encontraban en reparación. En general presentaban fallas en los componentes principales del sistema hidráulico, tales como: mangueras y bombas. Para el momento de fallar, los equipos no contaban con los repuestos necesarios, estos debieron ser importados, aumentando así los tiempos de paradas por reparación.

Por otra parte, los equipos operativos: dos perforadoras Atlas Copco, dos Terex SKS16 y uno P&H 320XPC, no presentaban fallas y se encontraban trabajando con regularidad.

En general, la flota de equipos de arranque presentó, para la fecha de la recolección de datos, una disponibilidad física 72% y una utilización efectiva del 95%, siendo el primero el indicador más bajo en comparación con la flota de equipos de carga, acarreo y equipos auxiliares.

4.1.2.- Equipos de carga

Tabla N° 7. Equipos de carga que operan en C.V.G. FMO, C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Pala de cables	3	P&H	2100 XB	12	750	Si	P	N
Pala de cables	1	P&H	2800 XP	36	3000	Si	P	N
Excavadora frontal	2	Terex	O&K R 200	26	2060	1/2	P	N
Cargador frontal	2	Letourneau	1350	19,5	1600	No	P	N
Cargador frontal	2	Komatsu	1200	19,5	1560	Si	P	N
Cargador frontal	1	Caterpillar	994 F	16	1463	Si	P	N
Cargador frontal	4	Komatsu	WA 900	12,5	856	Si	P	N
Cargador frontal	1	Caterpillar	992 F	12,5	800	No	P	N

Para las operaciones de carga de material, la empresa cuenta con 16 máquinas, descritas en la tabla N° 7. De éstas cuatro unidades se encuentran en reparación mayor; dos cargadores frontales LeTourneau, un 994F Caterpillar y una excavadora frontal Terex O&K RH200. Dicha reparación toma aproximadamente dos o tres meses para llevarse a cabo. Se desconocen los motivos de las averías.

La cantidad de equipos restantes, en estatus operativo, representan el 75% de la totalidad de máquinas. En general, la flota presenta una disponibilidad física del 77% y una utilización efectiva del 95%.

4.1.3.- Equipos de acarreo

Los camiones para el acarreo se mantienen con una disponibilidad física del 80% y una utilización efectiva del 95%. En general, los equipos se mantienen bien operados y fallan con poca frecuencia. De la flota total, 91,3% de las máquinas se encuentran operativas. El 8,7% restante, corresponde a dos camiones Belaz 75305 en estatus inoperativo falta de disponibilidad de cauchos para repuestos.

Tabla N° 8. Equipos de acarreo que operan en C.V.G FMO, C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (Ton)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)
Camión roquero	8	Komatsu	730 E	180	2000	Si	P	N
Camión roquero	10	Caterpillar	789	180	1705	Si	P	N
Camión roquero	3	Caterpillar	777	100	870	Si	P	N
Camión roquero	2	Belaz	75305	180	*	No	P	N

***Sin información**

4.1.4.- Equipos auxiliares

Tabla N° 9. Equipos auxiliares que operan en C.V.G. FMO, C.A.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ Usado (N/U)
Tractor de cauchos	5	Caterpillar	824 G	*	315	Si	P	N
Tractor de cauchos	5	Komatsu	WD 500	*	315	No	P	N
Tractor de orugas	15	Caterpillar	D10 N	*	520	SI	P	N
Tractor de orugas	5	Komatsu	D 375	*	605	No	P	N
Retroexcavadora	1	Caterpillar	E 240 B	0,9	148	Si	P	N
Retroexcavadora	1	Caterpillar	345 C	2	321	Si	P	N
Retroexcavadora cargadora	1	Caterpillar	430 D	1	100	No	P	N
Motoniveladora	2	Komatsu	GD 825 A	*	280	Si	P	N
Motoniveladora	5	Caterpillar	16 H	*	275	2/ 5	P	N
Motoniveladora	1	Caterpillar	24 M	*	533	Si	P	N
Camión Cisterna	6	Caterpillar	773 F	*	700	3/ 6	P	N

***Sin información**

La flota total de equipos auxiliares es de 47 unidades, de las cuales tres se encuentran en reparación; dos motoniveladoras 16H Caterpillar y una retroexcavadora cargadora 430D Caterpillar, principalmente por fallas hidráulicas-mecánicas. En estatus inoperativo se encuentran: cinco tractores de cauchos Komatsu WD500, cinco tractores de oruga Komatsu D375 y tres camiones cisterna 773F (como se muestra en la tabla N° 9), en espera por repuestos varios no especificados.

La disponibilidad física del parque total de maquinarias es de 75% y posee una utilización efectiva del 95%. Los equipos están expuestos a un uso exhaustivo, con elevado desgaste en los elementos de traslación y de corte.

4.2.- C.V.G BAUXILUM, C.A.

Es la empresa resultante de la fusión entre Bauxiven (fundada en 1979) e Interálumina (fundada en 1977) en marzo de 1994. Está conformada por las operadoras de Bauxita y Alúmina. La Operadora de Bauxita se encarga de la explotación de los yacimientos del mineral en la zona de Los Pijiguaos, correspondiente al municipio Cedeño del estado Bolívar, tiene una capacidad instalada de 6 millones de TM al año. Inició sus operaciones oficialmente en 1983, enviando las primeras gabarras con mineral de bauxita, a través del río Orinoco, desde el puerto El Jobal hasta el muelle de la Operadora de Alúmina ubicada en Matanzas. Tiene como responsabilidad impulsar el crecimiento sustentable de la industria nacional de bauxita, satisfaciendo la demanda de bauxita y alúmina en forma competitiva y rentable.

Para la fecha de la visita técnica a las instalaciones de C.V.G Bauxilum, 5 de septiembre 2011, la empresa estimaba una producción de 291.000 ton/mes de bauxita.

La empresa cuenta con un total de 29 equipos que realizan las operaciones básicas y auxiliares de mina. Estos trabajan en el período comprendido entre el mes de enero al mes de mayo en jornadas de trabajo de 12 horas, distribuidas en dos turnos de seis horas. Desde el mes de mayo al mes de diciembre los equipos combinan a las 24 horas con turnos de trabajo de seis horas.

La organización tiene como filosofía realizar rigurosos mantenimientos preventivos a los equipos, para ello cuentan con un taller propio con servicio técnico especializado, sin embargo gran parte de flota de máquinas no recibió servicio postventa una vez adquirida. Además, la empresa carece de registros de la cantidad de horas en las que los equipos están en reparación al mes. No obstante, realizar el mantenimiento

preventivo se puede tomar de tres a cuatro turnos, sujeto a una baja disponibilidad de repuestos en el sector, la mayoría de estos requieren ser importados.

En seguida se clasifican y describen las máquinas por tipo de actividad que realizan:

4.2.1.- Equipos de arranque y carga

Debido a la baja dureza de la bauxita, el sistema de explotación no requiere del uso de voladuras, por ende, los equipos de carga realizan de forma directa el arranque de material.

Tabla N° 10. Equipos de arranque y carga que operan en C.V.G. Bauxilum, C.A

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (Hp)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)	Año adq.
Excavadora frontal	1	Caterpillar	5130	10,5	755	Si	P	N	1992
Excavadora frontal	1	Caterpillar	5130B	11	800	No	P	N	1992
Cargador frontal	1	Caterpillar	992C	10,3	690	No	P	N	*
Cargador frontal	2	Caterpillar	992G	12,3	690	Si	P	N	*

***Sin información**

El mal uso de los equipos trae como consecuencia continuas fallas en los sistemas de engrase e hidráulicos y por ende repetidas demoras por reparación. Las bombas y mangueras son los elementos que fallan de forma constante. No obstante, para el momento de la recolección de los datos, el cargador Caterpillar 992C presentaba problemas en el sistema de acople del balde (avería poco común). La excavadora frontal 5130B presentaba problemas con el sistema hidráulico y motor de giro.

Por otra parte, es importante resaltar que el parque de equipos de arranque y carga, fue comprado sin horas de uso y actualmente tiene en promedio quince mil (15.000) horas de uso con una disponibilidad física de 37%.

4.2.2.- Equipos de acarreo

Tabla N° 11. Equipos de acarreo que operan en C.V.G. Bauxilum, C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (Ton)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Camión Roquero	1	Caterpillar	773B	54/ 59	650	Si	P
Camión Roquero	2	Caterpillar	777C	86/ 95	870	Si	P
Camión Roquero	8	Caterpillar	777D	90/ 100	938	4/ 8	P
Camión Roquero	1	Caterpillar	777F	90/ 100	938	No	P

C.V.G Bauxilum cuenta con 12 camiones roqueros, encargados del acarreo desde la mina hasta la estación de trituración de bauxita, de los cuales siete camiones se encontraban en estado operativo al momento de la visita técnica. De los cinco equipos restantes, tres Caterpillar 777D y un 777F estaban en reparación por problemas en la suspensión y en el sistema hidráulico, producto del material fino, generado en mina, que se adhiere a estos sistemas desgastándolos rápidamente. La unidad inoperativa Caterpillar 777D ha sido “canibalizada”, esto es, sus partes han sido utilizadas como repuestos para otros equipos.

La flota de equipos tiene, en promedio, 33.000 horas de uso y presenta una disponibilidad física del 63%.

4.2.3.- Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares están destinados a realizar diversos tipos de actividades; los tractores de orugas trabajan en operaciones de desforestación, mientras que los tractores de ruedas para arrastre de material; motoniveladoras y camiones cisterna realizan el mantenimiento de las vías y el cargador frontal sirve de apoyo y soporte a las operaciones de mina.

Tabla N° 12. Equipos auxiliares que operan en C.V.G. Bauxilum, C.A.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)
Cargador frontal	1	Caterpillar	988 B	5,5	375	No	P	N
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9 L	*	460	Si	P	*
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D9 R	*	410	No	P	*
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8 L	*	335	No	P	N
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D10 R	*	700	No	P	*
Tractor de orugas	1	Komatsu	D 375 A5	*	625	Si	P	*
Tractor de cauchos	1	Caterpillar	824 C	*	315	SI	P	*
Tractor de cauchos	1	Caterpillar	824 G	*	315	No	P	*
Motoniveladora	1	Caterpillar	16 H	*	275	Si	P	*
Motoniveladora	1	Caterpillar	14 G	*	200	No	P	*
Camión cisterna	1	Caterpillar	773 B	50	650	No	P	*
Camión cisterna	1	Caterpillar	773 D	50	650	Si	P	*

***Sin información**

C.V.G Bauxilum cuenta con 12 equipos para operaciones auxiliares, de los cuales siete unidades se encontraban en reparación por fallas en el sistema de transmisión e hidráulico. En general, el parque de máquinas presentaba una disponibilidad física del 42%.

4.3.- CONCRETERA S.I.M.P.C.A.

Servicios Industriales Maquinaria Pesada, C.A. es una empresa del sector público ubicada en la zona industrial Matanzas, en Puerto Ordaz. Es la principal productora de piedra picada del estado Bolívar. Cuenta con dos canteras, cantera La Concesión y cantera Con-piedra.

Para la fecha de la visita técnica a las instalaciones de la Concretera S.I.M.P.C.A, 30 de agosto 2011, la cantera La Concesión estimaba una producción de 11.000 ton/mes

de piedra picada y la cantera Con-piedra estimaba una producción de 55.000 ton/mes. Juntas, estiman una producción de 66.000 ton/mes de piedra picada.

La empresa cuenta con un total de 18 equipos para las operaciones básicas y auxiliares de mina de los cuales nueve equipos son alquilados y nueve propiedad de S.I.M.P.C.A. Estos operan diariamente jornadas de trabajo de 16 horas, las cuales se dividen en dos turnos de 8 horas cada uno.

La misma posee talleres de servicio propio pero carece de personal técnico especializado, además, de la flota total de máquinas solo dos de estas recibieron servicio postventa. Como filosofía de la empresa, deben realizar mantenimiento preventivo a las máquinas cada 250 horas operativas, sin embargo están sujetos a una muy baja disponibilidad de repuestos.

Por otra parte, es la empresa de alquiler de equipos la que se encarga del servicio técnico y mantenimiento necesario de la maquinaria que opera en las canteras La Concesión y Con- Piedra.

A continuación se clasifican y describen las máquinas por tipo de actividad:

4.3.1.- Equipos de arranque

En la tabla N° 13 se referencian datos de las dos perforadoras utilizadas por la empresa. Solo una se encontraba operativa, la perforadora Mustang Joyce 350CMF, la cual es alquilada. No se poseen registros de los índices operacionales de este equipo. Por otra parte, la perforadora Ingersoll Rand se encontraba en reparación. Para el momento de la visita se le estaba realizando una reparación mayor, esto es, cambiando todas las partes principales, entre ellos el por el elevado número de horas operativas.

Tabla N° 13. Equipos de arranque que operan en S.I.M.P.C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m/h)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Perforadora	1	Ingersoll Rand	*	9	No	P	U
Perforadora	1	Mustang Joyce	350 CMF	16	Si	A	*

*Sin información

4.3.2.- Equipos carga

S.I.M.P.C.A cuenta con seis equipos de carga (tabla N° 14), de los cuales solo tres estaban en estatus operativo, la retroexcavadora Caterpillar 330, 345B y una Case de modelo desconocido, todos alquilados. Los tres cargadores también en estatus de reparación; el cargador Caterpillar 988B es el más antiguo (adquirido usado en 1978), con un motor nuevo solo tenía 5.000 horas de uso y se le estaba cambiando el cigüeñal y los inyectores. El segundo cargador Caterpillar 980F (adquirido en 1996 de segunda mano), con 19.500 horas de uso, presentaba fallas para el momento de la visita en el sistema eléctrico. Por último, el Caterpillar 966G es la más reciente adquisición comprado en el 2003, tenía 17.400 horas de uso y le estaban realizando cambios en las válvulas del motor.

Tabla N° 14. Equipos de carga que operan en S.I.M.P.C.A.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo /usado (N/U)	Año adq.
Retro-excavadora	1	Caterpillar	330	2,6	222	Si	A	*	*
Retro-excavadora	1	Caterpillar	345B	3,1	290	Si	A	*	*
Retro-excavadora	1	Case	*	2,2	270	Si	A	*	*
Cargador frontal	1	Caterpillar	988B	5,5	375	No	P	U	1978
Cargador frontal	1	Caterpillar	980F	4,3	275	No	P	U	1996
Cargador frontal	1	Caterpillar	966G	3,6	235	No	P	N	2003

*Sin información

Tabla N° 15. Disponibilidad física y utilización de los cargadores frontales que operan en S.I.M.P.C.A.

Equipo	Disponibilidad física (%)	Utilización (%)
988B	75	75
980F	90	90
966G	95	90

4.3.3.- Equipos de acarreo

El 43% de la flota de acarreo de S.I.M.P.C.A. es alquilada y se encontraba en reparación, tal como se muestra en la tabla anterior, carecen de la información detallada del estado de las maquinas. Del 57% restante de la flota de equipos, cuatro son propias de la empresa; los dos camiones Euclid R50 se encontraban operativos, el adquirido en el 2009 no había presentado fallas y el adquirido en 1992 fue reconstruido, funcionando en su totalidad. Por otra parte, los dos camiones Caterpillar 769 de la organización se encontraban en reparación, tal como se muestra en la tabla N° 13. El primero presentaba falla en el motor y el segundo en la transmisión, ambos sistemas debían ser reconstruidos en su totalidad. Además, estaban en espera para ser reparado pues los repuestos debían ser importados.

Tabla N° 16. Equipos de acarreo que operan en S.I.M.P.C.A.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (Ton)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)	Año adq.
Camión roquero	4	Caterpillar	769	31/ 35	298	No	2 A + 2 P	U	*
Camión roquero	1	Caterpillar	773	45/ 50	600	No	A	*	*
Camión roquero	2	Euclid	R 50	40/ 45	640	Si	P	U	2009/ 1992

*Sin información

La flota de acarreo presentaba una disponibilidad física del 74% y la utilización del 89%.

4.3.4.- Equipos auxiliares

Para momento de la recolección de datos todos los equipos auxiliares estaban operativos (tabla N° 17). El cargador frontal empleado para el despacho de material presentaba una disponibilidad física del 76%. La grúa móvil, utilizada como apoyo en la reparación de equipos presentaba un 95% de disponibilidad física. Por otra parte, no se contaba información del camión cisterna ya que no era de la empresa.

Tabla N° 17. Equipos de acarreo que operan en S.I.M.P.C.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap.	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/U)	Nuevo/usado (N/U)
Grúa móvil	1	Bucyrus	E15	15 ton	*	Si	P	U
Camión cisterna	1	*	*	10.000 l	*	Si	A	U
Cargador frontal	1	Caterpillar	950 e	2,5 m ³	160	Si	P	U

*Sin información

4.4.- CANTERA PALMA SOLA, C.A. (CPSCA)

Empresa del sector privado ubicada en la carretera vieja Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar. Se encarga de la explotación y comercialización de piedra picada utilizada para concreto. Para la fecha de la visita 31 de agosto de 2011, la Cantera Palma Sola, C.A presentaba una producción estimada de 20.000 ton/mes de gneis triturado.

La flota de equipos cuenta con once máquinas, hasta con 30 años de antigüedad, siendo los que más se detienen y deterioran los equipos de carga, debido a las características de la roca, muy abrasiva. Estos operan jornadas de trabajo de 7 am a 4:30 pm, cinco días a la semana.

Por otra parte, la empresa realiza todos los mantenimientos preventivos y correctivos en sus instalaciones, para ello cuentan con talleres propios, aunque no con personal técnico especializado. Además, carecen de disponibilidad de repuestos para uso inmediato.

Seguidamente se clasifican y describen las máquinas por tipo de actividad:

4.4.1.- Equipos de arranque

Las perforadoras son los equipos que conforman el parque de máquinas de arranque de material, como se muestra en la tabla N° 18 Los dos primeros se encontraban operativos para el momento de la recolección de datos, no cuentan con algún registro de índices operacionales o índices de eficiencia aunque se les realiza mantenimiento preventivo cada dos días. La perforadora Atlas Copco ECM 660 no se encontraba operativa, presentaba fallas en la tarjeta electrónica y estaba en estudio si ésta sería reemplazada o se adquiriría un nuevo equipo.

Tabla N° 18. Equipos de arranque que operan en CPSCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Perforadora	1	Atlas Copco	*	*	Si	P
Perforadora	1	Ingersoll Rand	*	*	Si	P
Perforadora	1	Atlas Copco	Ecm 660	260	No	P

*Sin información

4.4.2.- Equipos de carga

Cantera Palma Sola. C.A. cuenta con dos equipos para la carga del material, de los cuales solo uno se encontraba operativo, la retroexcavadora John Deere 450 D CL.

Tabla N° 19. Equipos de carga que operan en CPSCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Retroexcavadora	1	John Deere	450D CL	2,5	348	Si	P
Retroexcavadora	1	Caterpillar	245B	2	360	No	P

Se observa en la tabla N° 19 que la retroexcavadora Caterpillar 245B, se encontraba inoperativa, presentaba fallas (comunes en esta aplicación) en el sistema hidráulico, los cilindros, la bomba de inyección y en el balde. La flota tenía una disponibilidad física del 80%.

La empresa tiene la filosofía de realizar servicios a las máquinas cada cierta cantidad de horas promedio de uso, sin embargo, a veces esperan a que se produzca una falla en el equipo y luego se analiza si será reparada de forma inmediata o en un lapso perentorio.

4.4.3.- Equipos de acarreo

Dos equipos conforman la flota de máquinas de acarreo de la empresa (tabla N° 20), siendo el Terex TR 40 el adquirido más recientemente, con tan solo 3.700 horas de uso para el momento de la recolección de datos. En general, presentaron una disponibilidad física del 75%.

Tabla N° 20. Equipos de acarreo que operan en CPSCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (Ton)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Camión roquero	1	Caterpillar	773A	45/ 50	600	Si	P
Camión roquero	1	Terex	TR 40	26/ 40	525	Si	P

Para el momento de la recolección de datos, toda la flota se encontraba operativa, como se muestra en la tabla N° 20.

4.4.4.- Equipos Auxiliares

Los cargadores frontales se utilizan para el manejo de material en planta y apoyo en los frentes de trabajo y vías. La retroexcavadora cargadora para trabajos menores en la cantera, tales como apertura de zanjas. Por la antigüedad de las máquinas, las horas de uso no están registradas y carecen de mantenimiento preventivo planificado pues, este se lleva a cabo, muchas veces cuando los empleados tienen un día “libre”.

