

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Geología, Minas y Geofísica
Departamento de Minas

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES EN LAS
PLANTA II Y III DE PROCESAMIENTO DE MINERAL, CANTERAS
DEL DISTRITO CAPITAL S.A**

Elaborado por:
Br. Ascanio C. Hemily J
Br. Peña Z. César A.
Para Optar por la asignatura:
MINERÍA DE CAMPO (3230)

Caracas, 2019

**DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES EN LAS
PLANTA II Y III DE PROCESAMIENTO DE MINERAL, CANTERAS
DEL DISTRITO CAPITAL S.A**

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Magda Acosta

TUTOR INDUSTRIAL: T.S Yenny Ruiz

Caracas, Marzo 2019

DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES EN LAS PLANTA II Y III DE PROCESAMIENTO DE BENEFICIO MINERAL DE CANTERAS DEL

DISTRITO CAPITAL S.A

Br: Hemily J. Ascanio .C

Br: César A. Peña. Z

Tutora Académica: Ing. Magda Acosta

RESUMEN

La empresa minera Canteras del Distrito Capital, lleva a cabo sus actividades de extracción a cielo abierto, a su vez cuenta con dos plantas de beneficio mineral para la producción de agregados para la construcción, en un diagnóstico realizado se pudo establecer que dichas plantas presentan fallas que afectan considerablemente la producción de las mismas. A través de esta investigación se lleva a cabo un diagnóstico de las condiciones actuales de los equipos de trituración y clasificación, esto con el fin de obtener un control de los tiempos y frecuencias de las paradas presentadas por dichas plantas, esto se desarrolla a través del trabajo de campo, elaboración de tablas y gráficos de frecuencia. Una vez realizado el diagnóstico se puede inferir que la productividad de dichas plantas se ve afectada por el deterioro de los equipos, ya que estos cumplieron su vida útil y por ende frecuencia de paradas aumentan, además de no contar con el mantenimiento preventivo correcto, estos daños repercuten de forma directa en la producción. Por consiguiente, la empresa teóricamente dejó de percibir en planta II un 65,70% y en planta III 88,61% de sus ingresos durante las 8 semanas. Considerando los valores en pérdidas de producción mostradas anteriormente, la empresa debe considerar la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, o en su defecto a través de decisiones gerenciales con previos estudios económicos según la vida útil del yacimiento, considerando la adquisición de una nueva planta de procesamiento o equipos de nuevas tecnologías que se adapten a la demanda de la empresa.

Palabras Claves: **Canteras Distrito Capital, S.A, Beneficio de Minerales, Minería, Producción.**

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1-Formulación del Problema	3
1.2 Objetivos de la Investigación	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación	5
1.4 Alcance	5
CAPÍTULO II GENERALIDADES DE LA EMPRESA	6
2.1-Ubicación Geográfica y característica del área de explotación	6
2.2 -Características de medio Físico	7
2.2.1-Clima.....	7
2.2.2-Suelos	7
2.3-Reseña Histórica	7
2.4- Misión	8
2.5- Visión	9
2.6- Estructura Organizativa	9
2.7- Proceso de Producción de la Cantera	10
2.8- Descripción del proceso de trituración y clasificación de planta II	11
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	14
3.1 Antecedentes de la Investigación	14
3.2- Geología Regional	16
3.3 -Geología Local	17
3.4-Circuitos de trituración	18
3.5-Trituradora de Mandíbula	21
3.5.1-Trituradoras de mandíbulas Blake o de doble efecto.....	21
3.5.2-Trituradora de mandíbulas de simple efecto	22
3.6-Trituración Secundaria	23
3.6.1-Trituradora de Cono	23
3.7-Clasificación de productos	24
3.8-Cintas transportadoras	26
3.9- Paradas	27
3.10- Índices claves de producción	30
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	32
4.1- Tipo de Investigación	32
4.2- Diseño de la Investigación	32
4.3- Población y Muestra	32
4.4- Instrumentos para la recolección y procesamiento de Información. ...	32
4.5- Cronograma de Trabajo	35
4.6 Etapas metodológicas y procedimiento experimental	37
CAPÍTULO V RESULTADOS Y ANALISIS	38

5.1- Identificación en campo de los equipos disponibles para el procesamiento de material planta II y planta III	39
5.1.1- Equipos disponibles en planta II	39
5.1.2- Equipos disponibles en planta III	40
5.2 Descripción y estado físico de los diferentes equipos de trituración y clasificación según fichas técnicas e información suministrada por la empresa	41
5.3- Histogramas de planta II y III elaborados a partir de las horas de paradas y frecuencia de ocurrencia de las mismas , utilizando los códigos establecidos por la empresa.....	51
5.3.1- Porcentaje de horas de paradas de planta II	51
5.3.2- Porcentaje paradas de planta II	54
5.3.3- Porcentaje de horas de paradas de planta III.....	56
5.3.4- Porcentaje de paradas de planta III.....	58
5.4.-Análisis de las incidencias del porcentaje de frecuencia (porcentaje de paradas) semanales de los equipos de trituración y clasificación sobre la producción semanal de los agregados para la construcción.....	60
5.4.1- Grafico de control planta II.....	60
5.4.2- Histograma porcentaje de paradas durante las semanas de estudio de planta II	62
5.4.3- Grafico de control planta III.....	66
5.4.4- Histograma porcentaje de paradas durante las semanas de estudio de planta III.....	68
CONCLUSIÓN	72
RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA	75

ÍNDICE DE FIGURA

Figura nº 1 Ubicación de Canteras Distrito Capital S.A.....	6
Figura nº 2 Organigrama de la empresa Fuente: Canteras Distrito Capital S.A....	9
Figura nº 3 Descripción del proceso de producción. Fuente: Acosta G. Magda Acosta . Informe Minería de Campo 2015.....	10
Figura nº 4 y 5. Secuencia Litológica. Fuente: Acosta G. Magda C Informe Minería de campo 2015	18
Figura nº6 Circuito de trituración mixto Fuente formas construcción Machinery Co., Ltd. Trituradoras.de.roca.com.....	19
Figura nº 7 Esquema del movimiento. Fuente Acosta G. Magda C Trabajo especial de grado (2.017). pág. 24.....	21
Figura nº8 Triturador de Mandíbula de efecto doble. Fuente Acosta G. Magda C. Trabajo especial de grado (2.017) pág. 26.....	22
Figura nº9 Trituradora de cono. Fuente Acosta G. Magda C. Trabajo especial de grado (2.017) pág. 26.....	24
Figura nº10 Criba del tipo industrial Fuente: Telas Metálicas de Occidente, S.A de C.V.TEMOSA Cribado y trituración.....	26
Figura nº 11 Cinta transportadora. Fuente: 123RF. Foto de archivo- Mina de piedra con los silos y cintas transportadora. Equipo industria. Minería.....	27
Figura nº 12 Metodología de investigación.....	37
Figura nº 13 Circuito de la planta II. Fuente: Canteras del Distrito Capital.....	39
Figura nº 14 Circuito de la planta III. Fuente: Canteras del Distrito Capital.....	40
Figura nº15 Código de paradas vs porcentaje de horas de paradas de planta II...51	
Figura nº 16 Porcentaje de paradas distintos tipos de paradas Planta II.....	54
Figura nº 17 Código de paradas vs porcentaje de horas de paradas de planta III.....	56
Figura nº 18 Porcentaje de horas de paradas de los distintos tipos de paradas plantall.....	58
Figura nº19 Producción semanal de planta II. Datos suministrado por la empresa.....	60

Figura n°20 Porcentaje de paradas durante las semanas planta II.....	62
Figura n°21 Producción semanal de Planta III Fuente Canteras Distrito Capital.....	66
Figura n° 22 porcentaje de paradas de planta III durante las semanas.....	68

ÍNDICE DE TABLA

Tabla nº 1 Clasificación de los procesos de fragmentación. Fuente Acosta G. Magda C. Trabajo especial de grado (2.017) pág. 21	20
Tabla nº 2 Instrumento para recolección de datos. Códigos de paradas de Planta II. Fuente Cantera del Distrito Capital.....	33
Tabla nº 3 Instrumento para recolección de datos. Códigos de paradas de Planta III. Fuente Cantera del Distrito Capital.....	35
Tabla nº 4 Cronograma de trabajo. Fuente. Elaboración propia.....	35
Tabla nº 5 Estado físico y descripción de los equipos de trituración y clasificación de planta II.....	41
Tabla nº 6 Estado físico y descripción de los equipos de trituración y clasificación de planta III	46
Tabla nº 7 Producción e ingresos de planta II. Fuente canteras del Distrito Capital.....	66
Tabla nº 8 Producción e ingresos de planta III. Fuente canteras del Distrito Capital.....	68

INTRODUCCIÓN

Canteras del Distrito Capital S.A es una empresa minera productora de agregados para construcción, perteneciente al Gobierno del Distrito Capital la cual maneja una producción que, pese a que ha estado en constante aumento durante los últimos cinco años gracias a la implementación de un sistema de explotación controlado, aun no logra cumplir con unos estándares de producción aceptables, y estos valores están relacionados directamente con la productividad de sus equipos. Esta cuenta con dos plantas de procesamiento de minerales no metálicos utilizados para fines de agregados para la construcción, los productos generados en planta II son: Piedra número uno (1”), piedra $\frac{3}{4}$, y polvillo, mientras que en planta III el producto final es arena lavada. El objetivo principal de este trabajo es realizar un diagnóstico de las condiciones de los equipos de trituración y clasificación a través del seguimiento y control en los tiempos de paradas y las causas de las mismas, lo cual repercute en la producción de agregados para la construcción, haciendo que los ingresos de la empresa disminuya y la gobernación del Distrito Capital deje de percibir ingresos para políticas públicas.

Para dar cumplimiento al objetivo de la investigación, el presente trabajo se estructura de la siguiente manera: El capítulo I que se divide en el planteamiento del problema donde se describe de manera amplia la situación objeto de estudio, luego se plantearon los objetivos de la investigación seguidamente la justificación en donde se señaló las razones por las cuales se realizó la investigación y por último los alcances, donde se indica hasta donde se llegó. El Capítulo II está constituido por toda la identificación de la empresa es decir la razón social a que se dedica, ubicación geográfica, reseña histórica, misión, visión, valores, organigrama, descripción de cargos y proceso de producción de la cantera. El capítulo III se refiere al Marco Teórico en este Capítulo se definen las bases teóricas de la investigación, estas comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que constituyen un punto de vista o enfoque determinado, dirigido a

explicar el problema planteado. La metodología utilizada se especifica en el capítulo IV, la cual se basó en la recopilación de datos en el campo y finalmente el capítulo V muestra los resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se describe la problemática objeto de estudio de la investigación y las medidas a tomar en cuenta para darle solución a la misma, es decir, el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos. Así mismo, también se tiene la justificación y los alcances del trabajo realizado.