Tabla N° 21. Equipos auxiliares que operan en CPSCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (p/a)
Cargador frontal	2	Caterpillar	988B	5,5	375	1/ 2	P
Cargador frontal	1	John Deere	824J	5	333	No	P
Retroexcavadora cargadora	1	Caterpillar	416	1	62	Si	P

La disponibilidad de repuestos está afectando el rendimiento de los equipos. El cargador frontal John Deere 824J se encontraba inoperativo por falta de cauchos de repuesto, un Caterpillar 988B se encontraba bajo consideración, es decir, si debía ser reemplazado por un equipo nuevo o se le debía realizar una reconstrucción total. Finalmente, solo el 50%, dos de cuatro equipos, de la flota de equipos auxiliares se encontraba disponible, tal como se observa en la tabla anterior.

4.5.- INVERSIONES MINERAS EL MANANTIAL, C.A. (IMEMCA)

Empresa del sector privado ubicada en la carretera vieja Puerto Ordaz-Ciudad Bolívar. La producción estimada de la empresa era de 16.000 ton/mes para la fecha de la visita 30 de agosto 2011, lo cual representa un gran aporte para la industria de la piedra picada.

Doce equipos conforman la fuerza de producción de la empresa, de los cuales el 33,3% se encuentra inoperativo. Estos trabajan en jornadas de trabajo de 12 horas, distribuidas en dos turnos de seis horas.

Es importante resaltar que la empresa tiene como filosofía realizar todos los mantenimientos y servicios a los equipos cada 300 horas en sus instalaciones. Para ello, cuentan con talleres propios, aunque no con servicio técnico especializado ni disponibilidad de repuestos para entrega inmediata.

Se clasifican y describen las máquinas por tipo operación unitaria:

4.5.1.- Equipos de arranque

Para la fecha de la recolección de los datos, las perforadoras se encontraban operativas, tal como se muestra en la tabla N° 22, aunque presentaban reiteradas fallas en el sistema de eléctrico y de control, lo que causaba paradas no programadas. En promedio, 98 horas por mes.

Tabla N° 22. Equipos de arranque que operan en IMEMCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Perforadora	1	Ingersoll Rand	Ecm 660	Si	P	U	2003
Perforadora	1	Tamrock	Scat 700-2	Si	P	U	2002

4.5.2.- Equipos de carga

Cuatro equipos conforman el parque total de máquinas en la carga de material. El 50% de estos equipos se encuentra en estatus operativo, esto es, solo dos de ellos, como se observa en la tabla N° 23, mientras las otras dos máquinas restantes en reparación, principalmente por fallas en los componentes hidráulicos y eléctricos, de los cuales se desconoce su origen.

Tabla N° 23. Equipos de carga que operan en IMEMCA.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo /usado (N/U)	Año adq.
Retro-excavadora	1	Caterpillar	365BL	5,5	385	Si	P	U	2002
Retro-excavadora	1	Caterpillar	345BL	2,4	321	No	P	U	1998
Cargador frontal	2	Caterpillar	980G	5,5	300	1/2	P	U	2003

4.5.3.- Equipos de acarreo

De la flota total de equipos de acarreo solo uno estaba operativo, como se observa en la tabla N° 24. Solo el 33,3% de la flota estaba operando. Este se detiene 42 horas/mes, en promedio para ser reparado. Por otra parte, un camión Terex TA30

presentaba fallas en el convertidor de la caja y el Caterpillar 773A tenía el motor fundido desde hace dos años.

Tabla N° 24. Equipos de acarreo que operan en IMEMCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (Ton)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Camión roquero	2	Terex	TA30	17,5/33	350	1/ 2	P	U	2004
Camión roquero	1	Caterpillar	773A	30/50	682	No	P	U	2006

4.5.3.- Equipos auxiliares

La retroexcavadora cargadora Caterpillar 416C se utiliza en la carga y transporte de materiales utilizados en la cantera. Como registro de datos arrojados por este equipo, solo se contaba con un promedio de las horas que pasa en reparación al mes, en promedio, 14 horas.

Tabla N° 25. Equipos auxiliares que operan en IMEMCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Retro excavadora	1	Caterpillar	416C	1/1,25	75	Si	P	U	2006

4.6.- MINERA VOLCAN, C.A. (MVCA)

Empresa del sector privado ubicada Zona Industrial Cambalache, al final de la vía principal, Puerto Ordaz. Es una de las más importantes productoras de arena lavada en la zona. Para la fecha de la visita, 15 de septiembre de 2011, Minera Volcán, C.A estimaba una producción de 25.000 m³/mes.

Para las operaciones de arranque y carga, la empresa cuenta con un total de siete equipos. Estos operan las 24 horas del día en dos jornadas de 12 horas cada una. Minera Volcán, C.A cuenta con talleres propios y tiene como filosofía realizar rigurosos mantenimientos a los equipos, no cuentan con personal técnico especializado ni con disponibilidad inmediata de repuestos. Para el momento de la

recolección de los datos, la empresa se encontraba realizando la carga de los camiones (contratados) con cargadores frontales alquilados.

A continuación se clasifican y describen las máquinas por tipo de actividad que realizan:

4.6.1.- Equipos de arranque

El arranque de material se efectúa por medio de una draga que succiona arena del fondo del río Orinoco diaria y continuamente, por lo que debe realizarse mantenimiento a las máquinas todos los lunes, inicio de semana. Para la fecha de la visita técnica la demanda de arena lavada era menor a la capacidad de producción de la cantera, por ello la draga de 360HP de potencia se encontraba detenida. No obstante, su motor estaba siendo repotenciado. Por otra parte, la draga de 800HP de potencia estaba operando. No se llevaba registro de los índices operacionales de estos equipos.

Tabla N° 26. Equipos de arranque que operan en MVCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Draga	1	Caterpillar	800	Si	P	N
Draga	1	Caterpillar	360	Si	P	N

4.6.2.- Equipos de carga

Cinco máquinas conforman la flota total de equipos de carga, tal como se observa en la tabla N° 27, de los cuales un cargador frontal Caterpillar 980 es alquilado, siendo este el único operativo del total de cuatro.

Tabla N° 27. Equipos de carga que operan en MVCA.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Año adq.
Dragalina	1	Bucyrus	*	*	*	Si	P	+ 50 años
Cargador frontal	3	Caterpillar	980	4	275	1/ 3	1 A + 2 P	*
Cargador frontal	1	Caterpillar	3000	*	*	No	P	*

*Sin información

El cargador Caterpillar 3000 y uno 980 propio están en estatus de reparación con fallas en el convertidor y caja de cambio, en el motor y problemas en los cilindros hidráulicos. El Caterpillar 980 restante se encuentra inoperativo, pues sus partes han sido utilizadas como repuestos para las otras máquinas. Finalmente, la dragalina Bucyrus, es el equipo de carga más usado en las operaciones. Se planifica su parada cada tres meses de uso para rectificarle los rodillos de giro. En general la flota presenta una disponibilidad física del 75%.

4.7.- GRUPO TRES JOTAS PROJECT, C.A. (GTJP)

Empresa del sector privado ubicada en el Sector El Polvorín, Puerto Ordaz. Se encarga de la extracción y comercialización de arena lavada. Para la fecha de la visita, 02 de septiembre de 2011, la empresa tenía detenidas las operaciones, ya que solo pueden laborar cuando el nivel del río Orinoco lo permite, esto es, desde el mes de Enero hasta el mes de Agosto. La producción estimada es de 19.000 m³/mes, siendo sus jornadas de trabajo de un turno de 12 horas.

El GTJP sólo cuenta con un equipo propio, destinado al arranque de material. La carga de camiones se realiza con un cargador frontal alquilado para el período de trabajo. Además, en sus instalaciones no cuentan con taller ni servicio técnico especializado.

4.7.1.-Equipo de arranque

La draga fabricada por personal brasilero en el año 2009, cuenta con un motor Mack 350 y tiene una capacidad de succión de 100 m³/h. La máquina es sometida a mantenimiento cada 15 días de uso y posee una disponibilidad física del 95%.

Tabla N° 28. Equipo de arranque que opera en GTJP

Tipo de equipo	Cant.	Cap. m³/h	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Draga	1	100	Si	P	N

4.8.- FUNDO EL ENCUENTRO (FEE)

Empresa de carácter familiar en el sector privado ubicada en el Rosario, vía Upata. Ésta se encarga de la extracción de material de relleno, arena de mina, granza y material de relleno. Para la fecha de la visita técnica, 01 de septiembre de 2011, el fundo estimaba una producción de 4.000 m³ al mes.

El Fundo El Encuentro cuenta con seis equipos, cuatro de ellos destinados a las operaciones de arranque de material y los dos restantes para las operaciones auxiliares. Estos operan diariamente un turno de trabajo de nueve horas.

En 2007, cuando estas máquinas fueron adquiridas, eran consideradas obsoletas (por ejemplo el cargador frontal Caterpillar 910 fue fabricado en 1980 y se encuentra discontinuado). La empresa no cuenta con repuestos para entrega inmediata ya que deben importar las partes necesarias para garantizar la operatividad de los equipos, aun cuando tienen taller propio y servicio técnico especializado.

El 50% de los equipos se encontraban inoperativo para el momento de la visita.

Seguidamente se clasifican y describen las máquinas por tipo operación unitaria que realizan:

4.8.1.- Equipos de arranque + carga

Debido a las características del material, el arranque es directo con los equipos nombrados en la tabla N° 29. De los cuatro que conforman la flota, solo dos estaban operativos para el momento de la recolección de datos. Estos presentaban una disponibilidad física del 80%. Por otra parte el cargador frontal John Deere 644 E y la retroexcavadora JCB presentaban sendas fallas con las empacaduras de la cámara del motor y el motor trancado. Este último estaba en evaluación para ver si sería reemplazado por un equipo nuevo o llevado a una reparación mayor.

Tabla N° 29. Equipos de arranque + carga que operan en FEE.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	910	1,25	65	Si	P	U	2007
Cargador frontal	1	Case	W36	3		Si	P	U	2007
Cargador frontal	1	John Deere	644 e	3,1	232	No	P	U	2007
Retro-excavadora cargadora	1	JCB	*	*	*	No	*	*	*

*Sin información

4.8.2.- Equipos auxiliares

Estas máquinas son usadas para remover la capa vegetal del suelo. El tractor de cauchos Komatsu, se encontraba inoperativo por el motor fundido. Por otra parte, aunque el Caterpillar se encontraba operativo presentaba fallas reiteradas.

Tabla N° 30. Equipos auxiliares que operan en FEE.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Pot. (Hp)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)	Año adq.
Tractor de cauchos	1	Caterpillar	62	Si	P	U	2007
Tractor de cauchos	1	Komatsu	115	No	P	U	*

*sin información

4.9.- COOPERATIVA HERMANOS BERMÚDEZ, R.L. (CHB)

Empresa de carácter familiar en el sector privado ubicada en la vía Upata. Encargada de la extracción de material de relleno y arena de mina. Para la fecha de la visita 02 de septiembre 2011, estimaban una producción de 3500 m³ al mes.

Para las operaciones productivas, la cooperativa cuenta con tres equipos, que se encontraban cien por ciento (100%) operativos para la fecha. Estos operaban una jornada de trabajo de ocho horas. La cooperativa cuenta con un taller propio y tiene como filosofía realizar rigurosos mantenimientos mensuales a los equipos y carecen de personal técnico especializado ni con disponibilidad de repuestos.

Por otra parte, para el momento de la adquisición de las máquinas estas estaban usadas y ya tenían muchas horas de operación, lo que trae como consecuencia fallas y demoras continuas.

En las siguientes tablas se clasifican y describen las máquinas por tipo de actividad:

4.9.1.- Equipos de arranque + carga

Dos los equipos que conforman la flota de equipos de arranque y carga, éstos se encontraban operativos para el momento de la aplicación del instrumento de medición, aunque registraban fallas reiteradas.

Tabla N° 31. Equipos de arranque + carga que operan en CHB.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Cargador frontal	1	Caterpillar	920	1,2	80	Si	P	U
Cargador frontal	1	Caterpillar	930	1,7	100	Si	P	U

4.9.2.- Equipos auxiliares

La retroexcavadora cargadora para el momento de la visita técnica se encontraba operativa, sin embargo, la máquina presenta fallas de forma frecuente.

Tabla N° 32. Equipo auxiliar que opera en CHB.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Retroexcavadora cargadora	1	John Deere	310J	1,5	83	Si	P	U

*Sin información

4.10.- ASOCIACIÓN CASA PRODUCTIVA INTEGRAL, R.L (ACRI)

Empresa de carácter familiar en el sector privado, ubicada en Guasipati, ésta se encarga de la extracción de arena de mina y para la fecha de la recolección de los datos estimaba una producción de 1400 m³ al mes.

Para las operaciones de mina, la asociación cuenta con un equipo que realiza todas las actividades necesarias para la extracción de arena en una jornada trabajo de ocho horas. Para la realización de su mantenimiento, mensual, la empresa carece de taller propio, servicio técnico especializado ni repuestos para la máquina, lo que limita la operatividad de ésta.

En la tabla N° 33 se muestra el equipo utilizado por la empresa:

Tabla N° 33. Equipo que opera en ACRI.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Cargador frontal	1	Caterpillar	950	3	130	Si	P	U	2009

*Sin información

El cargador frontal Caterpillar 950 es el encargado de realizar el arranque, carga y operaciones auxiliares en la arenera. No se lleva algún registro de las actividades de la máquina, solo se sabía que presenta fallas principalmente en el sistema hidráulico y las mangueras. Mensualmente se detiene en promedio cinco días para ser reparado.

4.11.- FUNDO SANTA ELENA (FSE)

Empresa de carácter familiar en el sector privado ubicada en Upata, ésta se encarga de extracción de arena de mina y para el momento de la recolección de los datos estimaba una producción de 333 m³ al mes.

Cabe resaltar que la baja demanda de material en la zona, trae como consecuencia que la extracción de arena se detenga con frecuencia.

La flota de equipos utilizados en el fundo, en general, tiene más de 30 años de uso. Son equipos muy deteriorados y obsoletos, con un porcentaje de equipos inoperativos del 33,3%. La empresa cuenta con talleres propios y personal que técnico capacitado, los repuestos para las máquinas deben ser traídos desde los Estados Unidos

(incrementado los tiempos de parada de la flota) o tomarlos de otra máquina que ha sido “canibalizada”.

En seguida se muestra en la tabla N° 34 las máquinas que operan en FSE:

4.11.1.- Equipos de arranque, carga y auxiliares:

Los equipos antes nombrados se encargan de todas las operaciones de arranque, carga y auxiliares de la cantera. Para el momento de la recolección de datos los cargadores frontales Komatsu y Caterpillar de capacidad 1,7 m³ estaban operativos. A éstos se les realiza mantenimiento preventivo mensual, sin tomar en cuenta la cantidad de horas que ha operado el equipo. En general, cuando se encuentran en óptima operatividad de cuatro a cinco días al mes se detienen para ser reparados.

Tabla N° 34. Equipos de arranque + carga + auxiliares que operan en FSE.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Cap. (m ³)	Operativo	Año adq.
Cargador frontal	1	Komatsu	2	Si	Equipos con más de 30 años
Cargador frontal	1	Kimco	2	No	
Cargador frontal	1	Caterpillar	1,7	Si	

El cargador Kimco, se encontraba inoperativo. Presentaba fallas en el motor y no contaba con los repuestos necesarios para su reparación.

4.11.2.- Equipos de acarreo:

Los camiones usados con mayor frecuencia son los Ford de capacidad 7 m³. Cuando la demanda lo exige se pone en uso el camión Cargo de 10 m³. En general, la flota de equipos de acarreo presenta más de 30 años de uso a excepción de este último.

Tabla N° 35. Equipos de acarreo que operan en FSE.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Cap. (m ³)	Operativo	Año adq.
Camión	2	Fiat	10	No	Equipos con más de 30 años
Camión	3	Ford	7	Si	
Camión	1	Cargo	10	Si	

Las fallas más comunes en este grupo se presentan en el sistema hidráulico y los tiempos que demoran en ser reparados son considerados “incalculables”. Por otra parte, los camiones Fiat han sido canibalizados como consecuencia de la falta de repuestos.

4.12.- GYM DE VENEZUELA (GDV)

Empresa del sector privado ubicada en la vía El Manteco, sector La Peluca. Se encarga de la extracción de cuarzo que alimenta a Ferroven, para la posterior extracción de sílice ferrosa. Esta empresa estimaba una producción, para el momento de la visita de 1200 ton/mes.

La flota de equipos de esta empresa opera jornadas de trabajo de ocho horas diarias, sin embargo pasan algún tiempo detenidas por condiciones de lluvia en la zona. GYM de Venezuela cuenta con talleres propios para la hacerle servicio y reparaciones a las máquinas pero carecen con personal capacitado que lo realice. Además, los equipos se encuentran en estado crítico, con un índice de equipos inoperativos del 73,7%.

A continuación se clasifican y describen las máquinas por operación unitaria:

4.12.1.- Equipos de arranque y carga

Por las condiciones de la formación, el arranque de material no requiere el uso de explosivos para voladura y éste se ataca directo con cargadores frontales, con los que también se hace la carga.

Tabla N° 36. Equipos de arranque y carga que operan en GDV.

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo /usado (N/U)	Año adq.
Cargador frontal	2	Caterpillar	950	1,5	130	No	P	N	Equipos con más de 30 años de uso.
Cargador frontal	1	Caterpillar	966	2,1	140	Si	P	N	
Cargador frontal	1	Caterpillar	988	5	325	Si	P	N	
Cargador frontal	1	Internacional	510	*	*	No	P	N	

*Sin información

Son cinco los equipos que conforman la flota para estas operaciones, no obstante el 60% de éstos se encuentran en estatus inoperativo como consecuencia de fallas en el motor que no han podido ser solventadas por falta de repuestos. El 40% restante corresponde a los cargadores frontales Caterpillar 966 y 988. Por la antigüedad de los equipos, más de 30 años y el poco uso que tienen debido a las condiciones climáticas, la empresa no guarda algún registro de las condiciones operativas de las máquinas. Mensualmente se les realiza mantenimiento preventivo y pueden durar detenidas por mantenimiento correctivo alrededor de cuatro a cinco días.

4.12.2.- Equipos de acarreo

Los once equipos pertenecientes a la flota de acarreo de la empresa se encuentran inoperativos, están “desvalijados” por completo y serían movidas a un patio de chatarras.

Tabla N° 37. Equipos de acarreo que operan en GDV

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)
Camión	11	Mack	82	18	No	P	N

*Sin información

4.12.3.- Equipos auxiliares

En general, la flota de equipos auxiliares es considerada vieja con más de 30 años de antigüedad por lo que presentan fallas con frecuencia en el sistema hidráulico y de transmisión a pesar del mantenimiento preventivo mensual que se les realiza y el poco uso que tienen.

Tabla N° 38. Equipos auxiliares que operan en GDV

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo /usado (N/U)	Año adq.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D8	110	Si	P	N	Equipos con más de 30 años de uso.
Tractor de orugas	1	Caterpillar	D6	90	Si	P	N	
Motoniveladora	1	Caterpillar	12H	140	Si	P	N	

4.13.- GRANITOS DEL ORINOCO, S.A. (GDO)

Empresa del sector privado ubicada en Ciudad Bolívar, estado Bolívar. Cuenta con cuatro canteras: El Buitre, La Zamura, La Curva y Los Lizanderos. Juntas, estimaban una producción de 300 m³ al mes para la fecha de la recolección de los datos 29 de agosto de 2011. Sin embargo, debido a la baja demanda de la roca, las canteras pueden permanecer cerradas largos períodos de tiempo, trayendo como consecuencia la exposición continua de los equipos y el robo de sus partes.

La empresa cuenta con una flota de 11 equipos, de los cuales dos se encuentran inoperativos, lo cual representa un índice de 18,18%. Estos operan en jornadas de trabajo de nueve horas y se les realiza mantenimiento preventivo cada 250 hr en los talleres propios de la empresa y con personal técnico capacitado propio, los repuestos deben ser importados desde España.

Posteriormente se clasifican y describen las máquinas por actividad:

4.13.1.- Equipos de arranque

Para el arranque de material la empresa cuenta con una flota de siete equipos, como se muestra en la tabla N° 36. Cinco banqueadores, de las cuales se desconoce gran parte de su información y dos cortadoras de hilo Granirock.

Los banqueadores sufren desgaste continuo en las barras de perforación y las cortadoras de hilo, en el hilo adiamantado de corte que deben ser cambiados con frecuencia. En general, el 100% de la flota se encuentra en condiciones para operar. En un mes pueden pasar hasta 24 horas por reparación.

Tabla N° 39. Equipos de arranque que operan en GDO

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/usado (N/U)	Año adq.
Banqueadores	5	*	Si	P	N	2000
Cortadora de hilo	2	Granirock	Si	P	N	*

*Sin información

4.13.2.- Equipos de carga y auxiliares

Cuatro conforman la flota de equipos de carga y auxiliares de la empresa. De los cuales 50% se encontraba en estatus operativo. Estos, los dos cargadores frontales Komatsu WA600, se encargan del transporte de bloques de granito desde el frente de trabajo hasta los patios de almacenamiento y de ahí hasta los camiones de carga. Son equipos que pueden permanecer detenidos hasta un mes por la baja demanda de la roca, sin embargo, son máquinas fundamentales para las operaciones en la cantera.

Tabla N° 40. Equipos de carga + auxiliares que operan en GDO

Tipo de equipo	Cant	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)
Cargador frontal	2	Komatsu	WA600	7,5	393	Si	P	N
Retroexcavadora	1	Hitachi	FH 150W	0,7	152	No	P	N
Retroexcavadora cargadora	1	Caterpillar	416	0,7	62	No	P	N

*Sin información

Al 50% restante de equipos, se hallaba en estatus inoperativo, la retroexcavadora Hitachi y la retroexcavadora cargadora Caterpillar 416 se les fueron robados el arranque y el alternador. No obstante, las canteras donde estas operan se encontraban cerradas temporalmente por baja demanda. Estos equipos se utilizan en operaciones de apoyo, tales como: apertura de zanjas, drenajes, traslado de compresores, entre otros.

4.14.- EXPLOGRANITOS, C.A.

Empresa del sector privado ubicada en Ciudad Piar, estado Bolívar. Se encarga de la extracción de bloques de granito y para la fecha de la visita técnica estimaba una producción mensual de 200 m³. La empresa ha cerrado diversos frentes de explotación debido a la baja demanda de la roca.

Como empresa tienen la práctica de aplicar riguroso mantenimiento preventivo a las maquinarias, para ello cuentan con talleres de servicio propios y servicio técnico especializado. La flota total de equipos presenta un alto porcentaje de equipos operativos. Además, la baja demanda de granito obliga que los equipos permanezcan bastante tiempo detenidos.

En las tablas siguientes se clasifican y describen las máquinas por tipo operación unitaria que realizan:

4.14.1.- Equipos de arranque

El 91,6% de los equipos de arranque se encontraban operativos para el momento de la recolección de los datos, es decir, de doce que conforman la flota, sólo una se encontraba en reparación. Una cortadora de hilo Marini presentaba errores en la tarjeta madre de la máquina, sin embargo ya se había realizado la solicitud del repuesto.

Tabla N° 41. Equipos de arranque que operan en Explogranitos, S.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)	Nuevo/ usado (N/U)	Año adq.
Banqueadores	1	Vlatra	*	*	Si	P	U	1993
Banqueadores	6	Gm 2	*	*	Si	P	N	1993
Banqueadores	1	Segeda	*	*	Si	P	U	1998
Cortadora de hilo	4	Marini	Grandfill super	15 m/s	3/4	P	N	*

*Sin información

En general, la flota presenta una disponibilidad física del 50% y un 90% de utilización. Las perforadoras presentan continuo desgaste en las barras de perforación y las cortadoras en los hilos adiamantados.

4.14.2.- Equipos de carga

La flota de equipos de carga está conformada por cuatro cargadores frontales, de los cuales solo dos se encontraban operativos, un cargador frontal Komatsu WA600 y un Caterpillar 988B.

Tabla N° 42. Equipos de carga que operan en Explogranitos, S.A.

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. m ³	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Cargador frontal	1	Komatsu	WA 600	7,5	393	Si	P
Cargador frontal	2	Caterpillar	988B	5,5	375	1/ 2	P
Cargador frontal	1	Caterpillar	988F	5,7	400	No	P

*Sin información

En general, los equipos de carga son considerados viejos, se encuentran obsoletos y es por ello que frecuentemente presentan fallas. La falta de repuestos incrementa los tiempos que pasan los inoperativo y que representan el 50% de la flota.

La disponibilidad física de estos equipos es del 60%y la utilización del 75%.

4.14.3.- Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares son utilizados principalmente en la remoción de capa vegetal, haciendo uso de la excavadora y transportado con los camiones roqueros. Sin embargo, el uso que se les da a estos equipos es muy bajo.

La flota se encuentra obsoleta y presentan una disponibilidad del 50% y utilización del 10%.

Tabla N° 43. Equipos auxiliares que operan en Explogranitos

Tipo de equipo	Cant.	Marca	Modelo	Cap. (m ³)	Pot. (HP)	Operativo	Propio o alquilado (P/A)
Excavadora frontal	1	Komatsu	Pc 450 6k	3	345	Si	P
Camión roquero	1	Caterpillar	773 b	54/ 59 ton	650	No	P
Camión roquero	1	Caterpillar	773 a	45/ 50 ton	600	Si	P

*Sin información

5.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

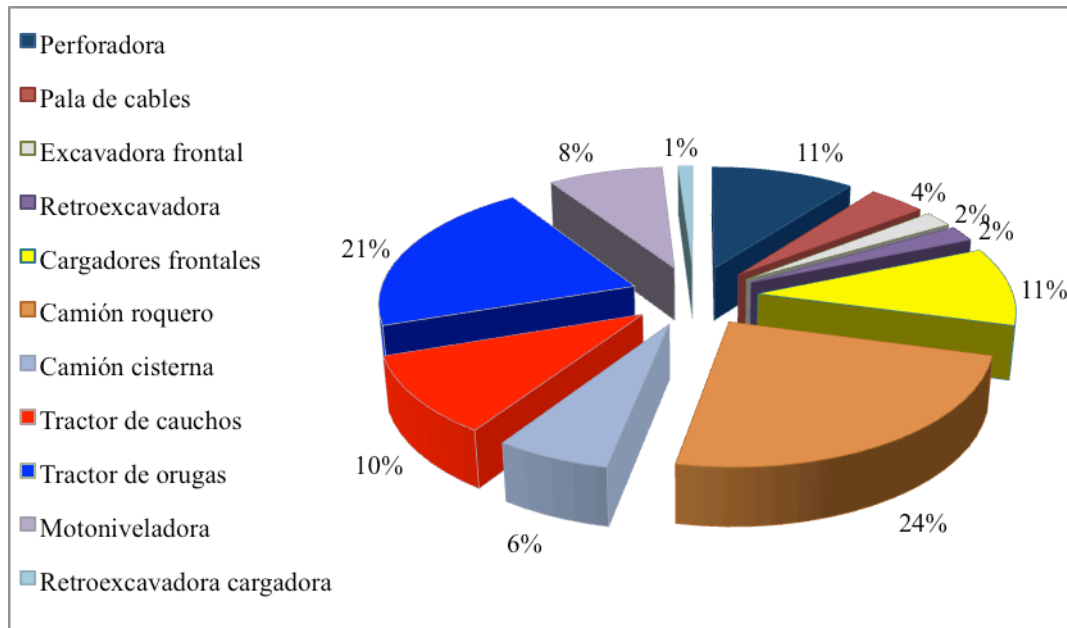
El presente análisis comprende el diagnóstico de la situación actual de la maquinaria que opera en las actividades mineras estudiadas en el estado Bolívar. Con la observación directa y la aplicación del instrumento diseñado en campo se logra recolectar información que permite describir principalmente las condiciones, cantidad y tipos de equipos en estatus operativo e inoperativo y las fallas más comunes, con las herramientas de confiabilidad operacional se pueden determinar circunstancialmente cuáles son las causas que generan las fallas y afectan la operatividad normal de los equipos.

Se contempla la agrupación de las empresas por tipo de mineral que extraen: mineral de hierro, bauxita, piedra picada o áridos para construcción, arena lavada, arena de mina, granito y cuarzo, de tal forma de mejorar el entendimiento acerca del comportamiento y condiciones de los equipos que operan en cada rubro mineral. En cada caso se presenta una gráfica con la distribución por tipo de equipo, otra con la distribución de equipos por condición operativa, una tabla resumen con el tipo de

equipo, cantidad y porcentaje de éstos en estatus operativo e inoperativo, y finalmente una gráfica general que representa la síntesis de la misma.

5.1.- C.V.G Ferrominera Orinoco, C.A.

Para la explotación de hierro C.V.G FMO cuenta con la mayor cantidad y variedad de equipos del estado Bolívar (gráfica N° 1).

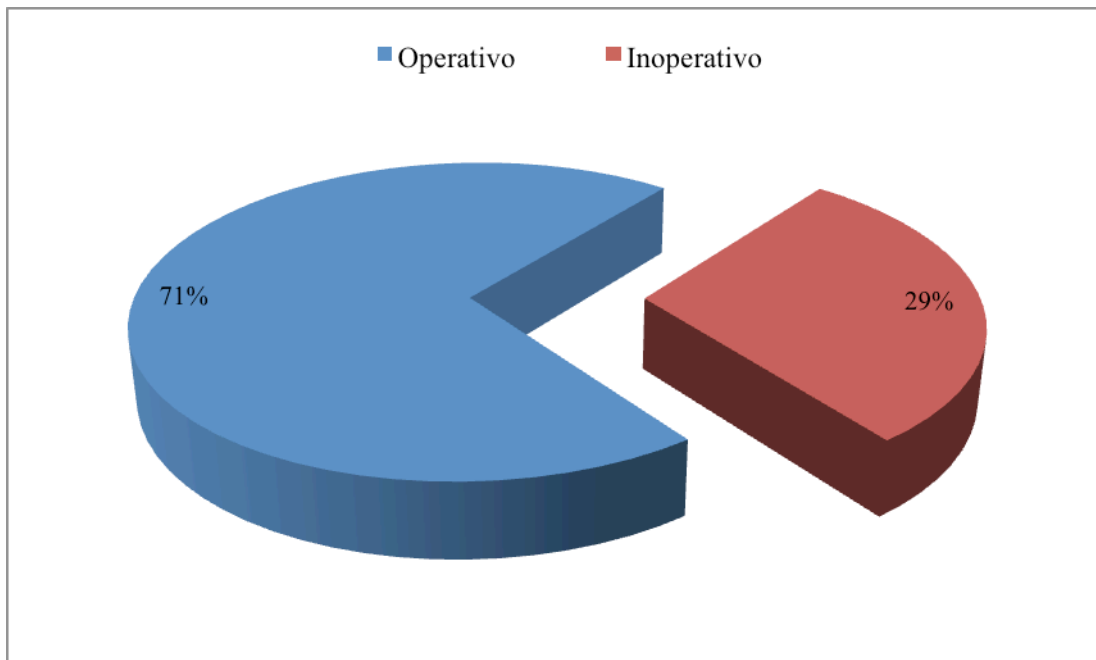


Gráfica N° 1. Distribución por tipo de equipo en C.V.G FMO, C.A.

Los camiones roqueros son los equipos más numerosos dentro de la mina (24%, ver gráfica anterior), estos son utilizados en el acarreo de material desde los frentes de trabajo hasta la planta de trituración. Los tractores de orugas y de cauchos, son empleados en el desarrollo de vías, terraplenes, plataformas y limpieza de frentes; representan el 31%. Por último, con menor población, pero sí con un elevado uso en mina se encuentran los equipos de arranque y carga con 11% y 19% cada uno.

CVG FMO, C.A. presenta uno de los porcentajes de equipos operativos más elevados entre la población de las empresas que se consideraron para este estudio, y

el mayor porcentaje dentro de las pertenecientes al sector público. En la gráfica N° 2 se muestra el porcentaje de equipos en estatus operativo e inoperativo en FMO.



Gráfica N° 2. Distribución de equipos por estatus en C.V.G FMO, C.A

El 71% de los equipos de C.V.G FMO, C.A. están operativos. Es uno de los índices más elevados dentro de los rubros estudiados en los cuales se aplicó el instrumento de medición y está afectado por la presencia de talleres y personal especializado dentro de la mina. La tabla N° 44 resume la distribución de equipos por existencia en C.V.G FMO, C.A. por estatus.

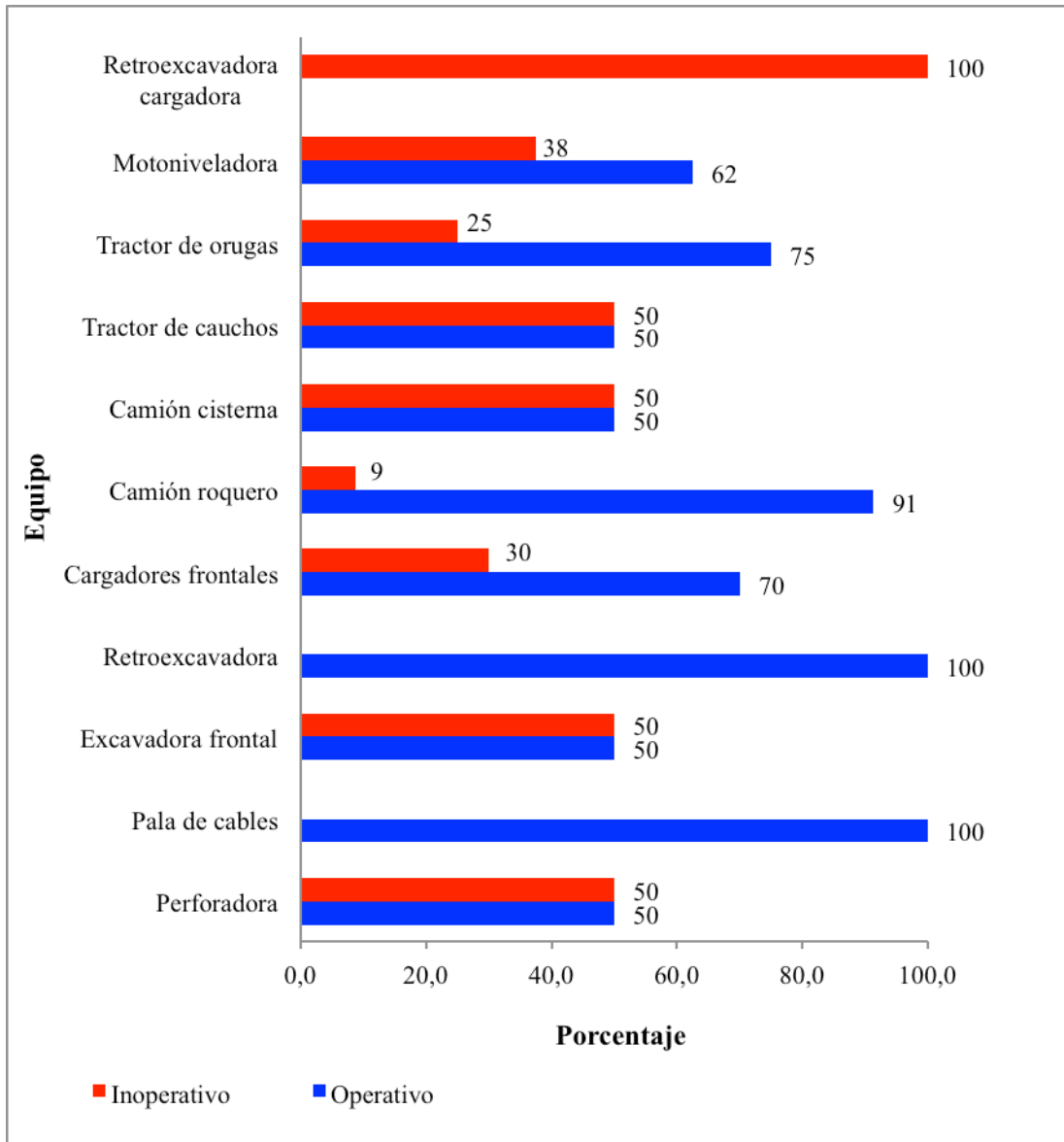
Tabla N° 44. Distribución por tipo y estatus de equipos en C.V.G FMO, C.A.

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Perforadora	5	50	5	50	6
Pala de cable	4	100	0	0,	4
Excavadora frontal	1	50	1	50	2
Retroexcavadora	2	100	0	0	2
Cargadores frontales	7	70	3	30	10
Camión roquero	21	91	2	9	23
Camión cisterna	3	50	3	50	6
Tractor de cauchos	5	50	5	50	10
Tractor sobre orugas	15	75	5	25	20
Motoniveladora	5	62	3	38	8
Retroexcavadora cargadora	0	0	1	100	1
Total	68		28		96

La tabla anterior muestra todos los equipos que intervienen directa e indirectamente en las actividades de extracción de material mineral que realiza C.V.G FMO, C.A. Se observa que los camiones roqueros y tractores de orugas, son los equipos más numerosos de la mina.

La empresa cuenta con 96 máquinas, los cuales representan cerca del 40% de la población de maquinaria total que opera en la muestra de minas y canteras que fueron escogidas para ser visitadas para esta investigación. En general, se puede decir que la flota de equipos de C.V.G FMO, C.A. se encuentra en el período de operación normal. Aunque las fallas en las máquinas son impredecibles hasta cierto punto, pues depende del seguimiento y antecedentes de la máquina, la marca, las condiciones operativas, detección de áreas críticas, entre otros, el continuo y severo mantenimiento de éstos incrementa la confiabilidad de la flota.

La síntesis de todos los equipos pertenecientes a la flota total de máquinas de C.V.G FMO, C.A. y el porcentaje respectivo de éstos en estatus operativo e inoperativo se presenta en la gráfica N° 3.



Gráfica N° 3. Distribución por tipo de equipo y estatus en C.V.G FMO, C.A.

La gráfica N° 3 muestra que (a excepción de la retroexcavadora cargadora) todos los equipos presentan un porcentaje de operatividad igual o mayor al 50%.

Como ya se explicó el grupo de equipos más numeroso de CVG FMO, C.A. son los camiones roqueros. El porcentaje de equipos operativos del 91,3%, se encuentran en

el período de operación normal (figura N° 16) y tras rigurosos mantenimientos son las máquinas más confiables de la flota total de CVG FMO, C.A. Éstos se mantienen operados por personal entrenado. Las fallas que se presentaron son más comunes en el sistema de transmisión, convertidor de torque y caja de cambio, sin embargo, son los cauchos para repuestos el factor que podría afectar más la disponibilidad de los camiones.

Los equipos auxiliares, agrupados en tractores de orugas, motoniveladoras y tractores de cauchos, después de los camiones roqueros representan una población considerable dentro de CVG FMO, C.A., además de tener un elevado uso. En general, tienen un alto desgaste en los elementos de traslación (orugas y cauchos), en los elementos de corte, los cuales deben ser reemplazados de manera frecuente y fallas reiteradas en el sistema de transmisión. No obstante, se observa que aquellos de marca Caterpillar mantienen un mejor porcentaje de operatividad debido a que la presencia de este fabricante en la mina permite realizar los mantenimientos de forma puntual y rigurosa.

En cuanto a los equipos de carga 4/16 se encontraban en reparación mayor. Las fallas estaban en componentes principales, tales como el motor, cilindros, bombas de inyección y elevado desgaste en los componentes de carga. Las reparaciones se realizan dentro de los tiempos planificados, de tal forma que se evidencia el alto índice de confiabilidad de la flota y la aplicación de planes de mantenimiento a tiempo.

Por otra parte, las perforadoras (todas de marcas distintas a Caterpillar) presentaban 50% de máquinas inoperativas, aunque éstas no se encuentran en el período de desgaste (según la curva de los períodos de vida útil de los equipos. Las mismas presentaban fallas en el sistema hidráulico y carecían de los repuestos necesarios para ser reparados. De tal forma que se evidencia la importancia de contar con el respaldo

de los fabricantes o un ente encargado exclusivamente del servicio y repuestos de la flota.