1.1-Formulación del Problema

Canteras del Distrito Capital S.A es una mina a Cielo Abierto productora de agregados para la construcción, en la planta II se produce específicamente polvillo, piedra 1", piedra $\frac{3}{4}$ y arrocillo (-1/2") mientras que en planta III Arena Lavada (-1/4"). La gerencia de Minas elaboró unos códigos asociados a las paradas de plantas, debido a que la producción de ambas plantas estaba disminuyendo y no existían registros de paradas de los meses anteriores para lograr dar una estadística que sustentara la situación actual de los rendimientos bajos en la producción.

Actualmente el estado físico que presenta los equipos de trituración, las condiciones de deterioro se repiten en ambas plantas, en general inciden en los bajos rendimientos de producción. Acosta M.(2017) , elaboró un trabajo de investigación denominado Establecimiento de los parámetros Mineros-Geo-mecánicos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y trituración de la planta III de la empresa Canteras del Distrito Capital, en el cual se determinó que la carga circulante del circuito de planta III fue de 59,88% de la alimentación diaria debido a que los equipos de trituración secundaria y terciaria no están configurados para la producción de finos (arena lavada) haciendo que la producción de planta III no fuese la adecuada. Para ese mismo año, Briceño C

(2017) elaboro un análisis de operatividad de las plantas de producción de agregados de la empresa Canteras del Distrito Capital, la investigación se sustentó en la realización de inventarios, diagnóstico y registro de operatividad de las plantas de beneficio mineral de la empresa, con la finalidad de realizar un análisis estadístico que contribuyan a la elaboración de sugerencias que puedan ayudar a disminuir las paradas operativas más recurrente. Se llegó a la conclusión que los turnos efectivos para la planta II fueron alrededor de 52,73% y de planta III de 64,62%.

Sabiendo de antemano que las paradas afectaban los turnos efectivos y la mala configuración de los equipos en planta III, están asociados a la baja producción de la empresa. Se vio la necesidad de realizar un diagnóstico de las condiciones actuales de las plantas de procesamiento de agregados de Canteras del Distrito Capital (S.A), y verificar mediante gráficos de control la variación de la producción de ambas plantas, además se plantea llevar un registro del porcentaje de horas de paradas y frecuencia de ocurrencia durante el periodo de estudio.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Diagnosticar las condiciones actuales de las plantas de procesamiento mineral en Canteras del Distrito Capital.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar en campo los equipos disponibles para el procesamiento de material en Planta II y III de Canteras Distritos Capital, mediante un circuito
- Describir los diferentes equipos de trituración y clasificación según fichas técnicas e información suministrada por la empresa
- Elaborar histogramas utilizando el porcentaje de horas de paradas y frecuencia de las mismas a través de los códigos de paradas suministrados por la empresa

- Analizar la incidencia del porcentaje de frecuencia de paradas semanales de los equipos de trituración y clasificación sobre la producción semanal de los agregados para la construcción

1.3 Justificación

Al realizar el diagnóstico de las condiciones de las plantas, se genera una base de datos, con el cual, se puede realizar una correlación entre la producción de los meses de agosto- septiembre, y verificar si las paradas de planta están afectando la producción.

1.4 Alcance

Con el cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación, se logra comparar el ritmo de productividad y paradas de planta II y III con la caída en la producción de agregados para la construcción de la empresa Canteras Del Distrito Capital S.A, con el fin de dar una solución eficaz y más óptima para realizar futuras correcciones en virtud de mantener y mejorar la producción.

Con la ejecución de los objetivos planteados, se pondrá en práctica las destrezas adquiridas a lo largo del trayecto de estudio de la carrera favorece de forma directa a la comunidad estudiantil y universitaria, debido a que se genera una información referente a los circuitos de trituración, el ciclo de producción para la generación de agregados de construcción y nexos futuros con la empresa.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

El presente capítulo tiene como propósito dar a conocer información referente a la empresa, ubicación y accesibilidad. Una breve reseña histórica, misión, visión, y la estructura organizativa de la misma.

2.1-Ubicación Geográfica y característica del área de explotación

El área de estudio de Canteras del Distrito Capital S.A, se encuentra ubicada en la Hacienda Mamera, Parroquia Antímamo, del Municipio Autónomo Libertador, Distrito Capital. El acceso a la cantera se realiza en Antímamo al oeste de la ciudad de Caracas, tomando el Distribuidor Mamera, hacia la Carretera Mamera-Junquito y aproximadamente unos 1,5 kilómetros, encontramos la entrada como se muestra en la Figura 1. Su número telefónico: +58-212-472-3510. Su correo electrónico es: cantera.dc@gdc.gob.ve



Figura nº 1 Ubicación de Canteras Distrito Capital S.A

2.2 -Características de medio Físico

2.2.1-Clima

El Distrito Capital cuenta con la cadena de la Costa como barrera natural que impide la influencia de los factores climáticos del Litoral Central. Ello, asociado con la altura de 900 metros sobre el nivel del mar, le permite contar con un clima bastante benigno. El Distrito Capital cuenta con un clima tropical lluvioso caracterizado por alta temperatura durante todo el año, con una media superior a los 18°C en el mes más frío. La temperatura media anual del valle de Caracas es de 22°C. Tiene períodos de lluvia y de sequía bien definidos; el período lluvioso se presenta de mayo a noviembre en la mayoría de las localidades, pero puede ser también entre abril y noviembre o entre mayo y octubre. El período de lluvias coincide con la época de mayor radiación solar y con la acción de la convergencia intertropical, asociada a vientos inestables, mientras que el período seco coincide con los meses de menor radiación y con la acción de masas de aire mucho más estables y más secas. La precipitación media anual es de 870 mm.(DPT-INE Sept. 2013).

2.2.2-Suelos

Los suelos del Distrito Capital son de tipo aluvial y de origen cuaternario. Cubren todo el valle de Caracas y gran parte de los lechos de los ríos y las quebradas. Los suelos, en las zonas de montaña, son residuales perteneciente a la formación geológica del grupo Caracas.

2.3-Reseña Histórica

El lote de terreno en cuestión, se mantenía en operación por Inversiones GOLEANDRA C.A., Este terreno, es propiedad de José Gómez Camacho el cual era arrendado a la antigua empresa “CANtera NACIONAL”, Pero por

competencia exclusiva conferida en La Ley sobre el Régimen, Administración y Aprovechamiento de Minerales No Metálicos del Distrito Capital; y en atención a los requerimientos de agregados para la construcción de la Gran Misión Vivienda Venezuela, entre otros planes de renovación urbana de Caracas, el Gobierno del Distrito Capital mediante el Decreto 171, publicado en la GODC N° 138, procedió a la adquisición forzosa de esta cantera privada que explotaba de modo no sustentable un valioso yacimiento ubicado en la parroquia Antímano, creando el 15/02/2013 la empresa pública Canteras del Distrito Capital, S.A. como instrumento para garantizar el cumplimiento de las metas en vivienda y obras públicas, combatir la especulación asociada, y consolidar el aprovechamiento sustentable de estos recursos, conforme a las políticas ecosocialistas establecidas en la Ley del Plan de la Patria.

El objeto de la Cantera es la exploración, explotación, almacenamiento, transporte y comercialización de minerales no metálicos en su jurisdicción, así mismo, la compraventa y alquiler de maquinaria pesada y vehículos de transporte. Canteras del Distrito Capital tiene su domicilio fiscal en las esquinas de Torre a Principal, Casa de Gobierno del Distrito Capital, Frente a la Plaza Bolívar, Parroquia Catedral, Caracas 1010. Las labores de cada uno de los empleados son asignados por la junta directiva de la empresa quedando distribuida como se muestra en la tabla 1.

2.4- Misión

Desarrollar el aprovechamiento de la industria de los minerales no metálicos sus derivados (Concreto, Asfalto, Pego, Adoquines y Lajas), de forma sostenible y sustentable, para abastecer con calidad y oportunidad, al sector construcción del Distrito Capital, garantizando la rentabilidad de la empresa y contribuyendo al desarrollo económico del país.

2.5- Visión

Según el plan de explotación (2016). "Ser una Empresa con gestión de calidad, oportuna en el suministro especializado de agregados minerales no metálicos y sus derivados (Concreto, Asfalto, Pego, Adoquines y Lajas) destinadas al mejoramiento del hábitat y la calidad de vida de los ciudadanos del Distrito Capital, en armonía y preservación del medio ambiente".

2.6- Estructura Organizativa

La estructura organizativa muestra como está compuesta la empresa, en sus tres niveles como los son el nivel estratégico, nivel de apoyo y nivel sustantivo. Así como las dependencias de casa gerencia.

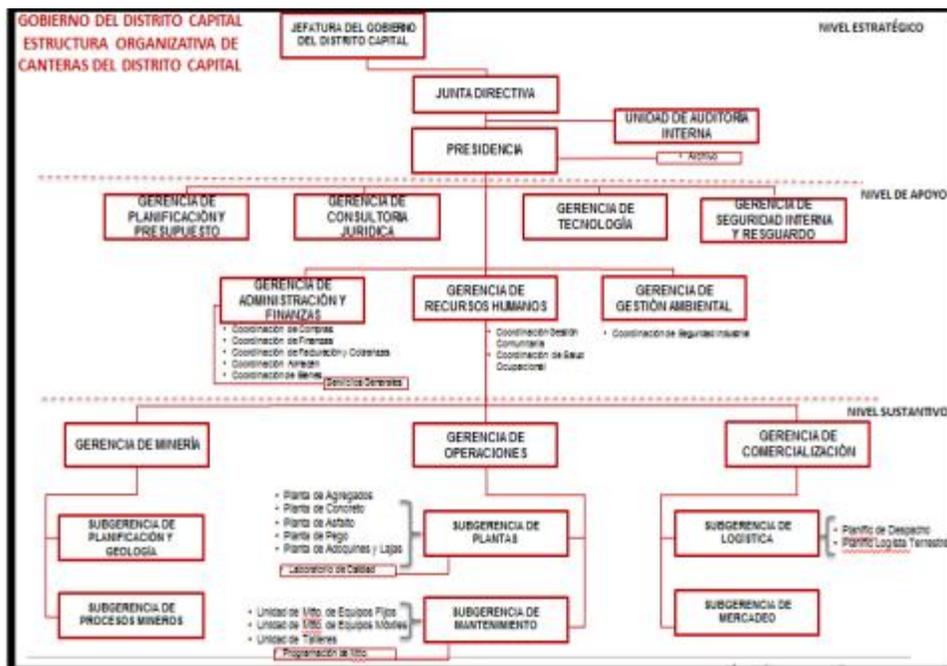


Figura nº 2 Organigrama de la empresa Fuente: Canteras Distrito Capital S.A

2.7- Proceso de Producción de la Cantera

El sistema de explotación de Canteras del Distrito Capital S.A. se realiza a cielo abierto, con bancos diseñados acorde a los equipos de excavación adquiridos para la producción de agregados triturados, que permitan estos bancos la altura suficiente para una óptima excavación y productividad sin descuidar los parámetros básicos de seguridad al darle a cada frente la inclinación de los taludes a unos 70° aproximadamente y 12 metros de altura ya que la geología local fue altamente activa, lo que generó zonas de alto diaclasamiento, fractura de la roca y cambios litológicos.