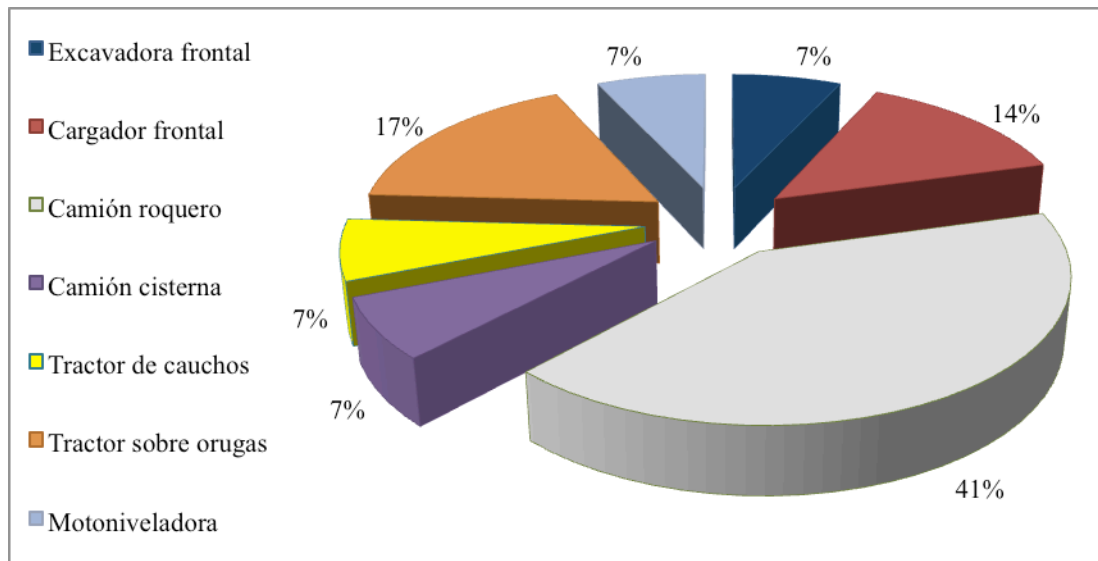
Finalmente, como se observa en las tablas N° 6, N° 7, N° 8 y N° 9 de los resultados que, la mayoría de los equipos son de marca Caterpillar. Además la empresa cuenta con un taller especializado de esta marca en los espacios de la mina. En este sentido CVG FMO,C.A., de la mano con personal del proveedor de Caterpillar, es capaz de llevar un riguroso registro de las condiciones y estatus de los equipos, tener gran parte de los repuestos en almacén y ajustar los mantenimientos preventivos de acuerdo a un plan, que garanticen de tal forma el óptimo funcionamiento de sus equipos. Como ejemplo, el caso de los camiones roqueros: 21/23 de la flota total se encontraban operativos, los tractores de orugas: 15/20 Caterpillar también se encontraban operativos y 5/20 restantes, de otra marca, en cambio inoperativos. Mientras que los tractores de cauchos, 5/10 marca Caterpillar se encontraban operativos y el resto, de otra marca, inoperativos. Se evidencia la importancia de tener personal capacitado y dedicado de manera exclusiva al mantenimiento de la población de máquinas, de forma de garantizar un alto índice de disponibilidad y confiabilidad en la flota.

En este sentido, rigurosos y puntuales planes de mantenimiento, la operación de equipos con personal capacitado, el reemplazo a tiempo de la flota y el respaldo directo de los fabricantes, producen un incremento en la confiabilidad de las máquinas y óptimas condiciones operativas que permitan el alcance de las metas establecidas.

5.2.- C.V.G Bauxilum C.A.

Aun cuando es una empresa de gran tamaño, por el tipo de material que explota Bauxilum C.A., requiere menos diversidad de máquinas en comparación con CVG FMO, C.A.

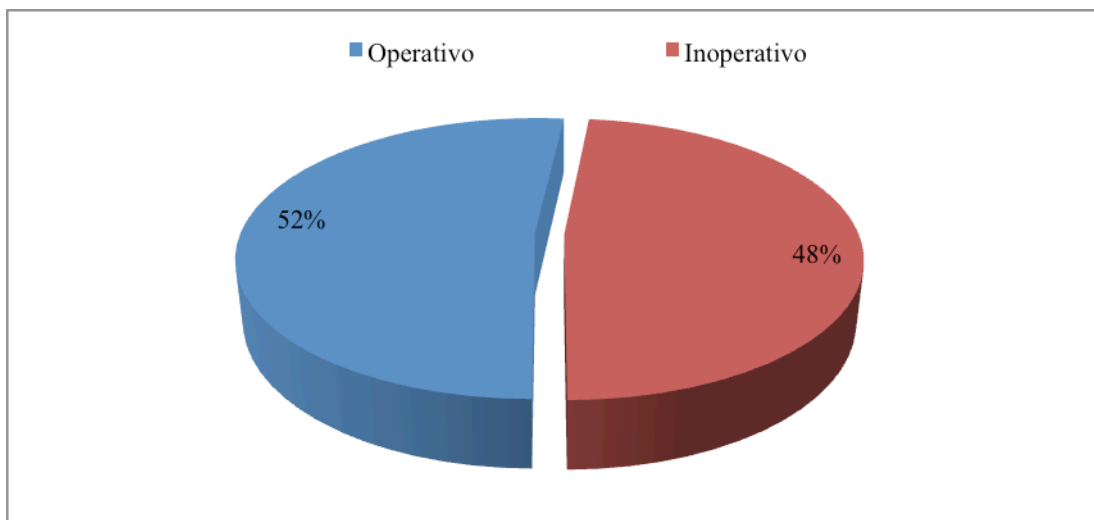
En el gráfico N° 4 se presentan todos los equipos existentes en la empresa y su valoración porcentual dentro de la totalidad del parque de máquinas.



Gráfica N° 4. Distribución por tipo de equipo en C.V.G. Bauxilum, C.A.

Al igual que en CVG FMO,C.A. los camiones roqueros de Bauxilum son los equipos más cuantiosos en la mina con un porcentaje de 41% del total (gráfica N° 4). Éstos son utilizados para el acarreo de material desde los frentes de trabajo hasta la planta de trituración. En segundo lugar, se encuentran los tractores de orugas y cargadores frontales (17% y 14%), con tareas como la desforestación y escarificación de la superficie en el caso del primero y la carga de material para el último. El resto de la maquinaria presenta una distribución similar de 7%.

La gráfica N° 5 muestra cómo están distribuidos los equipos por estatus dentro de la flota total de máquinas.



Gráfica N° 5. Distribución de equipos por estatus en C.V.G. Bauxilum, C.A.

Se visualiza que, el 52% se encontraba inoperativo, afectando de manera considerable el alcance de las metas de producción planificadas.

Como se observa a continuación, el año 2011 fue el año menos productivo en comparación con el 2007 con 2.454.769 Tm de bauxita.

Tabla N° 45. Producción de bauxita desde el año 2007 hasta 2011

Producción de Bauxita Tm				
2007	2008	2009	2010	2011
5.323.280	4.192.015	3.610.869	3.126.242	2.454.769

La realidad del deterioro de los equipos ha contribuido de modo progresivo y con el paso del tiempo, a que la producción de mineral de bauxita disminuya. Esta circunstancia se ve reflejada en la tabla N° 45.

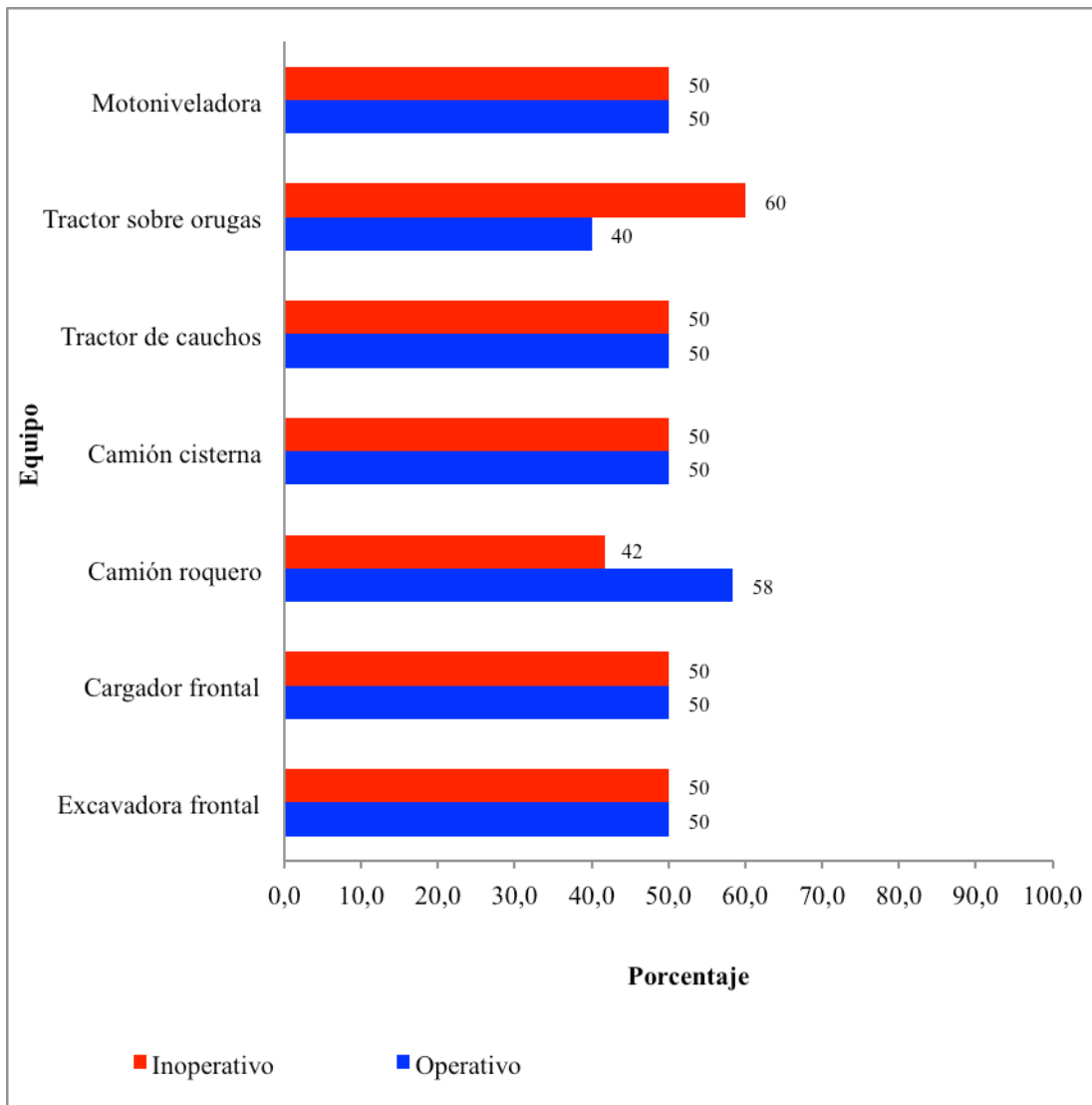
La tabla N° 46 es un cuadro resumen con los equipos que realizan las operaciones unitarias de mina, la cantidad en estatus operativo e inoperativo y el porcentaje que representan con respecto a la población total de equipos.

Tabla N° 46. Distribución por tipo y estatus de equipos en C.V.G. Bauxilum, C.A

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Excavadora frontal	1	50	1	50	2
Cargador frontal	2	50	2	50	4
Camión roquero	7	58	5	42	12
Camión cisterna	1	50	1	50	2
Tractor de cauchos	1	50	1	50	2
Tractor sobre orugas	2	40	3	60	5
Motoniveladora	1	50	1	50	2
Total	15		14		29

En total son 29 los equipos que llevan a cabo las operaciones unitarias de mina en C.V.G Bauxilum. La obsolescencia de los equipos, falta de mantenimiento y baja disponibilidad de repuestos afectan estos porcentajes de operatividad, esto trae como consecuencia que algunos equipos sean sometidos a la “canibalización”, aun estando dentro de la flota legal, haciendo que la disponibilidad física de los equipos baje de manera sustancial.

Se visualiza en la gráfica anterior que se encontraban igual o mayor cantidad de máquinas en estatus inoperativo que operativo. Siendo una de las empresas más importantes y estratégicas del país, C.V.G. Bauxilum, C.A., presenta uno de los porcentajes con maquinarias inoperativas más elevados entre todas las empresas que se visitaron durante esta investigación.



Gráfica N° 6. Distribución por tipo de equipo y estatus en C.V.G. Bauxilum, C.A

Como ya se dijo, los camiones roqueros son los equipos con mayor porcentaje de operatividad con 58%, lo cual representa 7/12 que conforman la flota. Estos equipos presenta una mayor disponibilidad de repuestos en comparación con los demás, ya que se han tomado las partes de un determinado camión Caterpillar 777D como repuestos, “canibalizando” el equipo. Aunque no es la solución ideal, ha servido para suministrar repuestos a necesidades específicas ante un mercado con baja disponibilidad de éstos. Los camiones, tal como se describe en los resultados presentan reiteradas fallas en la suspensión y en el sistema hidráulico, producto del

material fino generado en mina que se adhiere a los cilindros, desgastándolos y corroyéndolos. En general, la tendencia de esta flota es a deteriorarse con rapidez, a presentar fallas en componentes principales, por lo que la confiabilidad de estos equipos se ve comprometida, no obstante las horas de uso de éstos se encuentran entre las 20.000 y 50.000 h, su vida útil según el fabricante ha caducado.

La flota de arranque y carga de material se halla con el 50% de equipos operativos (gráfica N° 6). Las fallas más comunes son en el sistema hidráulico y de engrase, asociadas al igual que en el caso de los camiones por el fino generado en mina y que afecta componentes que pueden encontrarse expuestos. Esta flota, dentro de Bauxilum es la menos confiable, presenta una disponibilidad física del 37% y en promedio más de 15.000 horas de uso. Se manifiestan los problemas en los componentes principales y se carece de los repuestos necesarios para la realización tanto del mantenimiento preventivo como correctivo.

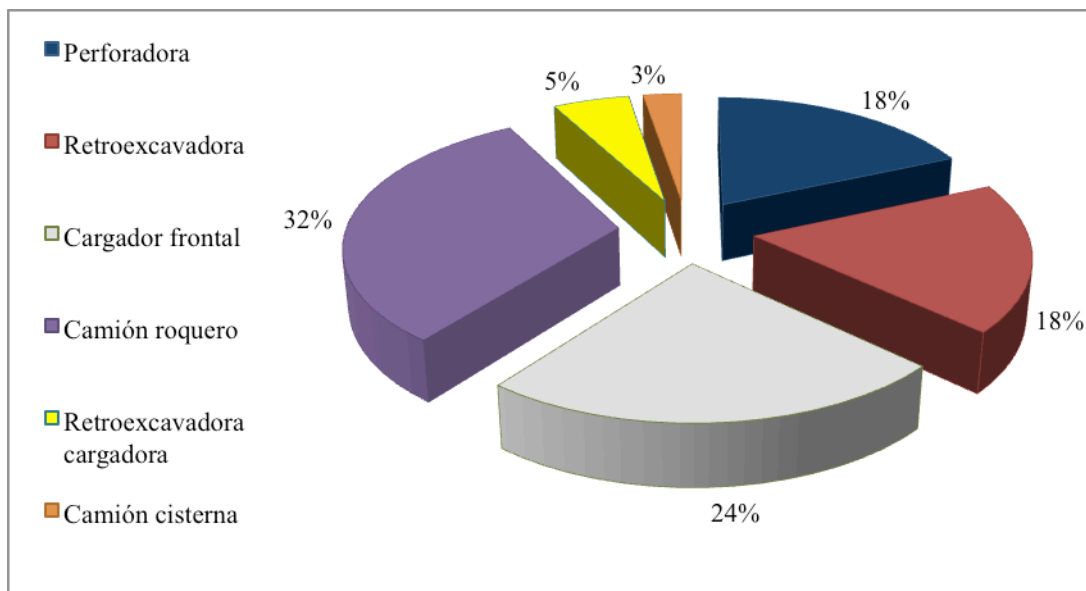
Finalmente, la flota menos confiable dentro de la empresa son los equipos auxiliares, 7/12 máquinas se encontraban en reparación con problemas en la caja de cambios, convertidor de torque, bombas de inyección y cilindros hidráulicos. Del mismo modo la falta de repuestos y servicios a tiempo tienen a la flota en esta situación crítica.

Aunque la filosofía de la empresa es trabajar con rigurosos mantenimientos preventivos y correctivos, en la actualidad la compañía no puede llevar a cabo un plan de mantenimiento exhaustivo debido en primer lugar a la falta de disposición de repuestos a tiempo. A los mismos no se le realizan las inspecciones y/o revisiones periódicas estipuladas, además carecen de un equipo para el análisis de fallas que permita prevenir o anticipar las averías, entre otras labores que se han venido dejando a un lado. Otro aspecto que ha jugado un importante papel en la disponibilidad de la flota, es que parte de ésta, al ser adquirida careció del soporte y mantenimiento postventa por parte de los proveedores de los equipos, cuestión que se ve reflejada en estudios y seguimiento de las mismas, así como en personal entrenado.

5.3.- Canteras que se encargan de la extracción de piedra picada:

A partir de esta sección se diagnostica el grupo de todos los equipos que realizan las operaciones unitarias en canteras para piedra picada, de tal forma de poder conocer las condiciones y fallas más reiteradas de las máquinas que trabajan en este rubro.

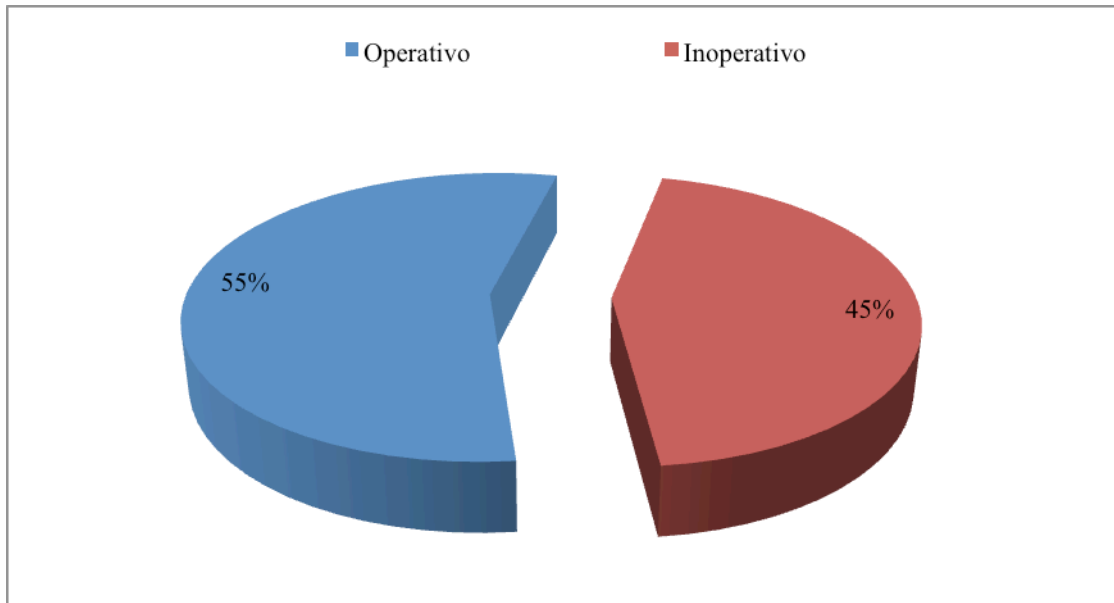
La gráfica N° 7 resume los equipos que operan en el sector y el porcentaje que representan. La maquinaria más común para el acarreo de material son los camiones roqueros (33%) y el cargador frontal para la carga (24%).



Gráfica N° 7. Distribución por tipo de equipo existente en canteras de piedra picada.

Del mismo modo, que las dos empresas estudiadas en la sección anterior, los camiones roqueros son los equipos con mayor número dentro de este rubro, éstos se encargan del transporte de material desde los frentes de trabajo hasta las plantas de trituración. Los cargadores frontales, con 24% del total, son las máquinas utilizadas para cargar y despachar los camiones de los clientes finales en planta. Los equipos de arranque y carga, perforadoras y excavadoras, representan un 19% y, los equipos auxiliares, como la retroexcavadora cargadora con 5% en menor uso.

Gran parte de la flota de equipos fue adquirida con horas de servicio y en parte se encuentra en el período de desgaste. Seguidamente, y tomando en cuenta otros factores que intervienen en este porcentaje, se muestra como están distribuidos por su estatus.



Gráfica N° 8 Distribución de equipos por estatus en canteras para piedra picada.

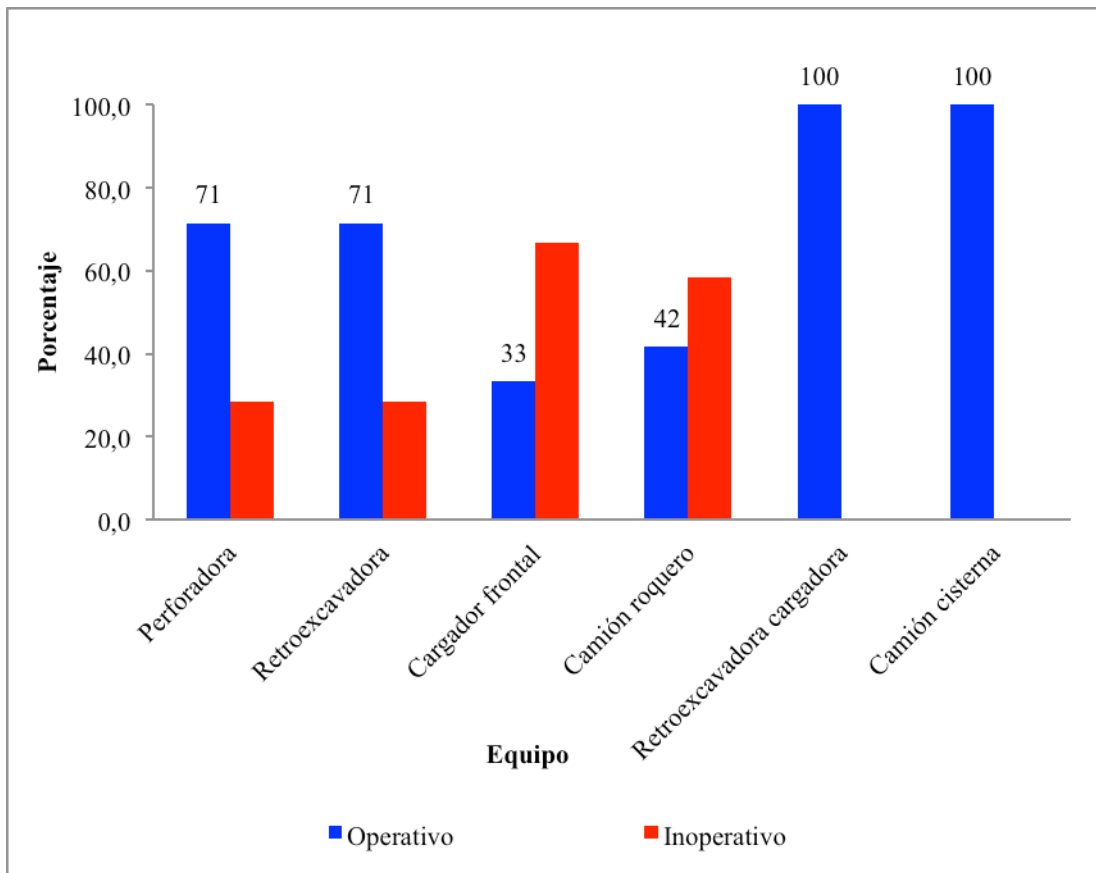
La gráfica N° 8, muestra que el 53% de la flota que trabaja en canteras para la extracción y reducción de piedra picada se encuentra operativa, en otras palabras, casi la mitad de los equipos de este rubro están inoperativos. En consecuencia las empresas deben buscar estrategias y herramientas alternativas que les permitan alcanzar las metas de producción propuestas.

Tabla N° 47. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras para piedra picada.

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Perforadora	5	71	2	29	7
Retroexcavadora	5	71	2	29	7
Cargador frontal	3	33	6	67	9
Camión roquero	5	42	7	58	12
Retroexcavadora cargadora	2	100	0	0	2
Camión cisterna	1	100	0	0	1
Total	21		17		38

El anterior es un resumen de los equipos que están presentes en las operaciones básicas y auxiliares para la extracción para piedra picada en las canteras a las cuales se aplicó el instrumento de medición en el estado Bolívar. Se observa que los camiones roqueros, utilizados para el acarreo de material, son las máquinas más numerosas, no obstante, presentan un porcentaje de inoperatividad elevado con 58%.

La flota total que trabajan en este rubro es de 38 máquinas, de estos cerca de la mitad se encontraban inoperativas. Los equipos que están vinculados con el proceso de extracción y transporte de material son los que presentan el índice de inoperatividad más elevado y menor confiabilidad.



Gráfica N° 9. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras para piedra picada.

Los camiones roqueros, muestran uno de los índices de inoperatividad más elevados, (gráfica N° 9). Presentan desgaste en el sistema de transmisión y el motor. Las fallas más comunes se encuentran en el convertidor de torque, la caja de cambios y en los motores. En general, la confiabilidad de los equipos es baja, ya que se encuentran en el período de desgaste y están obsoletos, lo que trae como consecuencia frecuentes paradas no programadas que generan largos períodos de tiempo de reparación, disminuyendo la disponibilidad física. Por otra parte, la poca existencia de repuestos limita labores eficientes de reparación de las máquinas. Además, es importante resaltar que 3/7 equipos inoperativos son alquilados y por lo tanto, en este caso, las operaciones de servicio técnico y mantenimiento no corresponden a las canteras sino

al contratista, haciéndose evidente las malas condiciones en las que se encuentran estas máquinas.

Los cargadores frontales y excavadoras son los equipos de carga más empleados en las operaciones básicas. La flota en general se encuentra en el período de desgaste y es de notar un índice creciente de fallas en el sistema hidráulico: cilindros, válvulas y bombas de inyección. Se evidencia el deterioro en los cucharones de las máquinas producto de la corrosión y abrasividad de la roca. La confiabilidad de los equipos disminuye en este período de vida, es por ello que las empresas debieron recurrir a reparaciones mayores y generales. Por otra parte, también se observa que las empresas operadores carecen de planes de mantenimiento.

De la flota de excavadoras, tres de las cinco operativas son alquiladas. En este caso, son las empresas contratistas las encargadas de realizar los mantenimientos y servicios técnicos respectivos, a fin de garantizar y mantener la confiabilidad de las máquinas.

En el caso de las perforadoras, aunque no se cuente con registros de los índices operacionales e información más detallada acerca de éstas, la flota cuenta con un porcentaje de operatividad del 71,4%. A pesar del gran desgaste que sufren estos equipos en las barras y brocas de perforación, las fallas más reiteradas se producen en el sistema eléctrico. También afectados por la baja disponibilidad de repuestos las demoras y tiempos de reparación se pueden extender por semanas.

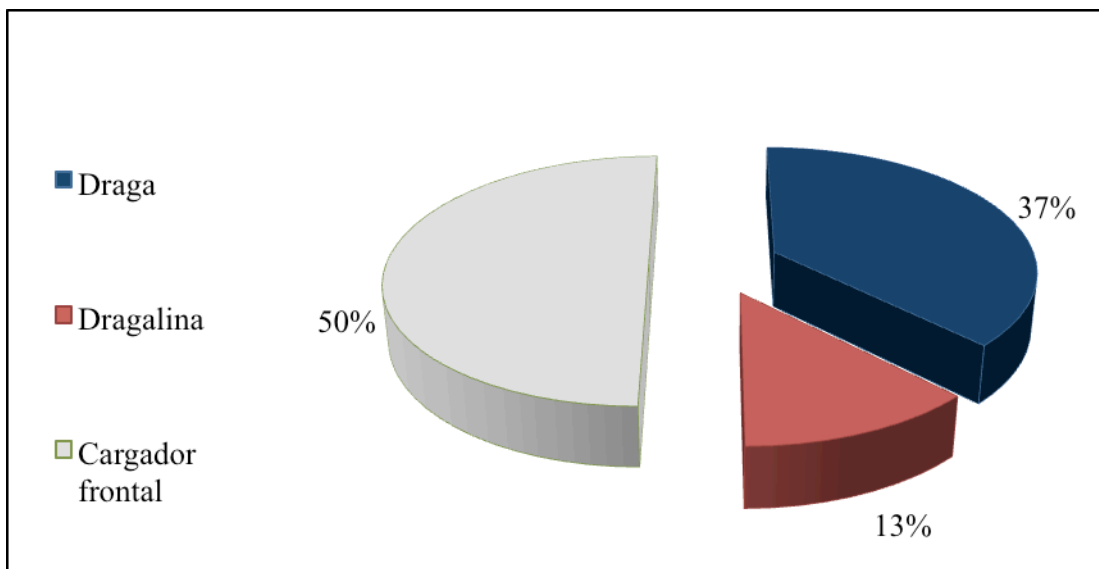
Los equipos auxiliares, tales como la retroexcavadora cargadora y el camión cisterna, son máquinas con operaciones paulatinas y no sufren un desgaste intenso. La flota se encuentra en el período de operación normal y las fallas no son recurrentes. Adicionalmente, es importante resaltar que el camión cisterna, por ejemplo, es contratado/alquilado, siendo la contratista responsable del servicio técnico y mantenimiento de éste mismo.

La falta de planes de mantenimiento que generen acciones técnicas oportunas, en algunos casos, incluidas la mala operación y la obsolescencia de los equipos, producen un incremento en el deterioro de las máquinas, una baja confiabilidad de la flota total, lo que trae como consecuencia que las empresas tengan un déficit de la producción y por lo tanto no logren alcanzar sus metas estimadas.

5.4.- Canteras encargadas de la extracción para arena lavada

Para establecer un diagnóstico acertado de los equipos que operan en este rubro, se hace necesario agrupar la flota de Minera Volcán C.A y aquella del Grupo Tres Jotas Project, ya que estas empresas utilizan el mismo método de extracción para arena lavada y equipos similares con igual aplicación.

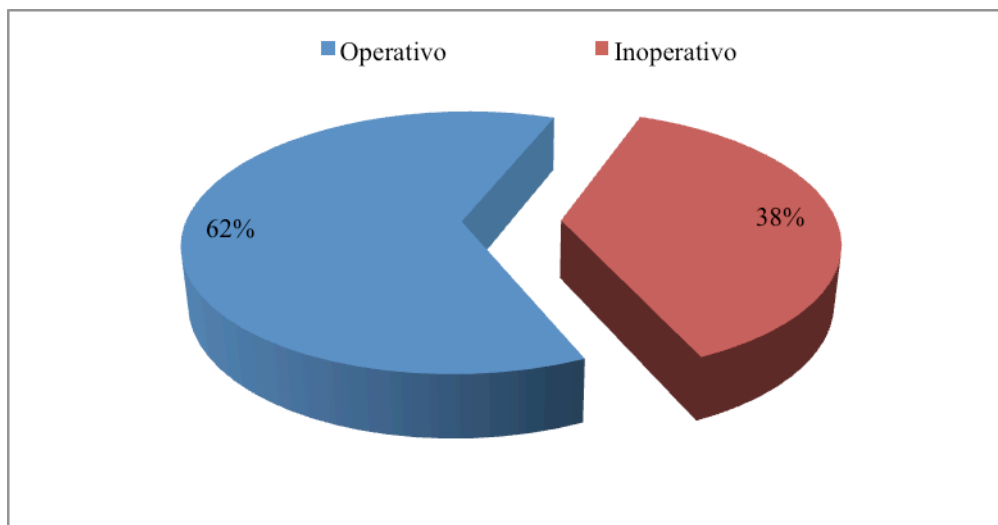
En la gráfica siguiente se presenta cómo están distribuidos los equipos presentes en este rubro:



Gráfica N° 10. Distribución por tipo de equipo en canteras de arena lavada.

A diferencia de CVG FMO,C.A., Bauxilum y el rubro piedra picada, la sencillez del método de explotación, MVCA y GTJP solo requieren tres tipos de equipos. El 37% son dragas, las cuales succionan el material del fondo del río y lo apilan de modo directo en la orilla. El 13% corresponde a las dragalinas, en el caso de MV, realizan

pilas secundarias en el patio de remanejo y un 50% de cargadores frontales que completan la carga de arena en los camiones que envían los compradores finales de este material.



Gráfica N° 11. Distribución por estatus de equipos en canteras de arena lavada.

En la gráfica N° 11 el 62% de los equipos se encontraban operativos para el momento de la aplicación del instrumento. El 38% restante corresponde a los cargadores frontales, como se describió anteriormente.

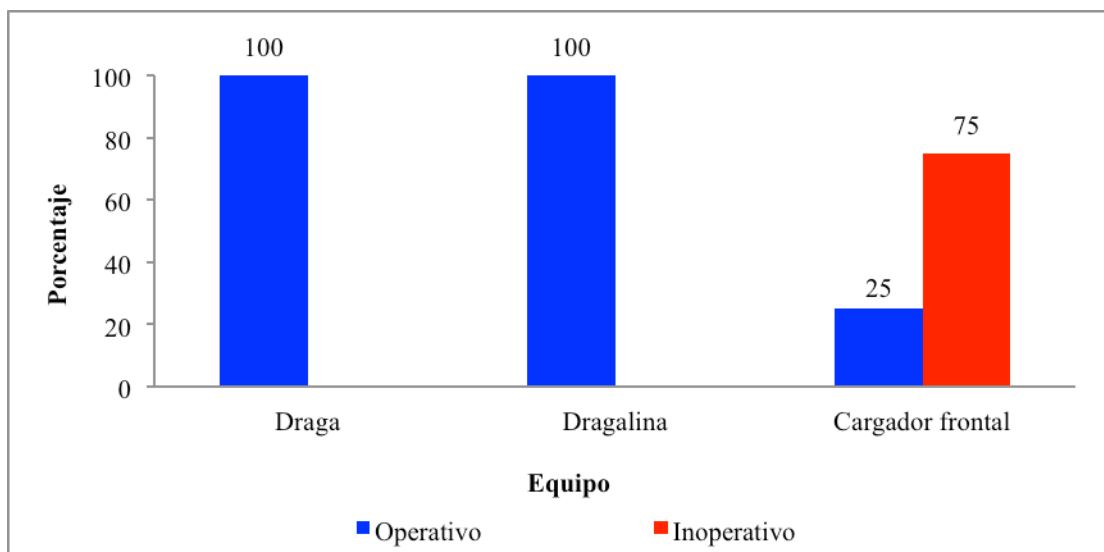
Durante la visita técnica se observó que la inoperatividad de los cargadores frontales trae como consecuencia la formación de colas de camiones en espera para ser cargados. En este sentido, aunque la extracción de material no se ve afectada directamente por este hecho, la venta y despacho de arena lavada sí. En condiciones óptimas, la empresa debería contar con equipos que permitan la carga de camiones con mayor rapidez y desde diferentes frentes de arranque mineral.

La tabla N° 48 contiene la información con los equipos utilizados en esta actividad y con la cantidad y el porcentaje operativos e inoperativos cuando es el caso, seguida de una gráfica con la distribución por tipo dentro de este rubro.

Tabla N° 48. Distribución por tipo y estatus e equipos en canteras para arena lavada.

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Draga	3	100	0	0	3
Dragalina	1	100	0	0	1
Cargador frontal	1	25	3	75	4
Total	5		3		8

La flota total de equipos que opera en las canteras donde se aplicó el instrumento de medición es de ocho. Se observa además, que la flota de arranque de material se encontraba 100% operativa, no así, la flota de carga, la cual tenía tres de cuatro inoperativos, del cual el cargador frontal operativo es alquilado.



Gráfica N° 12. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras para arena lavada.

Según lo observado, en la tabla N° 48 y en la gráfica N° 12 se puede decir que los cargadores frontales constituyen la flota menos operativa en el rubro mineral. En general, ésta se encuentra en el periodo de desgaste, con más de 25 años de uso, los equipos se han depreciado en su totalidad y están obsoletos. El desgaste genera fallas en el motor, el sistema de transmisión (caja de cambios y convertidor de torque) y en

el sistema hidráulico (cilindros). A diferencia de las dragas, los tiempos de reparación de estos equipos son incalculables y no programables. De forma adicional, uno de los cargadores debió ser “canibalizado”, en este sentido, la baja disponibilidad de repuestos limita de forma considerable las labores de reparación de las máquinas.

Por otra parte, la dragalina, con más de 50 años de uso es la máquina con mayor cuidado preventivo y correctivo dentro del rubro mineral. Cada tres meses se detiene para servicios de mantenimiento mayor. Aunque para el momento de la recolección de los datos la confiabilidad de la máquina era “aceptable”, se esperaba por parte de la empresa que por su obsolescencia fuese cambiada por una nueva.

Finalmente, los equipos de arranque , las dragas, con la totalidad de ellas operativas son la flota con mayor índice de disponibilidad y uso, se encuentran en el período normal de desgaste y presentan fallas comunes en las mangueras hidráulicas, aunque éstas no son reiteradas. Para su mantenimiento las dragas son sometidas a rigurosos servicios al inicio de cada semana, de tal forma de garantizar su óptimo funcionamiento. Es importante resaltar que cuentan con gran existencia de repuestos para estas máquinas. En este sentido se puede decir que al contar con repuestos las empresas pueden llevar a cabo un plan de mantenimiento a tiempo.

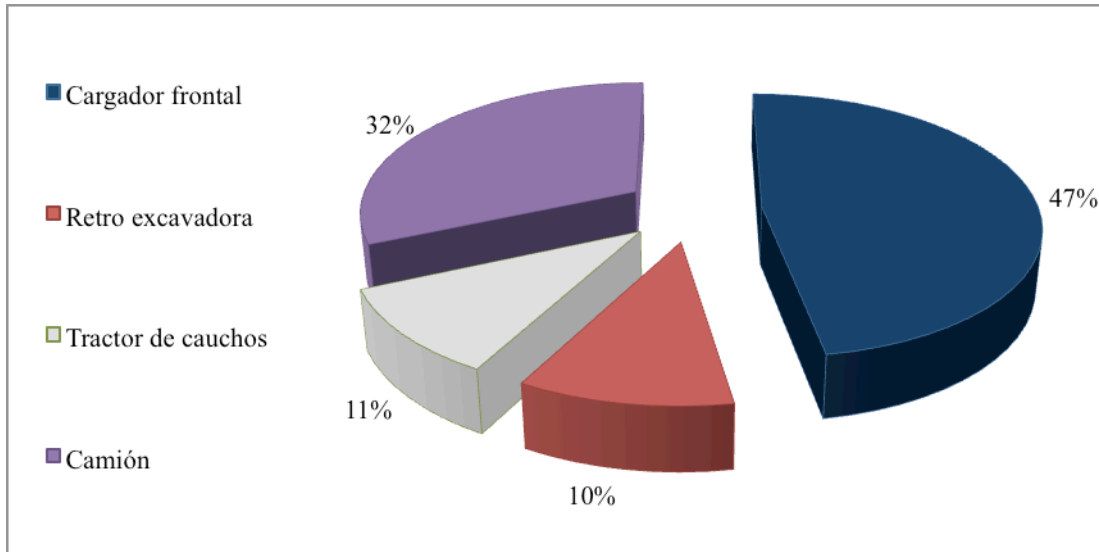
5.5.- Canteras encargadas de la extracción de arenas

En el estado Bolívar son diversas las empresas encargadas de la extracción de arena, la cual va destinada principalmente al sector de construcción. Por lo general, las labores están realizadas por grupos laborales pequeños como las cooperativas o asociaciones e incluso compañías familiares como los fundos que, en la mayoría de los casos, no han tenido una asesoría técnica especializada en los temas de la selección de la maquinaria, análisis de fallas, medición de índices operativos, elaboración de planes de mantenimiento, entre otros.

Las empresas que componen este sub-sector minero ejecutan los mantenimientos preventivos de forma mensual debido a que no llevan un registro de datos de

condiciones de trabajo de la maquinaria que les permita determinar adecuadamente cuándo realizarlo.

La siguiente gráfica resume la distribución de las máquinas que trabajan en el sector, pertenecientes a las empresas: Fundo El Encuentro, Fundo Santa Elena, Cooperativa Hermanos Bermúdez, y Asociación Casa Productiva Integral, RL.

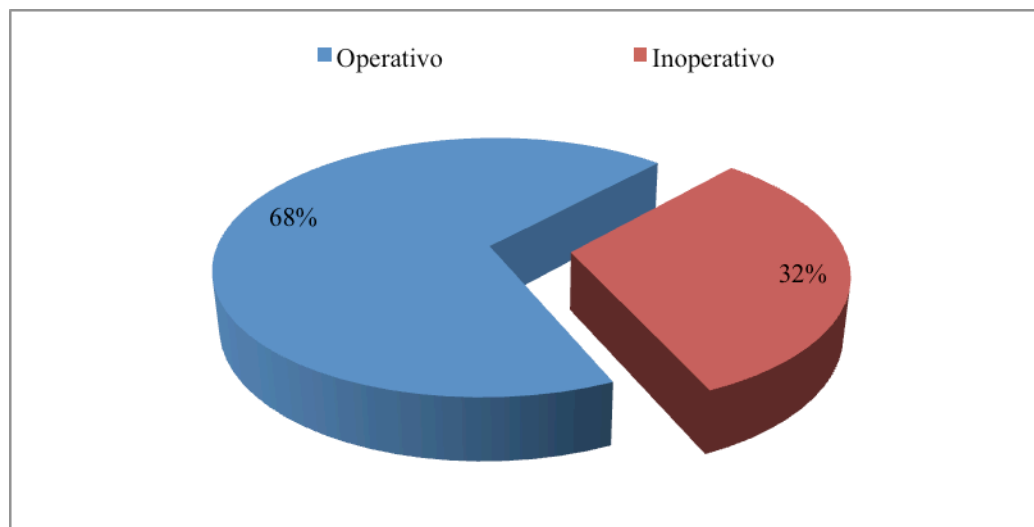


Gráfica N° 13. Distribución por tipo de equipo en areneras.

En la gráfica N° 13 la flota de equipos está distribuida por un 47% de cargadores frontales cuya tarea principal es la carga de material; 32% de camiones que se encargan del traslado de material a un punto de acopio accesible a los clientes, aunque en la mayoría de los casos como en el rubro de arena lavada, son los clientes finales los que piden cargar sus camiones y se despacha de manera directa desde los frentes de trabajo. Finalmente un 21% de máquinas están destinadas a operaciones auxiliares, tales como la apertura de vías, desforestación, zanjas, entre otros. Sin embargo, es común observar que se utilicen los cargadores frontales para las operaciones anteriormente nombradas, lo que incrementa el desgaste de éstas.