El proceso de producción de la empresa comienza con la etapa de extracción que consiste en la conformación de pisos o área casi horizontales para comenzar la etapa de perforación y voladura en cada sector programado en los diferentes bancos de caliza, luego se realiza carga y acarreo. Actualmente se cuenta con dos sectores denominados mina 1 y mina 2, la mina 1 no tiene actividad alguna en los últimos once años y la empresa se ha concentrado en mejorar y rediseñar la mina 2, con resultados muy positivos en los últimos años. Ya estando el material en estas plantas, es llevado por retritución y clasificación a los tamaños comerciales que son piedra 1", piedra ¾", polvillo y ripio o rechazo de la planta.



Figura nº 3 Descripción del proceso de producción. Fuente: Acosta M. Informe Minería de Campo 2015

2.8- Descripción del proceso de trituración y clasificación de planta II

De acuerdo al plan de explotación a continuación, se presenta la descripción del tratamiento del material para la planta de producción de piedra 1", piedra 3/4" y polvillo (-1/2).

- El material (todo uno) obtenido en las operaciones de perforación y voladura utilizando un patrón de 4,00 x 3,50m, es colocado en una tolva de alimentación de tipo laminado.
- A través del alimentador laminado este pasa a la trituradora de Mandíbula de marca Maggut 1250CR. Loro&Parisini, y la configuración de salida del equipo es para obtener un material con un diámetro promedio de máximo 8".
- Este material es trasladado por medio de una cinta transportadora n°10 de longitud 40m , rodillos de 38 cm , 33 Estaciones, 3 Rodillos de 1,33m hasta la criba n°8 vibratoria de marca Cribas Loro&Parisini Vaglio V 516 Con 2 mallas de 5m x 2.14m , la malla superior con una apertura de 1 1/2" y la inferior de 3/8" el material pasante de la malla inferior pasa a la cinta transportadora n°12 de longitud 70m , rodillos de 38 cm , 33 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m , a la cinta n°13 de 51m , 26 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m 26 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m y luego a la cinta n°14 de 56m de longitud , 27 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m.
- El material retenido de esta misma cae al cono n°09 de marca Hidrocono Crusher 18-50 Allis Chalmers y pasa por las cintas antes mencionadas n°12, n°13 y n°14.
- El material pasante y retenido se traslada hasta la criba vibratoria n°15 de marca Cribas Loro&Parisini Vaglio V 517 con 2 mallas de 6m x 2.14m, la malla superior con apertura 1" 1/2 e inferior con una apertura de 1"3/8, el material pasante se traslada a la cinta n°19 de 32m de longitud, 18 estaciones, 3 Rodillos de 1,20m. 2 rodamientos 22-212 hasta las cribas 20 A-20B ambas de marca Cribas Loro&Parisini Vaglio V 516 con 2 mallas de 5m

x 2.14m , en cuanto a la criba 20- A la malla superior tiene una apertura de 1/2" e inferior de 1/4", la criba 20-B posee una malla superior de 1" e inferior 5/16" donde se obtiene el producto y desciende a las diferentes tolvas en este caso a la tolva n°1 correspondiente al polvillo(-1/2).

- El material retenido es transportado a la cinta n°2 de longitud 35 m, 18 estaciones 3 Rodillos de 1,22m descendiendo al cono 04 pie de marca Hidrocono Crusher 8-46 Allis Charmer, el material se traslada a la banda n°1 de longitud 41m, con 21 estaciones, 3 Rodillos de 1,25m, el cual se traslada a las cintas n°12 , 13 y 14 nuevamente a la criba n°15 para repetir 2 veces el proceso d trituración antes mencionado y así se obtiene producto final como piedra n°1, 3/4 descendiendo a las diferentes tolvas correspondientes.

2.9- Descripción del proceso de trituración y clasificación de planta III

De acuerdo al plan de explotación a continuación, se presenta la descripción del tratamiento del material para la planta de producción de arena lavada (Planta III):

- El material (todo uno) obtenido en las operaciones de perforación y voladura utilizando un patrón de 4,00 x 3,50m, es colocado en una tolva de alimentación con una capacidad de 200 m³.
- A través de un alimentador vibratorio este material cae en la trituradora de mandíbula marca XCMG tipo PE 800X1060 con una capacidad instalada de 52- 88 m³ /h; la configuración de salida del equipo es para obtener un material con un diámetro promedio de máximo 6".
- Este material es trasladado por medio de una cinta transportadora con una longitud de 20m, rodillos de 10,3m, ocho estaciones con tres (3) rodillos cuyo diámetro es de 13"; hasta una criba vibratoria marca Loro e Parisini 516 con un solo nivel cuyo corte es de 1 1/4".

- El material retenido ($\geq 1 \frac{1}{4}$ "), en esta criba cae en un cono Symons, modelo 3Ft serial 41742, cuyo diámetro promedio de salida está cerrado a aproximadamente $\frac{1}{2}$ " , el pasante ($\leq 1 \frac{1}{4}$ "), al igual que el del cono caen a una banda de 23m de longitud y 76 cm de ancho con rodillos de 1m de longitud con 10 estaciones de 3 rodillos cada una.
- Este material cae a una criba vibratoria Loro e Parisini 516 de dos mallas (220x137 cm.), la apertura de la superior es de $1 \frac{1}{4}$ " y la inferior de $\frac{3}{8}$ " , el material pasante de la malla inferior va directamente al tornillo lavador, de donde se obtiene el producto final (arena), mientras que el retenido de esta cae a una banda de 90 cm. de ancho, 55m de longitud con rodillos de 1m de longitud y 15 estaciones de 3 rodillos cada una y cae a una tolva de distribución, el retenido de la primera malla va a una banda de 25 metros y cae nuevamente al cono principal para dar paso al circuito cerrado de esta operación de trituración.
- El material ubicado en las tolvas de distribución este cae a un triturador en dos conos de la serie de Gyradisc Trituradora de Cono modelo GD75 cuyo diámetro de alimentación es de $1 \frac{1}{4}$ " y la salida es de $\frac{3}{8}$ " este material cae a una banda de 17m y posteriormente a la otra de 23m hasta llegar nuevamente a la segunda criba vibratoria descrita anteriormente.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presentan las diferentes definiciones, formulas, antecedentes y datos teóricos que sustentan la investigación y permiten el desarrollo de la misma

3.1 Antecedentes de la Investigación

Hernández, Teobaldo (2000). “Análisis Granulométrico y Balance de masas en el proceso de la planta de trituración los barrancos de la empresa C.V.G Ferrominera Orinoco”.

Objetivo: realizar un estudio de clasificación granulométrica en el proceso de trituración, motivado a que se registraba una gran cantidad de material recirculando en el proceso.

Fuenmayor, Oswaldo (2001). Caracterización geomecánicas de las rocas de la cantera perteneciente a la Corporación de Cemento Andino C.A. ubicada en el municipio Candelaria, estado Trujillo.

Objetivo: Caracterizar geomecánicamente las rocas ubicadas en el yacimiento explotado por la Corporación de Cemento Andino C.A.

Torres, Pablo (2006) “Avances en el estudio sobre recuperación de partes de equipos de carga usados en la minería”.

Objetivo: Estudio preliminar para optimizar los procesos de recuperación de piezas de acero de gran espesor, considerando las características del metal original de la pieza y el material de relleno

Díaz, Eduardo (2013) “Evaluación de electrodos para la fabricación de blindaje laterales de molinos de trituración de áridos”.

Objetivo: estudiar el comportamiento de electrodos revestidos para recubrimiento duro manual por arco eléctrico, utilizados en la fabricación de blindajes laterales de molinos para la trituración de áridos.

Valencia, Evaristo (2013) “Proyecto para el incremento de capacidad de operación de la planta de beneficio, compañía minera La Negra, Maconí Querétaro”.

Objetivo: Ampliar la planta de beneficio, para pasar de una alimentación de 1500 a 2000 t/día ajustando el diseño actual de la misma y sin interrumpir las operaciones.

Acosta, Magda (2015) “Determinación de los parámetros del ciclo de carga y acarreo y balance de masa en la planta III de beneficio mineral, en canteras del distrito capital”.

Objetivo: Determinar los parámetros de los ciclos de carga - acarreo y del balance de masa en la planta III de beneficio mineral en Canteras del Distrito Capital.

Nobregas, Ricardo (2016) “Propuesta para reducción de tamaño de minerales no metálicos: Caso charnockita, cerro la danta Sector cambalache, estado Bolívar”.

Objetivo: Proponer el circuito de reducción de tamaño de minerales no metálicos: caso Charnockita del cerro La Danta- sector Cambalache, estado Bolívar. Con el fin de generar condiciones óptimas de aprovechamiento mineral.

Melo, Yondert (2016) “Propuesta metodológica para la planificación de soporte de mina, en Canteras del Distrito Capital”.

Objetivo: Proponer una Metodología para la Planificación de Soporte de Mina, en Cantera del Distrito Capital.

Pimentel, Reinaldo (2016) “Desarrollo de una propuesta de adecuación de las plantas de agregados de la cantera Carayaca, Distrito Capital, para disminuir la producción de finos”.

Objetivo: Desarrollar una propuesta de adecuación de las plantas de agregados de la cantera Carayaca, Distrito Capital, para disminuir la producción de finos.

Labrador, María (2017) “Evaluación de la planta de trituración y clasificación de tamaño de la roca caliza en la cantera agua viva II, San Sebastián de los Reyes, estado Aragua”. **Objetivo:** Evaluar los puntos de generación de finos en operaciones de reducción y clasificación de tamaño de la caliza en la cantera Agua Viva II Ubicada en San Sebastián de los Reyes, estado Aragua.

Acosta, Magda (2017). “Establecimiento de los parámetros mineros-geo mecánicos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y trituración de la planta III, Canteras del Distrito Capital S.A”.

Objetivo: Establecer los parámetros mineros-geomecánicos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y trituración de la planta III, Canteras del Distrito Capital.

Briceño, Carlos (2017). “Análisis la operatividad de las plantas de producción de agregados de la empresa Canteras del Distrito Capital S.A.”.

Objetivo: Analizar la operatividad de las plantas de producción de agregados de la empresa “Canteras del Distrito Capital S.A.”

3.2- Geología Regional

Dengo (1951) describe esta Formación como un mármol masivo de grano medio, color gris claro, con cristales de pirita, alternando con capas de esquistos cuarzo micáceos, y asociadas con cuerpos concordantes de rocas anfibólicas, algunas con estructuras de "boudinage". El mármol está formado de un 85-95% de

calcita, con cantidades menores de cuarzo detrítico, muscovita (2,5%), grafito (2,5%) y pirita (2%).

En la cartografía geológica de la zona de Puerto Cruz-Mamo, Talukdar y Loureiro (1982) reconocen su Unidad de anfibolitas y mármoles, que posteriormente Urbani y Ostos (1989) la denomina como Fase Antímamo, allí ocurre la asociación de anfibolita, mármol, esquisto calcáreo-muscovítico grafitoso, ,esquisto, cuarzo-muscovítico granatífero, esquisto cuarzo- muscovítico-graucofánico-granatífero.