La flota en general, a pesar de que en su mayoría fue adquirida en la última década, presenta una vida útil de más de 25 años e incluso más, como el caso de los camiones

del Fundo Santa Elena (>30 años). No obstante, el rubro mineral presenta uno de los mejores porcentajes en máquinas con estatus operativo del estado Bolívar.



Gráfica N° 14. Distribución de equipos por estatus en areneras.

En la gráfica anterior se puede ver que el 68% de los equipos se encuentran operativos. A diferencia de las demás empresas visitadas para esta investigación, las pertenecientes a este rubro en su planificación no estiman una meta real alcanzable, sino que trabajan día a día para generar el mayor ingreso monetario, lo que conduce a una forma de explotación desordenada y errónea. Además, durante la visita se observó que la baja demanda de este material hace que el 32% restante de maquinaria inoperativa no afecta directamente la producción de las empresas.

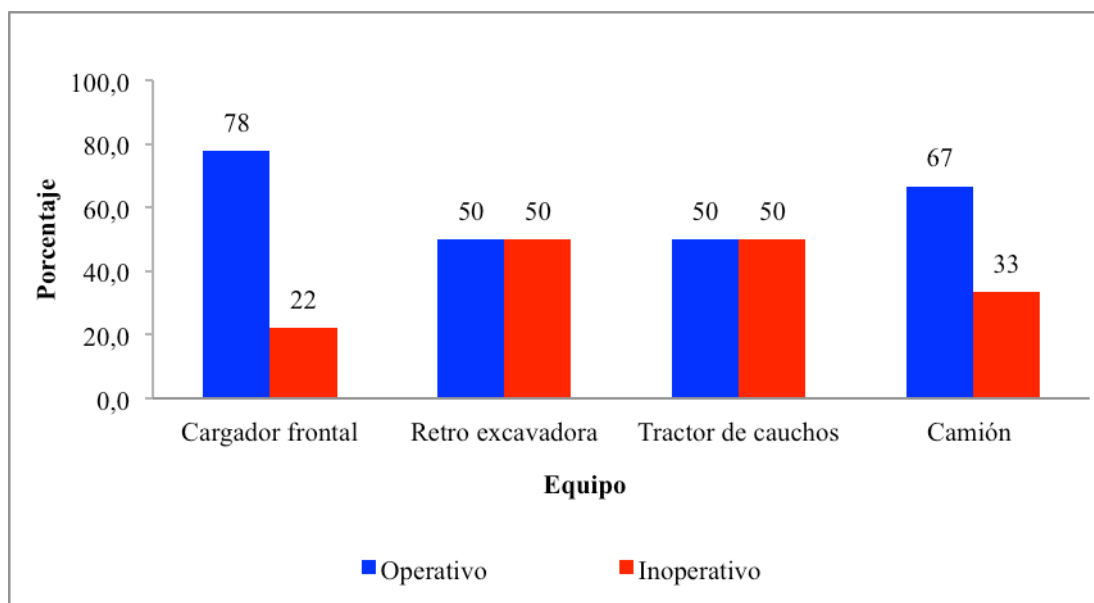
Tabla N° 49. Distribución por tipo y estatus de equipos en areneras.

La tabla N° 49 muestra todos los equipos que intervienen en la extracción de arena por las empresas donde se aplicó la encuesta. Se observa que los cargadores frontales

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Cargador frontal	7	78	2	22	9
Retro excavadora	1	50	1	50	2
Tractor de cauchos	1	50	1	50	2
Camión	4	67	2	33	6
Total	13		6		19

son más numerosos y presentan el mayor porcentaje de máquinas en estatus operativo con 77,8%, seguidos por los camiones, de los cuales 4/6 se encontraban operativos al momento de la aplicación del instrumento de recolección de datos.

La flota total de equipos que trabajan en este rubro es de 19 máquinas, siendo las flotas de arranque-carga la que presenta mayor disponibilidad. En seguida se desarrolla, por cada uno, las condiciones en las que se encuentran y fallas más comunes que presentan.



Gráfica N° 15. Distribución por tipo y estatus de equipos en areneras.

Los cargadores frontales (gráfica N° 15) son los equipos con más cantidad en estatus operativos, con mayor disponibilidad física y la más confiable, aunque se encuentren en el período de desgaste. Las fallas en estos equipos responden a problemas en el sistema hidráulico, bombas de inyección y las mangueras principalmente.

Al igual que los camiones, los equipos están desgastados de forma considerable y las fallas se presentan de manera reiterada. También presentan averías en el sistema hidráulico. A pesar de tener un 66,7% de máquinas operativas, el uso de la disponibilidad de la flota es mínima, el tiempo que éstas pasan detenidas es mayor al

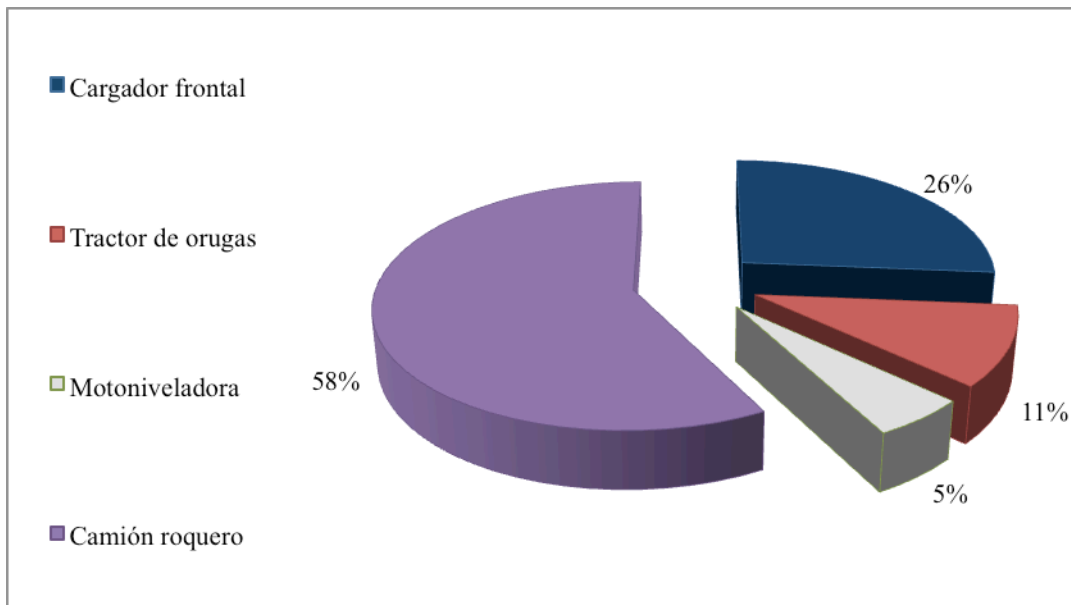
que invierten operando. Además, varios equipos de esta flota se han utilizado como suministro de repuestos a otros camiones (canibalización).

Por otra parte, los equipos auxiliares presentan las mismas condiciones operativas que el resto de la flota: se encuentran obsoletos y en el período de desgaste, con un porcentaje de máquinas operativas de 50%. Las fallas se presentan de modo continuo y frecuente en el motor y bombas de inyección. A pesar que las máquinas son empleadas para labores muy específicas y tienen poco uso, la disponibilidad y confiabilidad de éstas son muy bajas.

En general, la situación de la flota que trabaja con la extracción de arena es crítica, a corto plazo pueden quedar detenidas en su totalidad. Las máquinas se encuentran en el período de obsolescencia (ver figura N° 14) y presentan una tasa creciente de fallas, generadas por la fatiga y desgaste mecánico.

5.6.- Canteras encargadas de la extracción de cuarzo industrial.

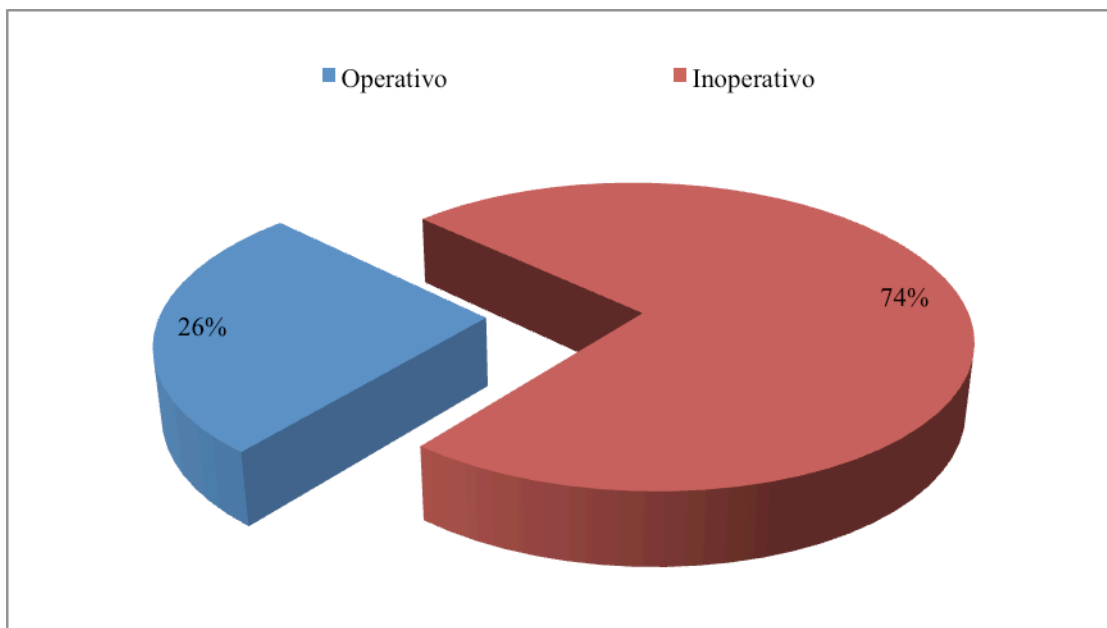
GYM de Venezuela es una de las pocas empresas que labora en la extracción de cuarzo, pero en general, permite tener una visión de la situación actual de la maquinaria en el rubro mineral. Cuentan con una variedad de equipos encargados para esta operación, a continuación se presenta la distribución de éstos (gráfica N° 16).



Gráfica N° 16. Distribución por tipo de equipo en GDV

Se visualiza en la gráfica anterior que más de la mitad de los equipos que componen la flota total son camiones, 58% de éstos trabajan en el transporte de material desde el frente de trabajo a la planta de trituración, 26% de cargadores frontales del arranque y carga de material, y los tractores de orugas y motoniveladoras 16%, en el desarrollo y acondicionamiento de vías.

La flota tiene en general más de 30 años de uso, y con la tendencia que muestra la gráfica N° 17 podemos deducir que la misma se encuentra en estado crítico por su poca disponibilidad.



Gráfica N° 17. Distribución de equipos por estatus en GDV

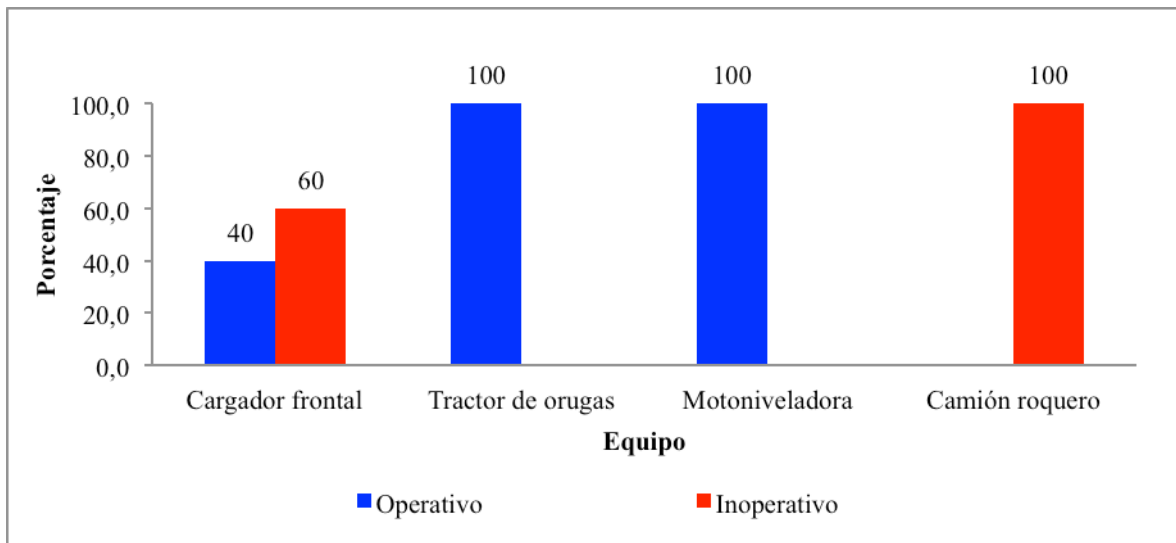
El 74% de la maquinaria que opera en GYM de Venezuela se encuentra inoperativa. Aunque para el momento de la visita técnica la empresa estaba detenida por condiciones climáticas, cuando empiezan las operaciones regulares, deben recurrir al uso de maquinaria contratada, pues de otra forma con el parque de maquinaria propio tal y como está no es capaz de cumplir las metas de producción requeridas.

La distribución de los equipos en GYM y sus porcentajes de estatus se ven en la tabla N° 47.

Tabla N° 50. Distribución por tipo y estatus de equipos en GDV

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Cargador frontal	2	40	3	60	5
Tractor de orugas	2	100	0	0	2
Motoniveladora	1	100	0	0	1
Camión roquero	0	0	11	100	11
Total	5		14		19

La flota total de GYM de Venezuela es de 19 equipos, de los cuales 14 estaban inoperativos: 11 camiones y tres cargadores frontales, 100% y 60% de la población de máquinas. Mientras que, todos los equipos auxiliares, tractores y motoniveladora, se encuentran operativos.



Gráfica N° 18. Distribución por tipo y estatus de equipos en GDV

Como se visualiza en la gráfica anterior, y se dijo en la tabla N° 50, todos los camiones se encuentran inoperativos. Para la fecha de la recolección de datos, esta flota se encontraba desvalijada en su totalidad. A los equipos le fueron removidas la mayoría de sus partes y están inservibles para realizar los trabajos correspondientes.

Los cargadores frontales, son las máquinas de mayor uso en esta empresa. La flota en general se encuentra obsoleta y es de notar un incremento importante de fallas en los motores. La empresa no cuenta con los repuestos necesarios para la reparación y por ende los tiempos de paradas son también indeterminados.

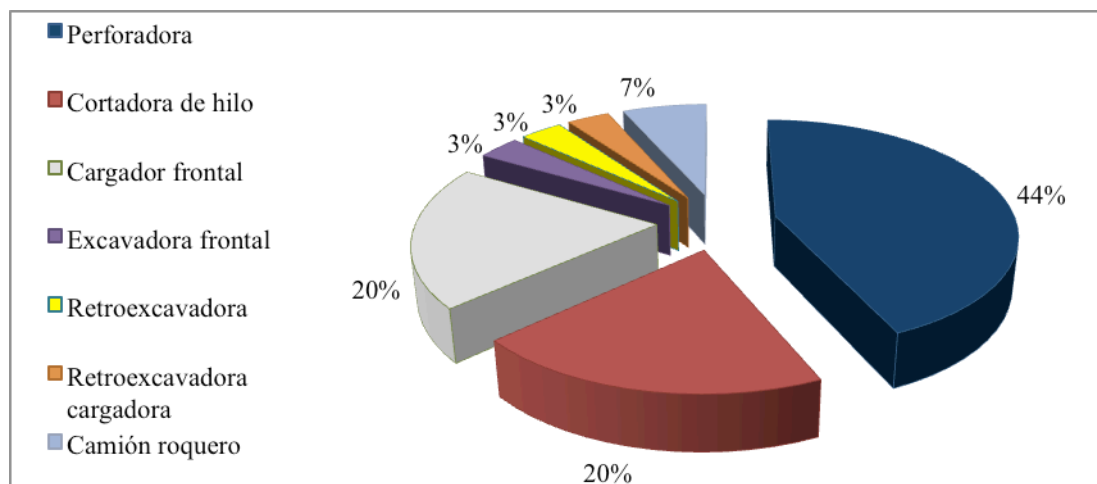
Al igual que el resto de la flota, los equipos auxiliares se encuentran obsoletos. Aunque tienen muy poco uso, presentan fallas reiteradas en el convertidor de torque, caja de cambio, motor y elementos de corte.

Es importante resaltar que la empresa tiene como filosofía realizar mantenimientos preventivos mensuales, sin importar cuales hayan sido las horas de uso de las máquinas. En este sentido, se evidencia que no han llevado registro con la descripción de estas labores. Por otra parte, a pesar de contar con un taller propio para los trabajos de reparación no así con personal técnico que las ejecute. En general, la disponibilidad de la flota es mínima, condicionada por la obsolescencia de los equipos, la falta de repuestos y la clase de mantenimiento que se aplica en las máquinas.

5.7.- Canteras encargadas de la extracción de granito ornamental.

En los últimos años, la demanda de granito ha caído de forma considerable. Para el momento de la aplicación del instrumento de medición varias empresas habían cerrado operaciones, se encontraban operativas Granitos del Orinoco C.A y Explogranitos C.A., juntas comparten el oligopolio de esta actividad.

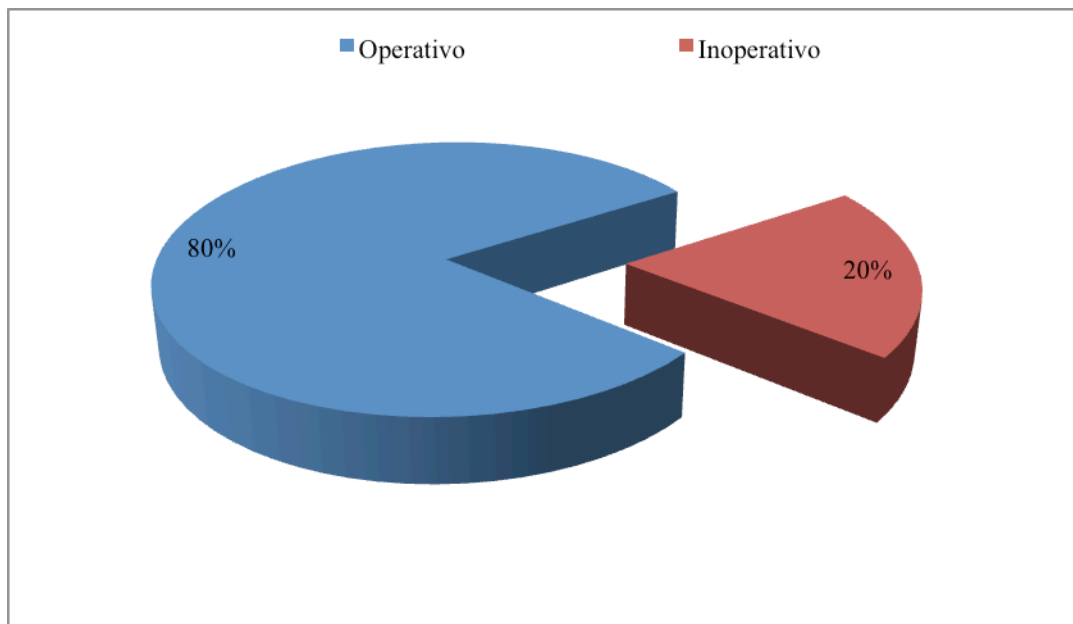
Los equipos utilizados en este tipo de minería son muy diversos, se incorpora la cortadora de hilo la cual es un equipo muy específico para este tipo de rubro. La distribución (gráfica N° 19) de los equipos existentes en el rubro se exhibe a continuación.



Gráfica N° 19. Distribución por tipo de equipo en canteras de granito para uso ornamental

Se visualiza en la gráfica N° 19 que las perforadoras son los equipos más numerosos dentro del rubro con 44%, éstas son empleadas para la perforación de barrenos que disminuyen el bloque en secciones de menor dimensión, una vez que éste ha sido liberado del macizo rocoso por medio de la cortadora de hilo (20%) . Seguidamente, se encuentran cargadores frontales también 20%, se encargan de realizar la carga y transporte de los bloques hasta los patios de remanejo. Por último se ubican los camiones roqueros (7%) y equipos auxiliares (3%). Estos se usan para la remoción de estéril, carga de material y desechos, entre otros.

La flota en general, presenta un tiempo de vida en promedio de 10 años, aunque se tienen perforadoras con casi 20 años de uso.



Gráfica N° 20. Distribución por estatus de equipos en canteras de granito para uso ornamental

El porcentaje de equipos operativos (80%) es el más elevado dentro de los rubros estudiados en esta investigación, tal como se observa en la gráfica N° 20. Aunque gran parte de los equipos se hallaban detenidos por la baja demanda de la roca granítica, la ejecución de mantenimientos puntuales trae como consecuencia este elevado porcentaje de disponibilidad física.

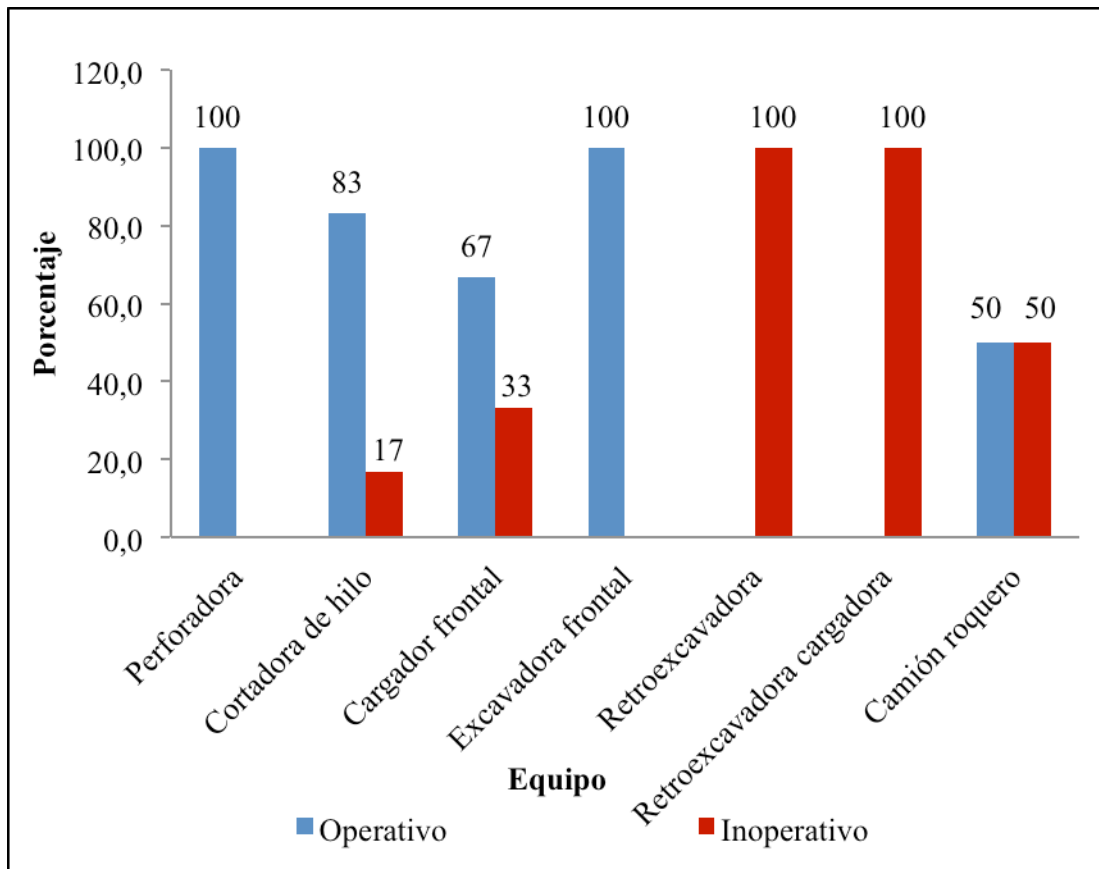
En la tabla N° 51 se presenta una descripción más detallada de los porcentajes de equipos por estatus:

Tabla N° 51. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de granito para uso ornamental

Tipo de equipo	Operativo		Inoperativo		Total de equipos
	Cant.	%	Cant.	%	
Banqueadores	13	100	0	0	13
Cortadora de hilo	5	83	1	17	6
Cargador frontal	4	67	2	33	6
Excavadora frontal	1	100	0	0	1
Excavadora retro	0	0	1	100	1
Retro excavadora	0	0	1	100	1
Camión roquero	1	50	1	50	2
Total	24		6		30

La flota de equipos cuenta con 30 máquinas, la cual presenta, un excelente porcentaje de operatividad. Se observa que los banqueadores, siendo los más abundantes y utilizados en las operaciones, presentan el 100% de equipos operativos. Seguidos por las cortadoras de hilo con 83,3% de equipos operativos y los cargadores frontales con el 66,7%, siendo éstas las de mayor disponibilidad del rubro mineral.

Por otra parte, las máquinas para las operaciones auxiliares estaban inoperativas porque sus componentes principales fueron robados mientras estuvieron a la intemperie en una cantera cerrada por falta de demanda de granito para uso ornamental.



Gráfica N° 21. Distribución por tipo y estatus de equipos en canteras de granito ornamental

Los banqueadores como se dijo, son muy viejas, sin embargo se mantienen operativas gracias al riguroso mantenimiento que se les aplica de forma mensual, además de que sus partes son engrasadas semanalmente. El desgaste que sufren estas máquinas se evidencia en las barras de perforación, las cuales son cambiadas cuando el equipo lo requiere, de tal modo de garantizar el rendimiento óptimo de las perforadoras, lo cual trae como consecuencia una disminución en el índice de fallas y por ende un aumento en la confiabilidad de la flota.

Del mismo modo se mantienen las cortadoras de hilo, éstas sufren erosión en el hilo adiamantado, el cual es reemplazado una vez finalizada su vida útil. Es importante resaltar que los repuestos de estas máquinas son importadas desde España y se trata

de mantener siempre elementos cortantes en el almacén, disponibles para reemplazarlos de inmediato.

La flota de cargadores frontales, a pesar del riguroso mantenimiento al que es sometida cada 250 horas de trabajo, fallan con frecuencia, siendo la disponibilidad de éstos baja, debido a la obsolescencia y la falta de repuestos . El rubro mineral es capaz de abastecer su demanda con los cuatro cargadores operativos. Sin embargo, se estaba en espera para la reparación del resto de la flota, pues podrían necesitarse si ocurre un incremento en la demanda de granito para uso ornamental.

Las empresas estudiadas llevan un registro exhaustivo de las condiciones en las que se encuentran los equipos, no obstante cuentan con planes de mantenimiento que son aplicados de forma puntual de manera de garantizar la operatividad de las máquinas. No obstante, contar con personal técnico entrenado es otra forma de asegurar el trabajo que se realiza durante los servicios y reparaciones. En este sentido se evidencia una vez más la importancia de contar y aplicar un plan de mantenimiento a fin de concretar las condiciones operativas de los equipos.

5.8.- Sistema de Diagnóstico de Fallas

Para sintetizar la información por rubro mineral, en primer lugar se tiene un sistema para el diagnóstico de fallas, el cual es presentado a través de una sistematización que permite decir cuáles son las posibles causas y las consecuencias de las fallas existentes, por tipo de equipo. Es importante resaltar que se desconoce el origen de las fallas de una considerable cantidad de equipos porque se requiere de datos de seguimiento en el mantenimiento que no fueron proporcionados o no existen, por ello en las tablas N° 52 al N° 56 resumen los datos para aquellas máquinas de las cuales se tiene mayor cantidad de información.

Tabla N° 52. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en las perforadoras

Perforadoras			
Falla	Frecuencia	Causas	Consecuencias
Fallas hidráulicas	5/8	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga de fluidos por mangueras rotas o mal conectadas • Obsolescencia de las mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja presión en el sistema • Disminución de la fuerza de perforación
Fallas eléctricas	3/8	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en los circuitos electrónicos • Falla en el sistema de control 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de funciones de la máquina • Errores en el sistema paro de la máquina

Tabla N° 53. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en las excavadoras

Excavadoras (frontales, retro, de cables)			
Falla	Frecuencia	Causas	Consecuencias
Fallas hidráulicas	4/6	<ul style="list-style-type: none"> • Roturas en los sellos de los cilindros. • Obsolescencia de los sellos • Cilindros desgastados • Bajo nivel de aceite en el sistema • Presencia de partículas en los fluidos • Vida útil de los componentes caducada Mangueras rotas Fallas en las bombas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de fluidos hidráulicos • Baja presión en el sistema • Disminución de la fuerza de arranque y carga de la máquina. • Máquina inoperativa
Fallas mecánicas	2/6	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en el sistema de engrase • Fallas en el motor de giro • Desgaste de los elementos de corte 	<ul style="list-style-type: none"> • Débil penetración del material • Operaciones ineficientes • Máquina inoperativa

Tabla N° 54. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en cargadores frontales

Cargadores frontales			
Falla	Frecuencia	Causas	Consecuencias
Fallas mecánicas	12/25	<ul style="list-style-type: none"> • Discos internos y engranajes del convertidor de torque y caja de cambios desgastados • Fallas en el sistema de enfriamiento • Fallas en el sistema de acople del balde • Fallas en el sistema de inyección del motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en la transmisión • Motor fundido • Problemas para el cambio de velocidades • Mala ejecución de las operaciones • Máquina inoperativa
Fallas hidráulicas	7/25	<ul style="list-style-type: none"> • Falla en las bombas • Fuga de fluidos por mangueras rotas o mal conectadas • Pérdida de presión en los cilindros • Bajo nivel de fluidos • Fallas en el sistema de lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja presión en el sistema • Pérdida de presión en los cilindros hidráulicos • Pérdida de fuerza de penetración y arranque de material • Máquina inoperativa
Fallas estructurales	3/25	<ul style="list-style-type: none"> • Cauchos desgastados • Vidrios rotos • Cabina deteriorada 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de tracción • Falta de seguridad • Máquina inoperativa
Fallas eléctricas	3/25	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en los solenoides • Falla en el alternador • Fusibles quemados 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de funciones • Máquina inoperativa

Tabla N° 55. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en los camiones

Camiones (roqueros, cisterna)			
Falla	Frecuencia	Causas	Consecuencias
Fallas mecánicas	13/22	<ul style="list-style-type: none"> • Fallas en el convertidor de torque y caja de cambios • Suspensión dañada • Falla en el sistema de inyección • Falla en el sistema de enfriamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en la transmisión • Dificultad para el cambio de velocidades • Motor fundido • Inestabilidad en el camión • Vibraciones en la cabina • Paro de la maquina
Fallas hidráulicas	6/22	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga de fluidos • Mangueras rotas o desajustadas • Fallas en el sistema de lubricación 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de presión en los cilindros • Disminución de la fuerza para el volqueo de la tolva • Máquina inoperativa
Fallas estructurales	3/22	<ul style="list-style-type: none"> • Cauchos desgastados • Aire acondicionado dañado 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de tracción • Máquina inoperativa

Tabla N° 56. Relación causa- consecuencia de las fallas presentes en tractores

Tractores (de oruga, de caucho)			
Falla	Frecuencia	Causas	Consecuencias
Fallas mecánicas	18/ 22	<ul style="list-style-type: none"> • Discos internos y engranajes del convertidor de torque y caja de cambios desgastados 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en la transmisión • Problemas para el cambio de velocidades • Pérdida de fuerza de empuje Paro de la maquina
Fallas hidráulicas	18/22	<ul style="list-style-type: none"> • Falla en las bombas • Fuga de fluidos por mangueras rotas o mal conectadas • Pérdida de presión en los cilindros 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja presión en el sistema • Pérdida de presión en los cilindros hidráulicos • Máquina inoperativa
Fallas estructurales	4/22	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de translación desgastados • Elementos de cortes desgastados 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de tracción • Operaciones ineficientes • Máquina inoperativa

En segundo lugar se realiza un análisis causa- raíz de las fallas a través de una sistematización con una espina de pescado por tipo de equipo. De igual forma, solo se tomaron los datos de aquellos equipos sobre los cuales se tiene información detallada.

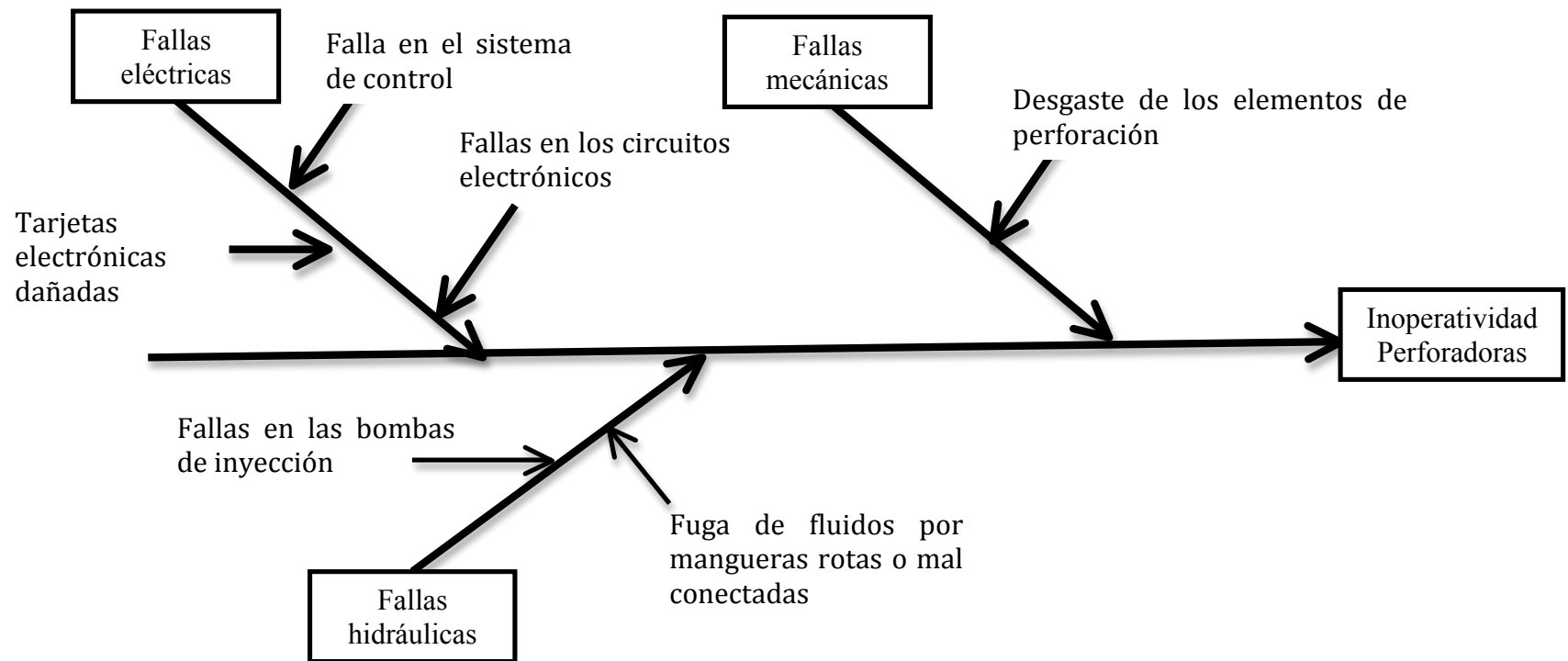


Figura N° 17. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en las perforadoras

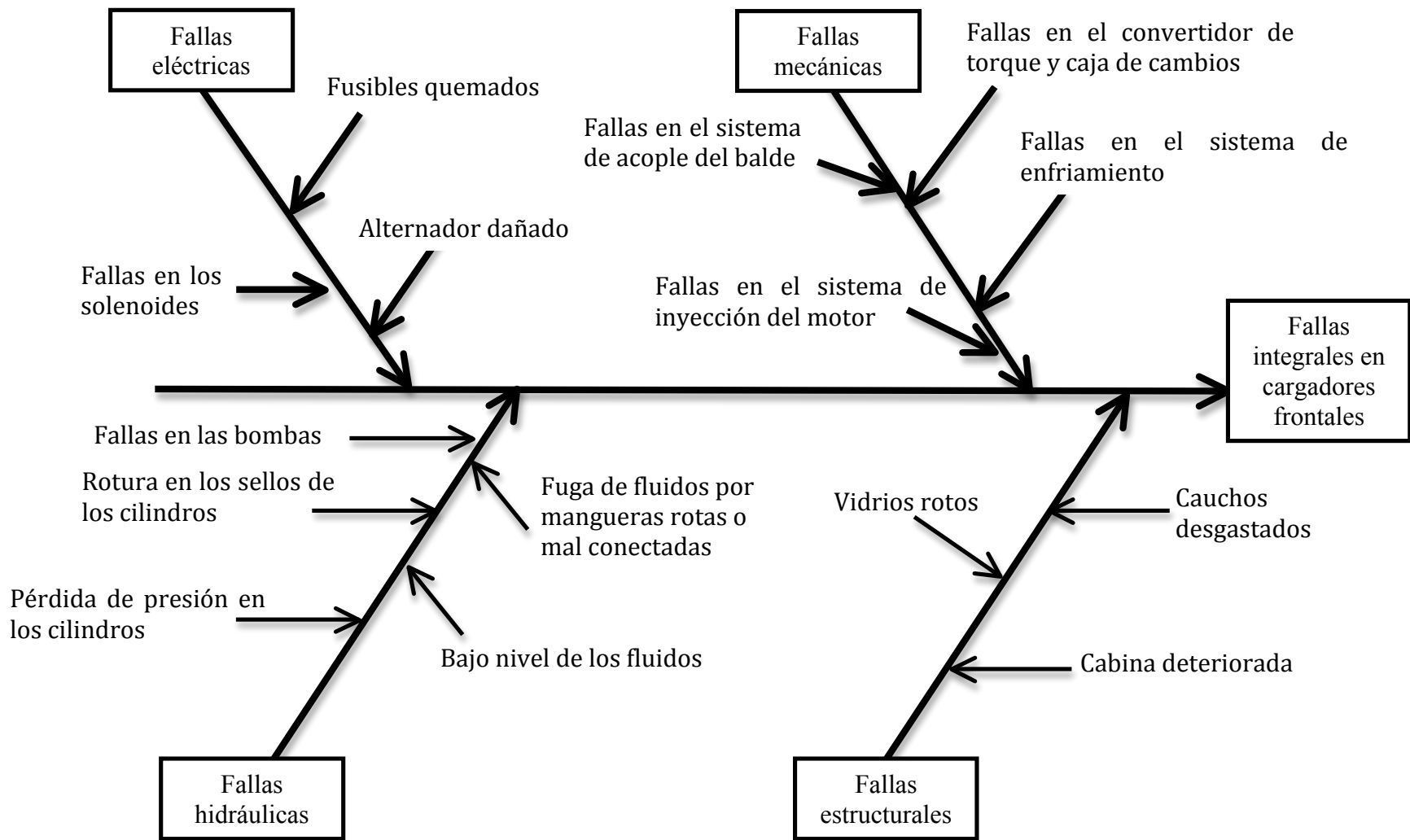


Figura N° 18. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en los cargadores frontales

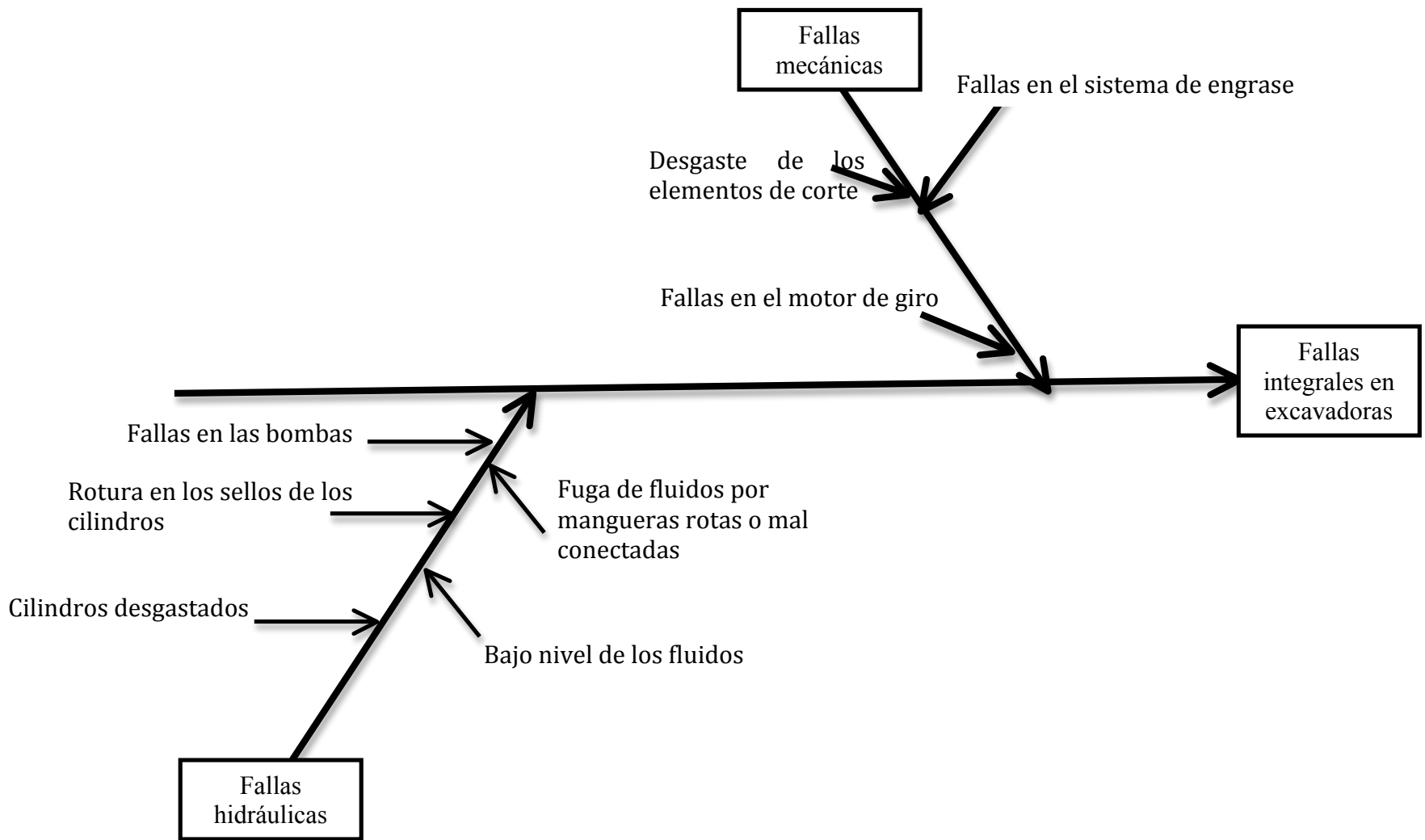


Figura N° 19. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en las excavadoras