3.3 -Geología Local

Localmente el marco geológico consiste de una secuencia estratigráfica transicional, de intercalaciones de esquistos cuarzo-micáceos, esquistos cuarzo-calcáreos-micáceos , mármoles lenticulares piritosos grises, mármoles cuarcíticos, anfibolitas granatíferas y/o piritosas de tonos verdosos y cuarcitas de grano fino gris claro también lenticulares, conformando en conjunto un sinclinal asimétrico fallado y diaclasado hacia la parte noroeste de la mina, cuyo eje tiene un rumbo general Noroeste-Sureste y buzando hacia el sureste. No obstante esta estructura sinclinal desaparece hacia la parte media de la cantera hacia el sureste donde la estratificación presenta un rumbo general NE con un buzamiento medio a moderado hacia el Sureste.



4)



5)

Figura nº 4 y 5. Secuencia Litológica. Fuente: Acosta G. Magda C Informe Minería de campo 2015

3.4-Circuitos de trituración

“Los circuitos de trituración y de molienda son una combinación en serie y paralelo de trituradores, clasificadores, silos, cintas, sistemas de control, etc., que en general representan fuertes inversiones. Se adaptan al mineral, al mercado por capacidad, a la posibilidad de fluctuaciones del mineral o del mercado en el tiempo, por lo que deben disponer de capacidad de adaptación, y su diagrama de flujo debe permitir elegir adecuadamente cada máquina”. (Blanco, Eduardo (2014) pág. 78).

En el diseño de una planta de trituración según Ken Boyd, el diseño del proceso, selección del equipo y disposición, son dos pasos fundamentales. Los mismos están dictados por requisitos de producción y parámetros de diseño, pero el diseño puede reflejar la entrada, las preferencias y la experiencia operacional de varias partes. Esto aunado al conocimiento y experiencia del profesional o grupo de profesionales a cargo del proyecto, proporcionar un diseño de planta equilibrado, viable, seguro y económico.

trituradoras y molinos. Para las primeras, trituradoras, se consideran habitualmente tres escalones, 1º, 2º y 3º, y la molienda se divide en gruesa, media, fina y micronización.

Con la intención de normalizar criterios en minería, los tamaños y sus denominaciones, Hükki (1975) y Acosta(2017) propone la clasificación que se muestra en la tabla nº1.

Tabla nº1 Clasificación de los procesos de fragmentación. Fuente Acosta M. Trabajo especial de grado

Concepto	Propuesta de Hükki	Según el tamaño de los productos - triturados / molidos (descargas o salidas de máquina)		
	Rango de tamaño (mm)	Tamaño (orientación)	Denominación	Equipos utilizados
Arranque	De infinito a 1.000	Técnicas de arranque		
Trituración Primaria	De 1.000 a 100	de 150 a 100	Muy grueso	Trituradoras de mandíbulas, giratorias, de choque, impacto o percusión.
Trituración Secundaria	De 100 a 10	de 40 a 30	Grueso	Conos trituradores, Trituradoras de mandíbulas AF, Giratorias, Impacto, choque o percusión, molinos de cilindros.
Trituración Terciaria		de 15 a 5	Medianos	Conos de cabeza corta, hidroconos, molinos de martillos, o de impactos, molinos de cilindros.
Molienda Gruesa	De 10 a 1	de 5 a 2	Finos	Molinos de impacto, choque o percusión. Molinos SAG ³ .
Molienda Media		de 2 a 1		Molinos de barras, Molinos SAG, molinos de bolas.
Molienda Fina	De 1 a 0,1	de 1 a 0,1		Molinos de bolas.
Molienda Ultrafina	De 0,1 a 0,01	< 0,1	Ultrafinos	Molinos de bolas.
Micronización	De 0,01 a 0,001			Molinos de bolas.

Los circuitos de fragmentación son combinaciones de equipos, de acuerdo con Blanco (2014), básicamente un clasificador (CL) y un fragmentador (F) a los que se introduce la alimentación (A) y se descarga el producto (P). El producto, salvo excepciones como el caso del circuito abierto tipo (F), no coincide con el fragmentado (B). Se clasifican en dos grandes grupos:

a) Circuitos abiertos: Se caracterizan por una alimentación directa y una salida, están formados por un equipo de fragmentación, sólo o un fragmentador y un clasificador con un funcionamiento sin recirculación.

b) Circuitos cerrados: La característica básica de los circuitos cerrados es la existencia de un flujo de material entre el clasificador y el fragmentador, que circula a través de ellos en un circuito de ida y retorno, un sistema de circulación interno cerrado, produciendo una carga circulante entre ambos equipos.

3.5-Trituradora de Mandíbula

“Estos equipos utilizan como fuerza predominante la compresión y la aplican de forma discontinua por atrapamiento entre dos mandíbulas, una fija y otra móvil mediante diferentes sistemas de actuación. Pueden ser de simple o de doble efecto, denominación que se corresponde con la traducción del inglés de *single toggle* (teja, palanca o placa de articulación) o *double toggle* (doble palanca)” (Blanco, Emilio (2014) pág. 01). En la figura nº7 se presenta un esquema del movimiento de las placas.

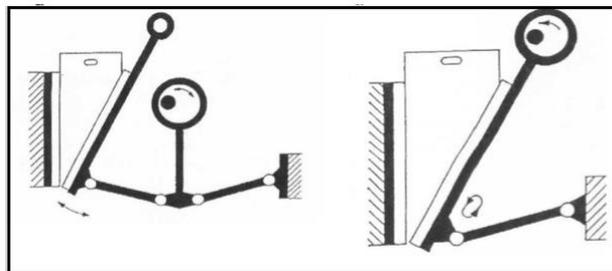


Figura nº 7 Esquema del movimiento. Fuente Acosta G. Magda C Trabajo especial de grado (2.017). pág. 24

3.5.1-Trituradoras de mandíbulas Blake o de doble efecto

Consta de una mandíbula fija y una móvil que está articulada en su parte superior y que, por oscilación sobre este eje, se puede acercar y alejar de la mandíbula fija

(como se muestra en la fig. n°8), comprimiendo la roca entre ambas en este movimiento.

La fuerza para la compresión se comunica a la mandíbula móvil mediante el giro de un segundo eje excéntrico, con un gran volante de inercia, que mueve una biela y esta acciona dos placas o tejas entre la mandíbula móvil y un punto fijo. Este tipo de dispositivo es un eficiente multiplicador de fuerzas que permite fragmentar las rocas y minerales entre las mandíbulas del equipo cuando estas se acercan y liberar la presión cuando se separan.

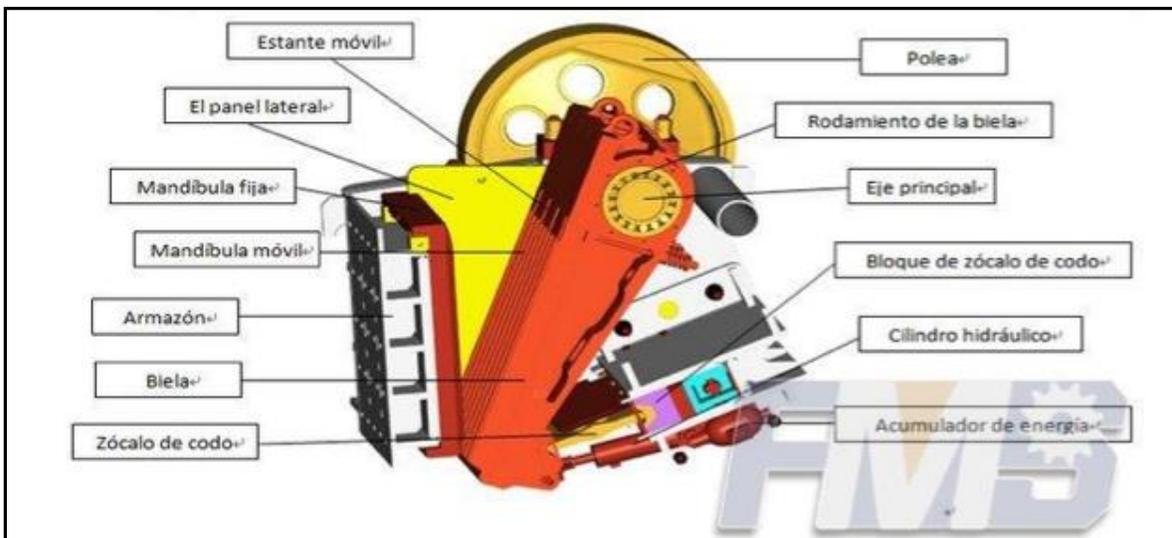


Figura n°8 Triturador de Mandíbula de efecto doble. Fuente Acosta M. Trabajo especial de grado (2.017) pág. 26

3.5.2-Trituradora de mandíbulas de simple efecto

Para Blanco (2014) en este tipo de trituradoras un solo eje hace a la vez de articulación para el giro de la mandíbula móvil y de excéntrica para transformar el movimiento lineal en movimiento cuasi lineal. En este caso el movimiento describe una elipse en la zona de la boca de salida.

En este diseño, la mandíbula móvil hace las funciones de biela y se suprime una de las placas de articulación. El resto de mecanismos descritos anteriormente son

válidos y similares en su función, pero se simplifica notablemente el diseño y la construcción de los equipos reduciendo el peso de acero y se abarata el notablemente la trituradora.

3.6-Trituración Secundaria

“Proceso que toma el género que descargan las trituradoras primarias una vez clasificados y lo reducen hasta un tamaño que sea apropiado para alimentar los aparatos de molienda o que pueda llevarse a una concentración previa, en tamaño de granzas o gandingas, como es por ejemplo la separación en medios densos. El tamaño máximo de las partículas en la alimentación está comprendido entre 200mm (8”) y 100mm (4”) mientras que el de la descarga suele ser inferior a 13mm (1/2”) si se continúa la fragmentación en molinos. Los equipos que más se utilizan para esta etapa para trituración secundaria fina, donde el objetivo es una gran cantidad de finos (arena artificial, alimentación de molinos, etc.) son los conos y trituradoras de rodillos”. (Peláez, Eduardo (1981)).

3.6.1-Trituradora de Cono

Sánchez (2012) lo define como “un equipo giratorio utilizado para triturar piedra y material duro hasta un tamaño determinado por la configuración del equipo. Consiste en un manto de manganeso el cual gira de manera excéntrica presionando en cada giro a las piedras en contra de un manto superior o anillo cóncavo”. La abertura del cono en la parte superior (ver Fig. n°9) determina la configuración de descarga del mismo, es decir que si la abertura inferior es de 1” (1 pulgada, 2,54cm) la piedra que triturada tendrá esa medida.



Figura nº9 Trituradora de cono. Fuente Acosta .M .Trabajo especial de grado (2.017) pág. 26

3.7-Clasificación de productos

“La clasificación es una operación mineralúrgica cuyo objetivo básico es separar los productos que ya tienen un determinado tamaño o rango de tamaños, de aquellos que no reúnen las dimensiones adecuadas; este proceso va generalmente asociado a la fragmentación en algunas de sus etapas y se utiliza, además para diseñar circuitos cerrados con los equipos de fragmentación (conos y molinos) con el claro objetivo de optimizar los procesos en consumos de energía y en costes”. (Blanco, Andrés (2014) pág. 01)

La medida del tamaño de las partículas se realiza por uno de los sistemas indicados, clasificados por el principio de operación. Blanco (2014) afirma que los márgenes más usuales en el proceso de clasificación son los siguientes:

3.7.1-Cribado “se utiliza un obstáculo físico para realizar la clasificación. Utilización de cribas de mallas cuadrada calibrada para tamaños adecuados a la alimentación y de robustez suficiente”.