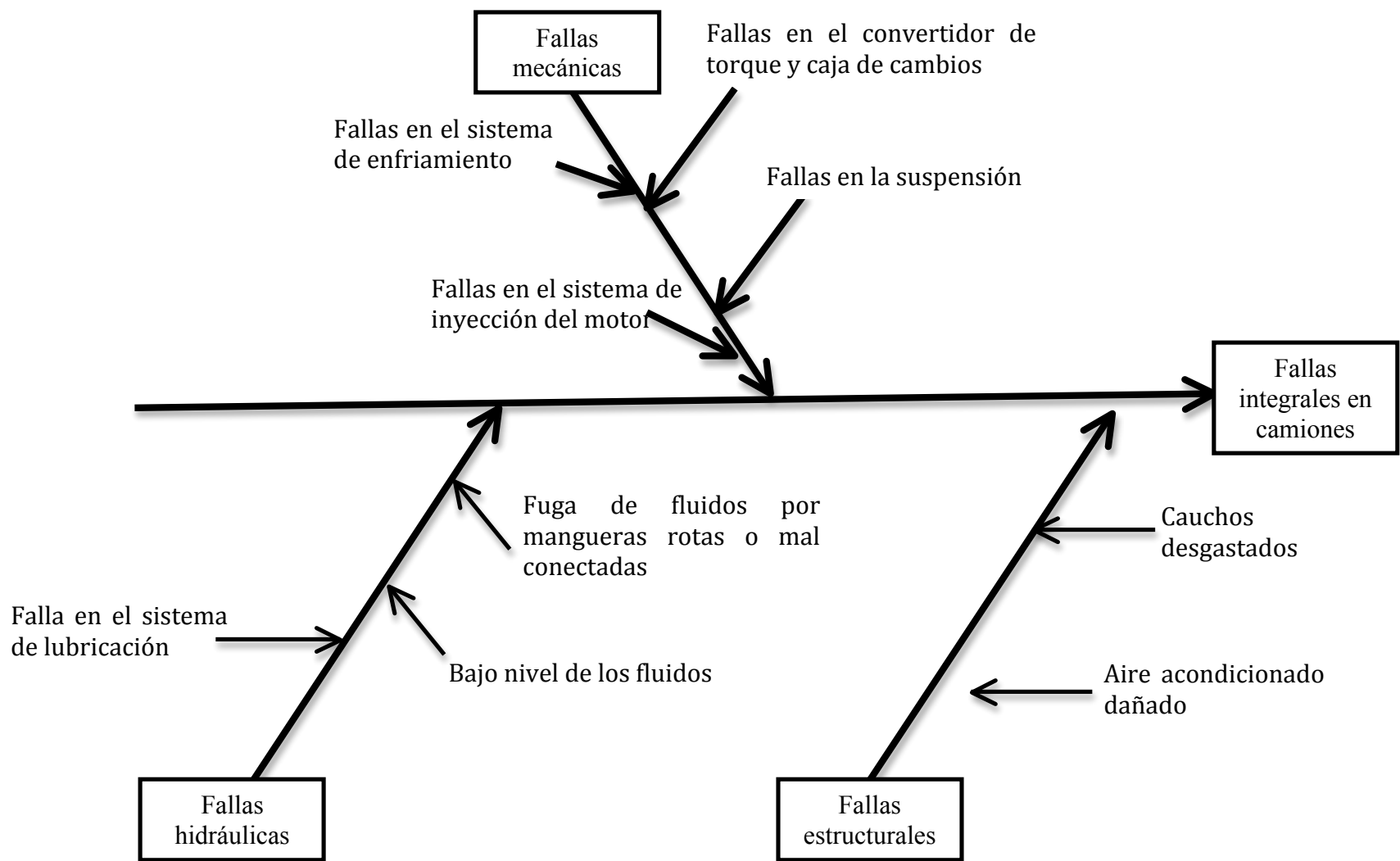


Figura N° 20. Diagrama de espina de pescado sobre las fallas en los camiones

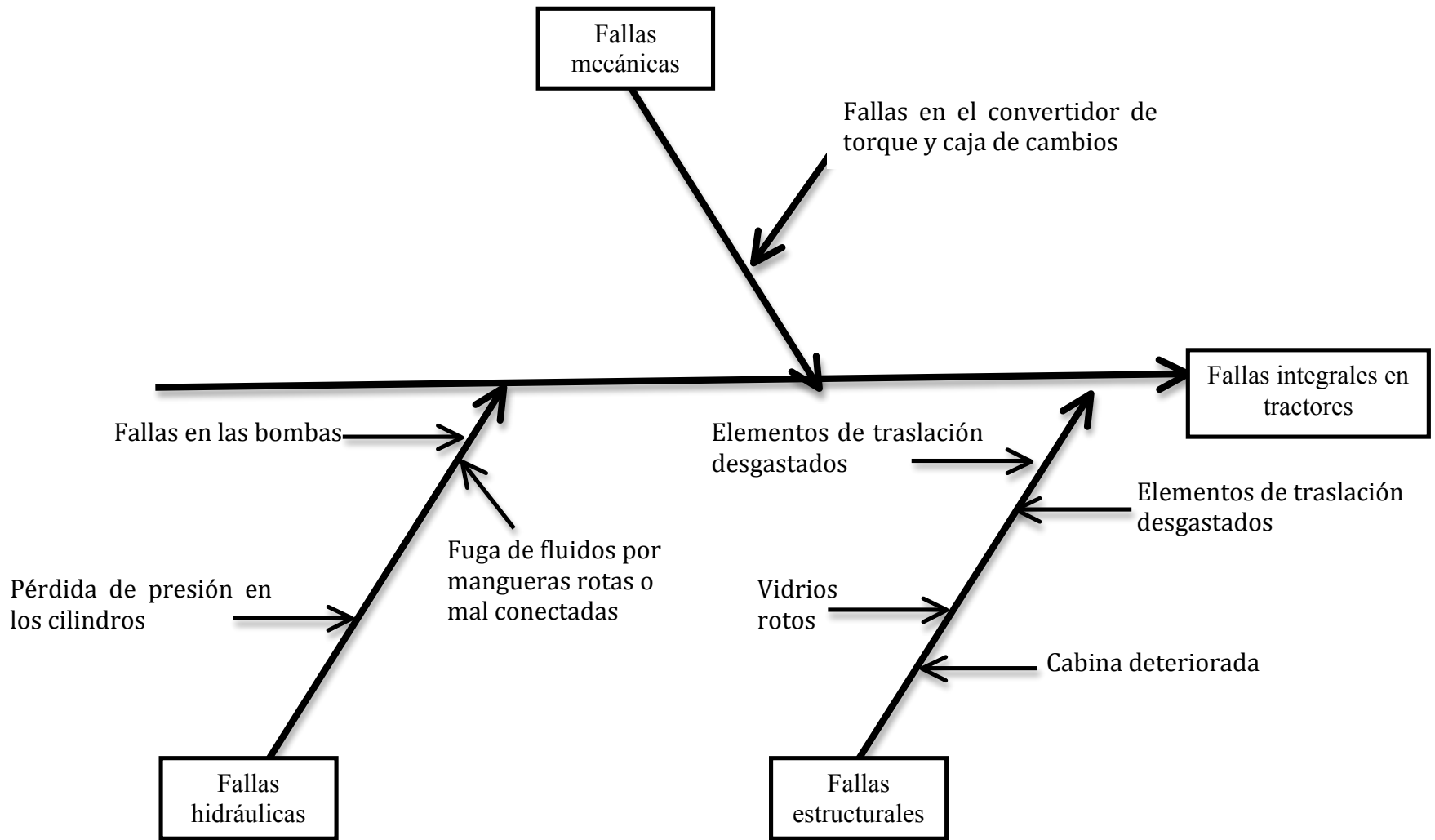


Figura N° 21. Diagrama de espina de pescado de las fallas de los tractores

En tercer lugar, se discute algunas de las razones que generan las fallas. En general, la flota de equipos se encuentra en el período de desgaste, de modo que el índice de averías se incrementa de forma considerable producto de obsolescencia, fatiga, corrosión y desgaste mecánico en muchas partes de las mismas. Adicionalmente, la falta de ejecución y carencia en el seguimiento de planes de mantenimiento preventivo traen como consecuencia un deterioro de la maquinaria con mayor rapidez.

Por otra parte, es de notar que una parte de la población de los equipos ha servido para suministrar repuestos a necesidades específicas de otros, es decir han sido “canibalizados” para suplir el arreglo de las fallas de otras máquinas ante un mercado con baja disponibilidad de repuestos, la carencia de éstos en almacén y una flota de máquinas con gran necesidad, trae como consecuencia que los tiempos de reparación sean reiterados y más largos, dado que los obtenidos a partir de partes de otros equipos carecen de garantía y confiabilidad, mientras que la alternativa de la importación de partes puede suponer para algunos empresarios incalculables períodos de tiempo desde que los adquieren hasta que los disponen de éstos.

CONCLUSIONES

- El instrumento de medición aplicado recoge la información necesaria para diagnosticar y conocer las condiciones físicas de los equipos que operan en las actividades mineras a cielo abierto en el estado Bolívar.
- El rubro con mayor porcentaje de equipos inoperativos es el encargado de la extracción de cuarzo industrial, con 76% , esto es, 14/19 máquinas detenidas.
- El rubro con menor porcentaje de equipos inoperativos es el encargado de la extracción de granito ornamental con 20% , 6/24 máquinas detenidas.
- Tomando en cuenta toda muestra a la cual se le aplicó el instrumento de medición, 88/239 equipos se encontraban inoperativos, lo cual representa un porcentaje del 37% de la muestra total estudiada.
- Es de hacer notar un incremento en el índice de fallas de los equipos debido a que la mayoría de los éstos se encuentran en el período general de desgaste u obsolescencia en su totalidad, según el criterio de la curva de períodos de vida útil de un equipo.
- Los equipos de arranque más comunes son las perforadoras debido a que el arranque de material es indirecto debido a sus características.
- Las fallas más comunes se presentan en las barras y brocas de perforación debido al continuo desgaste que sufren (el material es rico en cuarzo).
- Las excavadoras y cargadores frontales, equipos utilizados para la carga de material, presentan fallas de forma común en el sistema hidráulico, cilindros y bombas de inyección, además de un continuo desgaste en los elementos de carga. En los cargadores también se presentan fallas de manera reiterada en el convertidor de torque y caja de cambios.

- Del mismo modo, la avería en el sistema de transmisión es común en los tractores y camiones roqueros.
- En los camiones también, es de hacer notar fallas reiteradas en los sistema de suspensión e hidráulico debido posiblemente a sobrecarga, estado de las vías, entre otros.
- Las principales causas de tan elevado porcentaje de maquinaria inoperativa en el estado Bolívar, son:
 - a. La falta de ejecución de un plan de mantenimiento oportuno y riguroso por parte de las empresas operadoras.
 - b. Elevado grado de obsolescencia que presentan los equipos. Las fallas son debidas principalmente al desgaste mecánico, fatiga, erosión y corrosión.
 - c. Ésta carencia de repuestos, la cual incrementa de forma importante los tiempos de parada de los equipos para ser reparados. La misma se debe a lo engorroso de las trámites de adquisición, compra traslado/ importación, e instalación de los repuestos en el país.
 - d. Ésta también ha causado que ciertos equipos se les sean retiradas sus partes como suministro de repuestos a necesidades específicas de otra máquina ante un mercado con baja disponibilidad de repuestos.
 - e. Servicio post venta y de personal capacitado en estas máquinas que se encargue de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de forma oportuna y adecuada.
 - f. En algunos casos la mala operación y falta de capacitación de los operadores, tienden a llevar a los equipos fuera de sus limites operacionales y causan muchas de las fallas en edad temprana y potencial aquellas como el desgaste.

- El trabajo conjunto entre fabricante/ proveedor de equipos más empresa minera, se ve compensado en una mayor confiabilidad aplicación eficiente de los planes de mantenimiento
- La baja disponibilidad física de los equipos afecta de forma directa el alcance de las metas de producción propuestas por las empresas operadoras mineras del estado Bolívar.
- La aplicación de las herramientas de confiabilidad operacional para este tipo de diagnóstico es un instrumento útil debido a que permite conocer la causa raíz de las averías más frecuentes en los equipos mineros.

RECOMENDACIONES

Se requiere una mejor articulación con el ente encargado del sector minero de la Administración Pública, a fin de tener acceso a la información referente a las actividades mineras a cielo abierto del país.

Realizar un plan estratégico para facilitar las condiciones de inversión económica-financiera en el sector minero que implique una renovación del parque de máquinas presente en el estado Bolívar. De otra manera, la producción de las minas y canteras del Estado venezolano se verá afectada por el bajo rendimiento y obsolescencia de la flota de equipos que en éstas operan. En el mismo sentido, la inversión para la renovación de la flota de equipos debe estar soportada por una sólida estructura a nivel de suministro y distribución de repuestos, el cual debe contar con el apoyo necesario del servicio técnico especializado que garantice el óptimo funcionamiento, desempeño y aprovechamiento de la vida útil de las máquinas.

Como área productiva de la Nación, las empresas mineras deben solicitar al Estado venezolano un plan concreto y direccionado, que les otorgue oportunidades para la adquisición de maquinaria y repuestos. No obstante, el Estado debe velar con estrategias más contundentes por la renovación de las flotas de equipos una vez que

éstos han cumplido su vida útil con la finalidad del logro de las metas productivas nacionales de acuerdo con el plan minero de la Nación.

Para garantizar la operatividad de los equipos, se recomienda a las empresas operadoras mineras emplear estrategias en la ejecución de planes de mantenimiento puntuales y rigurosos, que además contemplen el análisis de falla que permita adelantarse a su ocurrencia, en pro de la disminución del tiempo del equipo en estatus de reparación e inoperativo. Con miras a este objetivo, se requiere entonces pensar en organizar un sistema con un departamento para mantenimiento y servicio del parque de máquinas por parte de las empresas operadoras, incluida la captación de personal técnico especializado, como capacitación y entrenamiento de los operadores bien sea por parte de los fabricantes o del Estado venezolano.

Realizar una serie de investigaciones para complementar la información de cómo el estatus y las condiciones de los equipos de operaciones unitarias afectan las metas de producción de las empresas, para coadyuvar a sus planificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Amador, L. (2005). Diseño de un plan de mantenimiento predictivo para la flota de equipos pesados de la gerencia de pmh de la empresa C.V.G Ferrominera Orinoco C.A. Trabajo de grado. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” [Resumen en línea] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/disen-plan-mantenimiento-predictivo-equipos-pesados-pmh-fmo/disen-plan-mantenimiento-predictivo-equipos-pesados-pmh-fmo.pdf>
- Carlos L. Jimeno, (1995). Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. Madrid. Instituto Tecnológico Geominero De España.
- Castillo, B. (2002). Análisis y evaluación técnica de la implantación del software drill & blast de Mincom a las operaciones de perforación y voladura de la Mina Paso Diablo, Municipio Paez, estado Zulia. Trabajado de grado. Universidad Central de Venezuela. [Documento en línea]. Página web de la Universidad Central de Venezuela: [http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/107/1/Trabajo%20Especial%20de%20Grado%20\(U\).pdf](http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/107/1/Trabajo%20Especial%20de%20Grado%20(U).pdf) [Consulta: 2012, Marzo 05].
- Duffuaa, R. y Dixon.(2000) Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control. 1era Edición. Editorial Limusa
- Garrido, M. (2012). Proyecto de Trabajo Especial de Grado. Escuela de Geología, Minas y Geofísica, UCV. Inédito y en elaboración.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, L. (1991) Metodología de la investigación. México.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (1994). Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Madrid, España.
- Kerlinger, Fred (1979). Investigación del comportamiento y técnicas metodológicas. Editorial interamericana. Edición 2. México D.F.
- Laboreo de Minas I. (s.f). Instituto Universitario de Tecnología del estado Bolívar. [Documento en línea]. Pagina web del UTEB. Disponible en: <http://www.iuteb.edu.ve/carreras/geominas/pensum/laboreo1/labmi2.html> [consultado 3 mayo de 2012]
- Manual de Trabajos de Grado y Maestrías y Tesis Doctorales, la UPEL, (1998), [Documento en línea]. Disponible en: <http://neutron.ing.ucv.ve/NormasUPEL2006.pdf> [Consultado el 29 de julio 2011]
- Mago, K (2006). Diagnóstico de falla a los equipos pesados de la gerencia de materiales de la empresa Orinoco Iron. S.c.s. Práctica profesional. Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Facultad de Ingeniería. [Resumen en línea]. Disponible en: [ttp://www.monografias.com/trabajos-pdf4/diagnostico-fallas-equipos-pesados-orinoco-iron-scs/diagnostico-fallas-equipos-pesados-orinoco-iron-scs.pdf](http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/diagnostico-fallas-equipos-pesados-orinoco-iron-scs/diagnostico-fallas-equipos-pesados-orinoco-iron-scs.pdf)

- Madsen, N, Navarro, E, Orellana, J. (2002). Informe 3: Mantenición de Excavadora Hitachi EX200 LC5. Universidad de Chile. [Publicación en línea]. Página web de la facultad de ingeniería de la Universidad de Chile: <http://www.ing.uchile.cl/~rpascual/me57a/proyg1-02x2.pdf>. [Consultado 20 de abril, 2012].
- Muñoz, M. (2003). Mantenimiento Industrial. Universidad Carlos III de Madrid. [Documento en línea]. Página web de cursos abiertos de la Universidad Carlos III de Madrid. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/tecnologia-de-maquinas/material-de-clase-1/MANTENIMIENTO.pdf> [Consultado 29 abril de 2012]
- Nava, José D. (1992). Teoría de mantenimiento. Definiciones y organización. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones Mérida, Venezuela.
- Nava, José D. (2004). Teoría de mantenimiento. Fiabilidad. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones Mérida, Venezuela.
- Newbrough, E. (1997). Administración de mantenimiento industrial. Organización, motivación y control en el mantenimiento industrial. Editorial Diana. Mexico.
- Paraszczak, J, (2005). Understanding and assessment of mining equipment effectiveness. Trans Inst. Min Metall. A. vol 114. p 147.
- Rodríguez, M (2002). Estudio del mantenimiento de los equipos críticos de un sistema de deshidratación de gas natural (basado en MCC). Trabajo de grado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería. [Resumen en línea] Página web de la Universidad Central de Venezuela: <http://saber.ucv.ve/jspui/bitstream/123456789/224/1/Tesis.PDF> [consulta 2011, mayo 5]
- Ochoca, K y Reyes, R. (2011). Propuesta de los parámetros para el diseño de estabilidad de taludes y de los depósitos finales en Minera Loma de Níquel, C.A. municipio Guaicaipuro, estado Miranda.
- Villegas, E. (2005). Mantenimientos. Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental. [Libro en línea]. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>
- Técnicas de mantenimiento (2005). [Libro en línea]. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/18358130/Libro-de-Mantenimiento-Industrial> [Consultado 29 de abril de 2012]
- Villanueva, A (2003). Guía de diseño de minas a Cielo Abierto de la cátedra Laboreo a Cielo Abierto. Universidad Central de Venezuela.