3.7.2-Tamizado “El principio corresponde al paso o rechazo (probabilidad) por una malla tipo (estándar) del conjunto de partículas. Se emplean tamices (mallas calibradas) y es apto para tamaños entre 0,1mm y 200mm”.

3.7.3-Cernido “Es una operación continua a diferencia de la tamización y puede llevarse a cabo en seco o en húmedo. Si la operación se realiza en seco, el tamaño de corte o separación puede llegar hasta aproximadamente 28 mallas tyler (0,6mm), por debajo de este tamaño se tiene una sustancial disminución en la capacidad de la máquina. Si la operación es en húmedo, el tamaño de corte puede llegar hasta 50 micras”.

3.7.4-Tornillo lavador de finos: Para Sánchez (2012), es un equipo que consiste en un tornillo sin fin ubicado dentro de un cajón de lavado, accionado por un motor eléctrico y que posee una inclinación entre 15° a 20°. El tornillo recibe el material en la base y mediante el movimiento de rotación hace que el mismo se vaya desplazando hacia la parte superior donde se encuentran los bajantes o chutes de descarga. Al mismo tiempo un suministro constante de agua desde la parte superior del tornillo hace que el material se vaya lavando dejando las partículas muy finas, así como la basura y desperdicios, en un tanque de agua ubicado en la parte inferior del equipo. Los tornillos lavadores son utilizados en la industria de los agregados para la limpieza de la arena, separar la arena del polvillo, y para el lavado de las piedras de diversos tamaños. Dependiendo del tipo de material a trabajar y de la cantidad que se procese en función del tiempo se pueden utilizar tornillos lavadores dobles, que consiste en tener dos tornillos en un mismo cajón de lavado.



Figura nº10 Criba del tipo industrial Fuente: Telas Metálicas de Occidente, S.A de C.V.

TEMOSA Cribado y trituración

3.8-Cintas transportadoras

Blanco (2014), define a las cintas transportadoras como un equipo que utilizan el principio de transporte continuo y resuelven problemas básicos del transporte en minería. Las condiciones del transporte entre la mina y los talleres de concentración o dentro del propio taller mineralúrgico corresponden a las necesidades siguientes: Manipulación de materiales a granel, necesidad de mover grandes cantidades, volúmenes y tonelajes elevados y la necesidad de salvar distancias y pendientes. Las primeras referencias o sistemas pioneros corresponden a Olivers Evans (1795) que utiliza una banda continua de cuero unido a dos tambores, posteriormente, Lopatine (1860) utiliza un sistema de transporte con banda sin fin, tambores de accionamiento, de reenvío, transmisiones, bastidores y rodillos, pero utiliza una banda de madera unida con tela que es su punto débil. En 1885, Robins, utiliza un alimentador en forma de artesa, con los elementos indicados anteriormente y con una banda de urdimbre recubierta de goma. La cinta transportadora consiste en una banda continua que se desliza sobre rodillos giratorios que están soportados por un bastidor resistente. El accionamiento se realiza por fricción entre los tambores (accionados estos por un motor eléctrico normalmente) y la banda transportadora. Como sistema de

transporte es el más utilizado en materiales secos, humedad inferior al 8%-10% para las plantas de tratamiento, compite con los volquetes de forma ventajosa cuando el frente es estable o semiestable, sustituye al ferrocarril en media distancia y le ha ganado la partida a los funiculares de transporte de minerales.



Figura nº 11 Cinta transportadora. Fuente: 123RF. Foto de archivo- Mina de piedra con los silos y cintas transportadora. Equipo industria. Minería

3.9- Paradas

Según Saavedra (2013) la gestión en paradas de planta para la minería, como para cualquier industria que tiene procesos complejos de producción implica reconocer que es necesaria una buena planificación en donde las diversas áreas involucradas (logística, planeamiento, finanzas, compras, operaciones, etc.), deben coordinarse e integrarse en los objetivos de optimización de recursos que destinados para un corto plazo, tienen como actores principales al ser humano y sus competencias técnicas. Debemos considerar que en una parada de planta, habrá una combinación de personal propio, como ajeno y ambos deben sincronizar en tiempos con la fluidez de un trabajo continuo, por lo que es sumamente importante que los contratistas en muchos casos recién familiarizados con la planta concentradora, conozcan previamente a la parada, no sólo el lugar y

los equipos que van a intervenir, sino la planta en su conjunto y la responsabilidad que lleva consigo el no realizar un mantenimiento tal como el que requiere la mina.

Los impactos principales de una parada de planta según Saavedra(2013) son:

a.- Impacto económico:

- Debe dejarse de producir (hacia adentro).
- Inversión en personal externo (contratas) y la compra de elementos no previstos (hacia afuera).
- Incumplimientos de los proveedores.
- Trabajos imprevistos descubiertos en zona, y con personal no calificado para resolver el problema.

b.- Impacto logístico:

- La movilización de muchas personas y materiales previos, durante y después de la parada, genera desorden.
- Personal sobre asignado y poco calificado.

c.- Impacto emocional y físico

- Trabajo realizado con incertidumbre, riesgo, complejidad, en jornadas realizadas a presión.

Saavedra(2013), dice que, la realización de mantenimientos preventivos sistemáticos no es la única razón por la que se realizan las paradas programadas de mantenimiento, estas pueden estar motivadas por alguna de estas cuatro causas:

a.- Realización de Mantenimiento Correctivo Programado: la corrección de un fallo lo que motiva la realización de la parada programada, que aunque tratándose de fallos de diversa severidad, no necesitan de una intervención inmediata, sino que puede posponerse hasta encontrar un momento idóneo.

Normalmente, estos fallos suelen afectar a equipos o instalaciones que no están duplicados, y que sacarlos de servicio supone cesar la actividad productiva de esa planta. En algunos casos, es necesario para poder seguir en marcha una vez detectado el fallo, adoptar medidas provisionales que se mantendrán hasta que el fallo sea totalmente subsanado.

b.- Realización de Inspecciones o Pruebas, para comprobar que los equipos más importantes de la instalación se encuentran en buen estado, son las denominadas paradas de corta duración: se trata de inspecciones programadas o pruebas de funcionamiento, no siendo necesario hacer grandes desmontajes, sino que más bien el objetivo es determinar el estado de un sistema o de una parte de la instalación realizando algunas comprobaciones para las que se requiere parar la planta. Estas paradas suelen ser cortas: el tiempo necesario para que la temperatura y la presión de la zona a la que se quiera acceder sea la adecuada, el tiempo de realización de la inspección, que suele ser breve, y el tiempo para el restablecimiento del sistema.

c.- Realización de Grandes Revisiones Programadas, que se realizan por horas de funcionamiento, por períodos de tiempo prefijados, por unidad producida, etc. periódicamente es necesario sustituir algunos de los elementos internos sometidos a desgaste que necesitan de la realización de grandes trabajos, y la revisión de otros muchos puntos. Tras la realización de estos trabajos, los equipos principales pueden estar en disposición de producir durante otro largo periodo de tiempo.

d.- Implementación de mejoras. Por último, los avances tecnológicos acarrearán el desarrollo de mejoras en partes de la instalación, que suponen un aumento de la capacidad productiva, la solución a un problema técnico que estaba causando una disminución de la disponibilidad y de la fiabilidad, o un aumento del rendimiento. La implementación de estas mejoras puede suponer el desmontaje de buena parte de la instalación, para sustituirla por los elementos mejorados.

En cualquiera de los cuatro casos, es muy habitual aprovechar para realizar trabajos correctivos, pequeñas mejoras, inspecciones menores, etc., que si se hacen coincidir con paradas por otros motivos ahorran días de indisponibilidad.

3.10- Índices claves de producción

Chacon (2008) y Gomez (2017). Todas las actividades y procesos de cualquier organización deben medirse con parámetros enfocados a la toma de decisiones, asegurándose de que las actividades sean acordes con los objetivos de negocio permitiendo evaluar los resultados frente a dichos objetivos. Estos parámetros son conocidos como indicadores: parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas definidas. Cuando el valor de un indicador de gestión es comparado con algún nivel de referencia, nos permiten detectar desviaciones lo que nos permitirá tomar todo tipo de medidas correctivas o, lo más interesante, preventivas.

La Disponibilidad de un equipo es un factor importante en la programación del tiempo y la producción planeada para el mismo. Hay dos métodos para calcular la disponibilidad de un equipo:

a.- Disponibilidad Mecánica: disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por reparación,

b.- Disponibilidad física: Es la disponibilidad del equipo debido al tiempo perdido por otras causas (diferentes a las de origen mecánico).

c.- Uso de la disponibilidad: Es un factor que puede medir el record de cuán eficiente es una operación en la que se hace uso del equipo.

d.- Uso efectivo: Es el porcentaje del tiempo programado, en el cual el equipo está en operación.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1- Tipo de Investigación

Es una investigación de exploratoria de campo en la que se recolecta datos a través de constantes diarios, semanales y mensuales de información de la operatividad en las plantas de beneficio mineral, la documentación y recolección de datos para la investigación se realizó directamente dentro de la empresa.

4.2- Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es no experimental – transversal. Es no experimental debido a que solo se tomaron datos in situ sin ninguna manipulación de la naturaleza de los datos; es transversal porque se recolectaron datos en un solo momento, en un tiempo único.

4.3- Población y Muestra

La población está representada por la entidad de la empresa Canteras del Distrito Capital S.A. y la muestra se conforma por las plantas de beneficio mineral.

4.4- Instrumentos para la recolección y procesamiento de Información.

Las herramientas empleadas para llevar a cabo este procesamiento de los datos, fue una Hoja de Cálculo en el cual se registraron los datos en tablas y gráficos, para realizar las anotaciones, fueron libretas de campo, lápiz, reloj, hojas de reportes diario suministrada por la empresa y una lista de códigos de paradas de

las plantas con los que trabajaron los operadores de las mismas para realizar el reporte diario de las paradas. Para la realizar el reporte de parada, no se basará en ninguna norma industrial nacional o internacional, solo fueron asignaciones planificadas por la gerencia de minas.

Tabla nº 2 Instrumento para recolección de datos. Códigos de paradas de Planta II. Fuente Cantera del Distrito Capital

Código de paradas	Tipo de paradas
MCOO	Paradas Correctivas
MCO1	Parcho en criba
MC02	Expulsión de Correas en Bandas
MCO3	Expulsión de Correas en Conos
MCO4	Labores de Soldadura
MC05	Falla en Banda
MC06	Reparaciones en Bandas
MCO7	Parada por Acumulación de material en Banda
MCO8	Falla en la Mandíbula
MCO9	Fuga en tubería de Aire
MC10	Falla por Tensor de Reductor
MC11	Falla por tensor de Banda
MC12	Falla en ventilador del Cono
MC13	Falla Eléctrica
MC14	Falla en los compresores
MC15	Falla en el Alimentador
MC16	Falla en Motor eléctrico
MC17	Falla en Reductor
MC18	Falla en Rodamientos
MC19	Falla de Banda 1
MC20	Falla de Banda 2
MC21	Falla en Banda 10
MC22	Falla en Banda 12
MC23	Falla en Banda 13
MC24	Falla en Banda 14
MC25	Falla en Banda 16
MC26	Falla en Banda 19
MC27	Falla de Banda de Tierra
MC28	Reparación en Cono 09
MC29	Reparación en Cono 18
MC30	Reparación en Cono 04 pie
MC31	Reparación en Criba 08
MC32	Reparación en Criba 15
MC33	Reparación en Criba 20 A

MC34	Reparación en Criba 20B
MPO0	Parada Preventiva
MPO1	Reemplazo de Malla
MPO2	Reemplazo de Correas
MPO3	Reposición de Aceites en Conos
MPO4	Parada por Lubricación
MPO5	Parada por Mantenimiento General
MP06	Chequeo de Planta
PO00	Parada Operativa
PO01	Comida o Descanso
PO02	Transporte de Personal
PO03	Reunión de Trabajo
PO04	Necesidades del Personal
PO05	Falta de Operador
PO06	Obstrucción en Bajante
PO07	Obstrucción en Malla
PO08	Obstrucción en Cono
PO09	Falta de Alimentación
PO10	Tranca en Mandíbula
PO11	Ausencia de Camión en Tolva
PO12	Parada por derrame de Material
EX00	Parada por Causas Externas
EX01	Lluvias/ Vías Húmedas
EX02	Polvo de Voladura
EX03	Voladura
EX04	Incidente
EX05	Problemas Laborales
EX06	Accidente
EX07	Otras Actividades

Tabla nº 3 Instrumento para recolección de datos. Códigos de paradas de Planta III. Fuente Cantera del Distrito Capital

código de paradas	Tipo de paradas
EX07	Otras actividades
MC17	Falla en el arenador
MP01	Reemplazo de malla
PO10	Tranca en mandíbula
PO08	Obstrucción del cono 1
PO06	Falta de alimentación
PO12	Parada por derrame de material
MC07	Parada por acumulación de material

MC08	Falla en la mandíbula
MC11	Falla eléctrica
MP03	Reposición de aceite en conos
MC04	Labores de soldadura
PO07	Obstrucción en malla
MC05	Falla en banda
MC21	Reparaciones del cono
MC06	Reparaciones de banda

4.5- Cronograma de Trabajo

CRONOGRAMA:

Tabla nº 4 Cronograma de trabajo. Fuente. Elaboración propia

SEMANA:	FECHAS	ACTIVIDAD (en función del cumplimiento de los objetivos específicos)
I	06/08/18 al 10/08/18	Presentación a la Empresa Canteras del Distrito Capital, Dirección Gerencia de Mina para la asignación del tutor Industrial, Gerente de minas Yenny Ruiz. Asignar el plan de trabajo durante las 8 semanas.
II	13/08/18 al 17/12/16	Reconocimiento de campo de las áreas de mina y distintos accesos de Mina II (Antímano) y Mina II (Las Brisas). Reconocimiento geológico. Observación del frente de explotación de la mina II y acarreo realizado en la mina II.
III	20/08/18 al 24/08/18	Revisión Técnica del material referente a plantas (diagrama, esquemas estructuras de la misma) y Reconocimiento de las Plantas en campo (Planta I y Planta II),
IV	27/08/18 al 31/08/18	Control de Plantas basado en las paradas preventivas, correctivas, de la planta II y III
	03/09/18 al	Evaluación y registro a diario de las fallas de

V	07/09/18	plantas III.
VI	10/09/18 al 14/09/18	Realización de análisis estadísticos referenciados a las fallas más predominantes en la planta III mediante un software libre.
VII	17/09/18 al 21/09/18	Elaboración de informes, reflejando las horas perdidas semanales y pérdida en la producción.
VIII	24/09/18 al 28/09/18	Elaboración del informe de pasantías. (Presentación ante la Gerencia de Mina).

4.6 Etapas metodológicas y procedimiento experimental

A continuación se presenta un diagrama resumen de la metodología empleada para el desarrollo de la investigación con la finalidad de lograr los objetivos propuestos.

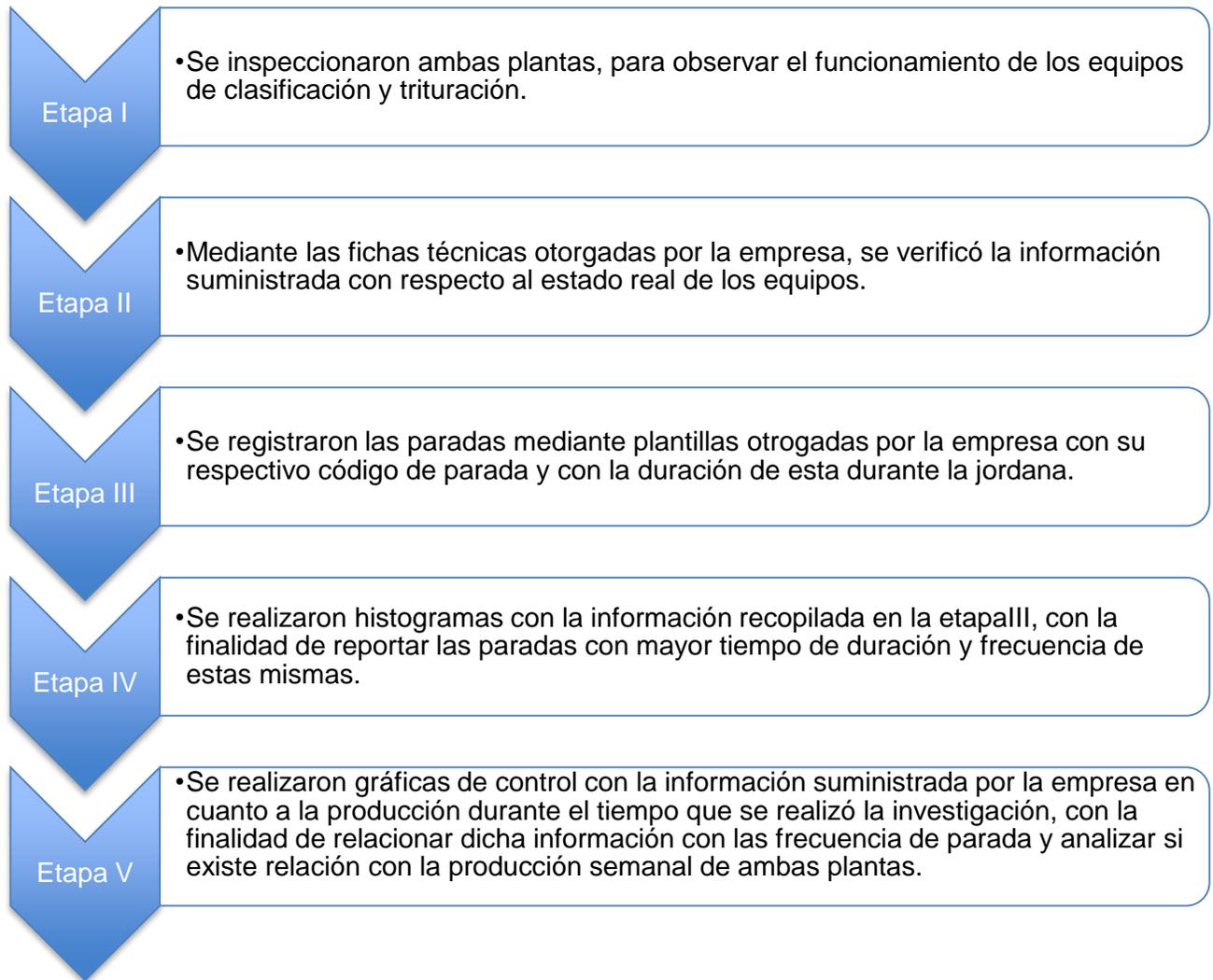


Figura nº 12 Metodología de la investigación

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo, se muestran los resultados de la presente investigación, logrados a través de los instrumentos de recolección de datos, traducidos en gráficos e histogramas que permiten realizar una interpretación de forma simple de las respuestas obtenidas de las Plantas II y III de beneficio Mineral.

5.1- Identificación en campo de los equipos disponibles para el procesamiento de material planta II

5.1.1- Equipos disponibles en planta II

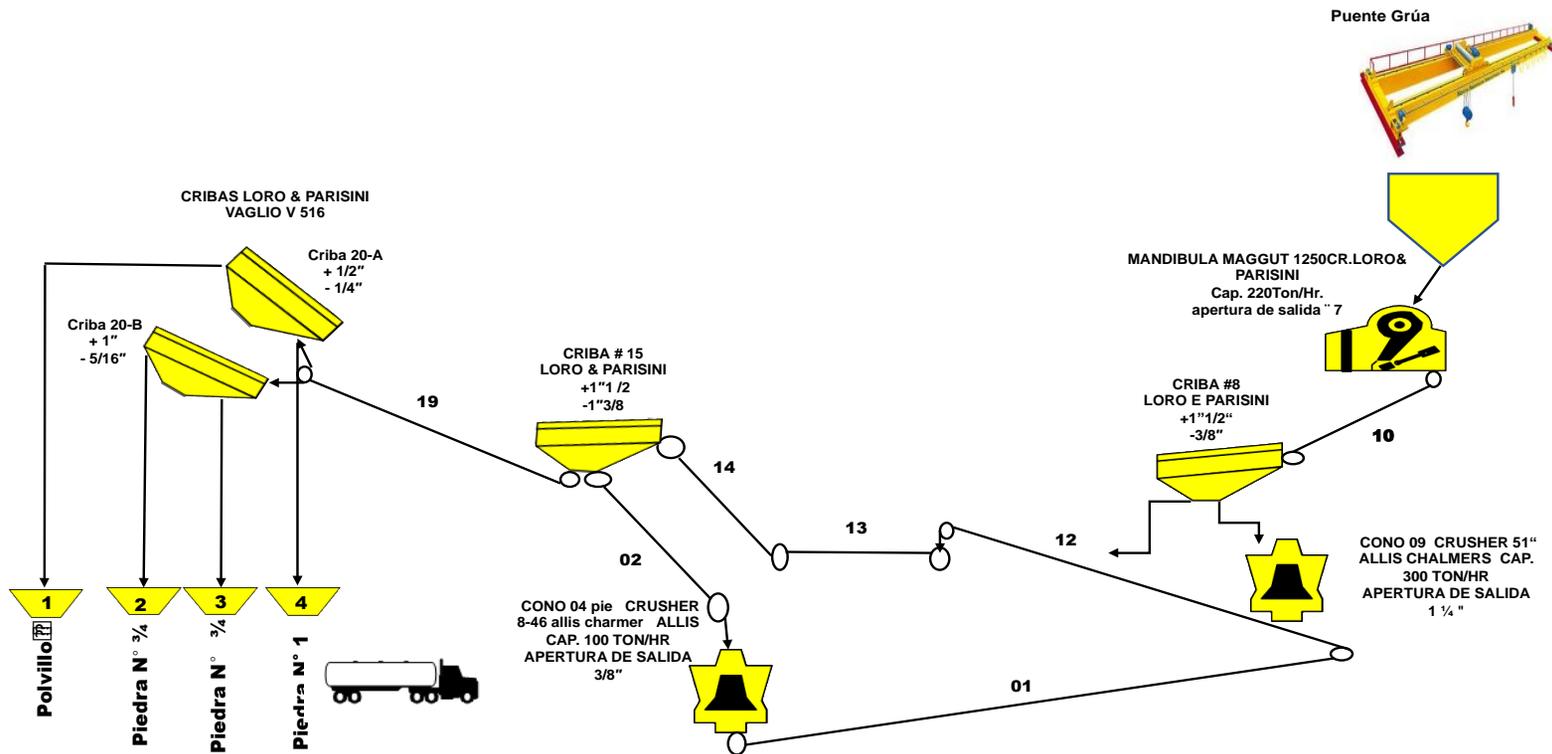


Figura n° 13 Circuito de la planta II. Fuente: Canteras del Distrito Capital

5.1.2- Equipos disponibles en planta III

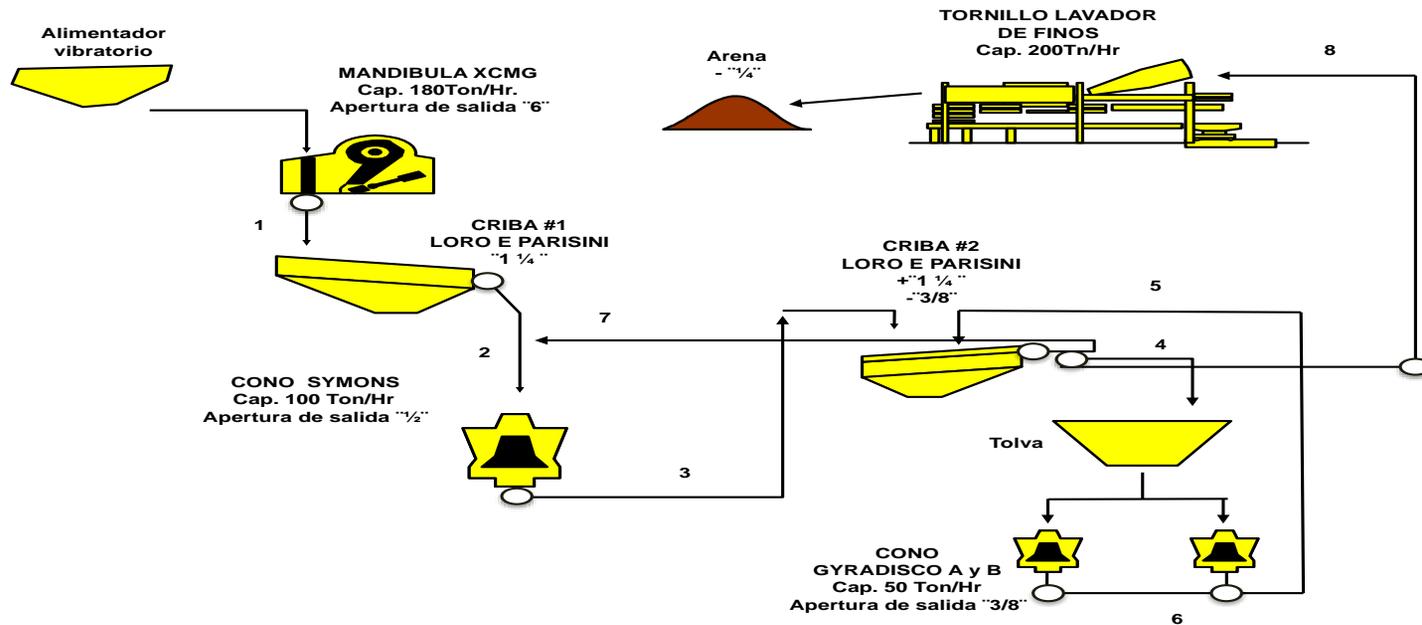


Figura n° 14 Circuito de la planta III. Fuente Acosta G. Magda C. Trabajo especial de grado (2.017)

5.2 Descripción y estado físico de los diferentes equipos de trituración y clasificación según fichas técnicas e información suministrada por la empresa

Tabla nº 5 Estado físico y descripción de los equipos de trituración y clasificación de planta II

Equipo	Especificaciones	Observaciones
Alimentador de Laminas	Dimensiones: 5.30m x 1.35m Motor: A.E.G hp 30, rpm 1165 Poleas del motor: 3 canales tipo C Polea del reductor: 4 canales tipo C, 3 correas C90	Operativa. En el alimentador, el reductor no posee marca, tejas desgastadas, rodillo matriz tiene desgaste en los tacos de arrastre.
Mandíbula	Marca: Maggut 1250CR. Loro&Parisini Serial: 08425 Tamaño: S/N Motor: 250 hp. 885 rpm Polea del motor: 6 canales tipo D de 52 cm Polea de la mandíbula: 7 canales, tiene 6 correas tipo D 390	Operativa. suprayacente a la mandíbula, existe una grúa, cuya finalidad es de retirar rocas de sobretamaño, el estado de esta no está operativa. Sin forros.
Cono 18	Marca: Hidrocono Crusher 51" Allis Chalmers 1051" / 35 modificado a 7/51 Serial 086817 Motor: 200hp. 885 rpm Polea: 47 ½ cm 6 canales tipo D Correa: D-240	No operativa
Cono 09	Marca: Hidrocono Crusher 18-50 Allis Chalmers 1 ¼ (Superior crusher) Size: 180/32 Motor: 257hp. 800rpm Correa: D-240	Operativa. Presentó botes de aceites, Sin forros
	Marca: Hidrocono Crusher 8-46 Allis Charmer	Operativo. Bomba de agua

Cono 04 pie	Serial: 4164 Motor : 200 hp 800-885rpm Polea del motor: 60-70cm , 12 canales tipo C Polea del cono : 40-47 cm Correa : 4 correas C -260	no funciona botes de aceite
Criba 08	Marca : Cribas Loro&Parisini Vaglio V 516 Medidas: 5mt x 2.14mt Serial: 92156242 Motor : 20 Hp. Polea de la criba: 47 cm. Polea del motor: 24 cm. 3 Canales Tipo C Correas: C-128 Mallas: Superior : 1"1/2" , Inferior 3/8"	Operativa. Reparación de mallas, se observó mucha presencia de (parches).
Criba 15	Marca: Cribas Loro&Parisini Vaglio V 517 Medidas: 6m x 2.14m Serial: 2157.2 Motor: 34 Hp. 1769 rpm Polea de la criba: 47cm. 3 Canales Tipo C Polea del motor: 24 cm. 3 Canales tipo C Correas: C-136 Mallas: Superior 1"1/2, inferior 1"3/8	Operativa. Reparación de mallas, se observó mucha presencia de (parches).
Criba 20 A	Marca: Cribas Loro&Parisini Vaglio V 516 Medidas: 5mt x 2.14mt Serial: 92156242 Motor: 1745 RPM Polea de la criba: 47cm. Polea del motor: 26 cm. 3 canales tipo C Correas: C-128 Mallas: Superior ½ ", inferior ¼ "	Operativa. Reparación de mallas, se observó mucha presencia de (parches).
	Marca: Cribas Loro&Parisini Vaglio V 516 Medidas: 5mt x 2.14mt Serial: 92156242 Motor: 23Hp. 1765 RPM Polea de la criba: 47cm	Operativa. Reparación de mallas, se observó mucha presencia de (parches).

<p>Criba 20 B</p>	<p>Polea del motor: 23 ½ cm. 3 Canales Tipo C Correas: C-128 Mallas: Superior 1", Inferior 5/16"</p>	
<p><u>Bandas Transportadoras</u></p> <p>Transportadora #1</p>	<p>Banda Medidas 41m x 0,80m x 2 63 rodillos de Carga 31cm x 4" 8 rodillos de Retorno 1,00m x 4" 8 rodillos Guía 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola 1,03 m x 10" 2 Rodamientos 22-213 Tambor Motriz 1,03m x 16" 2 Rodamientos 22-217 21 estaciones, 3 Rodillos de 1,25m. Reductor S/N Polea 4 canales Motor 20hp Polea 4 canales 3 correas B-128</p>	<p>Operativa. Cuatro rodillos de carga fuera de servicio. La lona se observó que está en mal estado y en varias zonas, se observó presencia de grapas</p>
<p>Transportadora #2</p>	<p>Banda Medidas 35mx 0.80m x 2m 54 rodillos de Carga de 28cm x4" 5 rodillos de Retorno 1,00m x 4" 8 rodillos Guía 15cm x 3"1/2 Tambor de Cola 1m x13" 2 Rodamientos 22-213 Tambor Motriz 1, 03m x16". 2 rodamientos 22-217 18 estaciones 3 Rodillos de 1,22m Reductor Relacion15/1 Polea 5 canales Motor 20hp Polea 5 canales 4 correas B-128</p>	<p>Operativa. siete rodillo de cargas fuera de servicio. Ausencia de 2 correas para el motor. La lona se observó que está en mal estado y en varias zonas, se observó presencia de grapas</p>
	<p>Banda medidas: 57, 40m x 1,00m x 2 6 rodillos de Carga, Goma de 38cm.x5" 22 rodillos de Carga, Goma de 38cm.x6"1/2 71 rodillos de Carga, Metal de 38cm.x5" 9 rodillos de Retorno 1,15m x4" 10 rodillos Guía 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola 1,14m X 13". 2</p>	<p>Operativo. Seis rodillos de carga fuera de servicio. Se observó que la lona está en mal estado y en varias zonas, se observó presencia de</p>

Transportadora # 10	rodamientos 22-215 Tambor Motriz 1,14m X 13" Tambor Motriz 1,14m X 16" 33 Estaciones, 3 Rodillos de 1,33m Reductor S/N Polea 3 canales Motor 30hp Polea 4 canales 4 correas C-144 2 rodamientos Cabezal 22-222	grapas. El motor opera con sólo una correa.
Transportadora # 11	Banda medidas 42m x0.90m x 2 63 rodillos de Carga de 31cm.x4" 8 rodillos de Retorno de 1,00mx4" 8 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1m x16 2 rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1, 03m x16". 2 rodamientos 22-217 21 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor: Relacion15/1 Polea 5 canales Motor 23hp Polea 5 canales 4 correas B-128	Operativa. Veinte rodillos de cargas fuera de servicios. Se apreció que el motor trabajo con dos correas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas.
Transportadora # 12	Banda medidas 70m x 1,00m x 2 99 rodillos de Carga de 38cm.x5" 3 rodillos de Contra Peso de 1, 17m x13"1/2 14 rodillos de Retorno de 1,15m x4" 10 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1, 17m x11"1/2. 2 rodamientos 22-215 Tambor Motriz de 1, 17m x11"1/2 Tambor Motriz de 1,17m X 17" 33 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m Reductor Relacion15/1 Polea 6 canales Motor 60hp Polea 6 canales 4 correas C-144 2 rodamientos Cabezal 22-222 2 rodamientos Contraeje 22-215 2 rodamientos Contrapeso 22-215	Operativa. Veinticinco rodillos de cargas fuera de servicios. El motor trabaja con una sola correa. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas.
	Banda medidas de 51m x1,00m x 2 78 rodillos de Carga de 38cm.x5" 11 rodillos de Retorno de 1,15m x4" 10 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1, 15m x13". 2 rodamientos 22-215	Operativa. Ocho rodillos de carga fuera de servicios. La lona está en mal

Transportadora # 13	<p>Tambor Motriz de 1, 15m x13" Tambor Motriz de 1,17m X 17" 26 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m Reductor Relacion25/1 Polea 4 canales Motor 48Hp Polea 4 canales 4 correas C-128 Rolinera Cabezal 2→22-222 Rolinera Contra eje 2→22-215</p>	<p>estado, y en varias zonas, se observó presencia de grasas.</p>
Transportadora #14	<p>Banda medidas 56m x1,00m x 2 81 rodillos de Carga de 38cm.x5" 13 rodillos de Retorno de 1,15mx4" 10 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1, 00m x13". 2 rodamientos 22-215 Tambor Motriz de 1, 15m x13" Tambor Motriz de 1,17m x 17" 27 estaciones, 3 Rodillos de 1,40m. Reductor Relacion15/1 Polea 4 canales Motor 46hp Polea 4 canales 4 correas C-136 2 rodamientos Contra eje 22-215 2 rodamientos Cabezal 22-222</p>	<p>Operativa. Diez rodillos de carga. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grasas</p>
Transportadora # 16	<p>Banda Medidas 52m x0.90m x 2 78 rodillos de Carga de 31cm.x 4" 10 rodillos de Retorno de 94,4mx 4" 10 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1, 03m x 13". 2 rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1, 00m x 14".2 Rodamientos 22-217 26 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor Relacion15/1 Polea 5 canales Motor 8,4hp Polea 5 canales 4 correas B-128</p>	<p>No operativa</p>
Transportadora #19	<p>Banda medidas 32mt.x0.90mt 54 rodillos de Carga de 28cm.x4" 7 rodillos de Retorno de 1,00m x 4" 8 rodillos Guía de 15cm.x3"1/2 Tambor de Cola de 1, 02m x 13" Tambor Motriz de 1, 02m x 16". 2 rodamientos 22-219 18 estaciones, 3 Rodillos de 1,20m 2</p>	<p>Operativa. . Diez rodillos de carga. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó</p>

	rodamientos 22-212 Reductor Relacion15/1 Polea 2 canales Motor 23hp Polea 4 canales 4 correas C-136	presencia de grapas. El motor trabaja con una sola correa.
Tolvas	Tolva 1: Polvillo Tolva 2: Piedra n° 1 Tolva 3: Piedra n° ¾ Tolva 4: Piedra n° ¾	Operativas Las puertas de las diferentes tolvas no abren de forma directa, deben abrirlas con mandarrias,

Tabla n° 6 Estado físico y descripción de los equipos de trituración y clasificación de planta III

Equipo	Especificaciones	Observaciones
Alimentador Vibratorio	Marca : Simplicity Engineering Serial: 4416-OFASB-3559R Motor: S/N. 1740 rpm Polea del motor: 21 cm. 3 Canales Polea del alimentador: 42 cm. Canales : 3 Correas : 3 C-90	Operativo
Mandíbula	Marca: XCMG PE-800X 1060 Serial: 3240 M 1168 Size: 32x40 Motor : 200Hp. 1180 rpm. Marca del motor : AJAX Polea del motor: 23.5cm. 6 canales Polea de la mandíbula: 1.45cm. Canales : 6 Correas : 3 C-300	Operativo. Sin forro, Faltan soldar placas de aceros en la boca de admisión. No existe una estructura que ayude a retirar las rocas de sobretamaño.
Cono Triturador	Marca : Simons Norberg Cone Crusher Size 4 ¼ STD Serial: 41742 Motor: S/N Polea del motor: 43cm Polea del cono: 93cm Correas C-240	Operativo. Sin forro.
Giradiscos (A)	Marca: Crusher Norberg 36FC Serial: 36GD227 Motor: 120Hp. 1170 rpm, Marca: BBC	Operativo. Sin forro

	<p>Brown Boveri Polea del motor: 42cm, 6 canales Correa D-270 Polea giradisco: 81cm</p>	
Giradiscos (B)	<p>Marca: Crusher Norberg 36FC Serial: N2250 Motor: 100Hp, 1175 rpm. Siemens Polea del motor: 47cm Polea del Giradisco: 81cm Correa D-270</p>	Operativo. Sin forro
Criba 1	<p>Marca: Hewit – Robins VS-9677 Medidas: 4.40m x 1.59 m Motor: S/N. 1155rpm. Marca Hanning Electro Werke Polea del motor: 20cm. 3 Canales Polea de la Criba: 29cm</p>	Operativa
Criba 2	<p>Marca: Loro&Parisini Medidas: 6.10m x 1.84 m Motor: 25/30hp. 1175rpm Polea del motor: 26cm. 4 Canales Polea de la criba: 58.5cm. 5 canales</p>	Operativa
Tornillo Lavador Sin Fin	<p>Marca: Eagle 44" Doble Motor: S/N, 1770rpm. Westinghouse Life-Line. Polea del motor: 15cm. Polea del Sin fin: 80cm Correas B-128</p>	Operativo. La estructura en general esta corroída. La salida también está corroída.
<p><u>Bandas Transportadoras</u></p> <p>Transportadora # 1</p>	<p>Banda medidas 19,30m x 0,90m x 2 30 rodillos de Carga de 31cm x 4" 3 rodillos de Retorno de 1m x 4" 4 rodillos Guía de 13cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 1m X 16". 2 rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1m X 16". 2 rodamientos 22-217 10 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor Relación 15/1 Polea 4 canales Motor 14hp Polea 4 canales Correas B -128</p>	Operativa. Dos rodillos de carga presentaron fallas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas.
	<p>Banda medidas 52,80m x 0,90m x 2 78 rodillos de Carga de 31cm x 4"</p>	Operativa. Cuatro rodillos de carga

<p>Transportadora # 2</p>	<p>4 rodillos de Retorno de 1,05m x 4" 4 rodillos Guía de 13cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 1m x 13" 2 Rodamiento 22-213 Tambor Motriz de 1m x 13" 2 Rodamiento 22-217 26 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor Relación 15/1 Polea 4 canales Motor 23hp Polea 4 canales 4 correas B-128</p>	<p>presentaron fallas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas.</p>
<p>Transportadora # 3</p>	<p>Banda medidas 56, 80m x 0,90m x 2 81 rodillos de Carga de 34cm x 4" 10 rodillos de Retorno de 1,00m x 5" 10 rodillos Guía de 15 cm x 3" 1/2 Tambor de Cola de 1, 02 m x 12" 2 rodamiento 22-213 Tambor Motriz de 1, 05m x 16" 2 rodamiento 22-217 27 estaciones, 3 Rodillos de 1,20m Reductor S/N Polea 4 canales Motor 9hp Polea 4 canales 4 correas de B-128</p>	<p>Operativa. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. Dos rodillo de carga presentaron fallas</p>
<p>Transportadora # 4</p>	<p>Banda medidas 12,60m x 0,80m x 2 18 rodillos de Carga de 35cm x 4" 3 rodillos de Retorno de 1,00m x 4" Rodillos Guía No tiene Tambor de Cola de 1, 00m x 11" 2 rodamientos 22-213K Tambor Motriz de 1, 00m x 12" 2 Rodamientos 22-217 6 estaciones, 3 Rodillos de 1,20m Reductor Relacion25/1 Polea 3 canales Motor 12,5hp Polea 3 canales 4 correas B-128</p>	<p>Operativa. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. El motor trabajo con una sola correa. Tres rodillos de carga presentaron fallas</p>
<p>Transportadora # 5</p>	<p>Banda medidas 43, 60m x 0,90m x 2 60 rodillos de Carga de 34cm x 5" 8 rodillos de Retorno de 1,00m x 4" 6 rodillos Guía de 15cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 1, 02m x 13" 2 rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1, 00m x 16" 2 rodamientos 22-217 20 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m</p>	<p>Operativa. Cinco rodillos de carga presentaron fallas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. El motor trabajo con</p>

	Reductor Relación 25/1 Polea 4 canales	dos correas.
Transportadora # 6	Banda medidas 24, 30m x 0,9m x 2 33 rodillos de Carga de 31cm x 5" 5 rodillos de Retorno de 1,00m x 4" 6 rodillos Guía de 13cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 1, 02m x 11" 2 Rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1, 00m x 16" 2 rodamientos 22-217 11 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor S/N Polea 5 canales Motor 12hp Polea 5 canales 4 correas B-128	Operativo. Cuatro rodillos de carga presentaron fallas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. El motor trabajo con dos correas
Transportadora # 7	Banda medidas 5,80m x 60m 4 Rodillos de Carga de 29cm x 4" 4 Rodillos de Carga de 31,5cm x 3" Rodillos de Retorno No Tiene 1 Rodillos Guía de 10cm x 3 "1/2 2 Rodillos Guía de 13cm x 3 "1/2 Tambor de Cola de 0,70m x 11" 2 Rodamientos 22-208 Tambor Motriz de 0,75m x 11" 2 Rodamientos 22-217 4 estaciones, 2 Rodillos de 0,90m Reductor S/N Polea 3 canales Motor 5hp Polea 3 canales 4 correas B-90	Operativo. Cuatro rodillos de carga presentaron fallas. La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. El motor trabajo con dos correas.
Transportadora # 8	Banda medidas 18,22m x 0,60m x 2 24 rodillos de Carga de 31cm x 4" 3 rodillos de Retorno de 0,94m x 4" 4 rodillos Guía de 13cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 0,63m x 10" 2 rodamiento 22-208 Tambor Motriz de 0,60m x 13" 2 Rodamiento 22-210 12 estaciones, 2 Rodillos de 0,95m Reductor S/N Polea 3 canales Motor 3hp Polea 4 canales 4 correas B-128	Operativo La lona está en mal estado, y en varias zonas, se observó presencia de grapas. Cinco rodillos de carga presentaron fallas. El motor trabajo con una correa.
	Banda medidas 50,80m x 0,80m 84 rodillos de Carga de 31cm x 4"	

Transportadora # 9	9 rodillos de Retorno de 1,00m x4" 6 rodillos Guía 13cm x 3"1/2 Tambor de Cola de 1,00m x 13" 2 Rodamientos 22-213 Tambor Motriz de 1,00m x 13" 2 Rodamientos 22-215 28 estaciones, 3 Rodillos de 1,22m Reductor S/N Polea 2 canales Motor S/N Polea 2 canales 4 correas C-128	No operativa
---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

5.3- Histogramas de planta II y III elaborados a partir de las horas de paradas y frecuencia de ocurrencia de las mismas, utilizando los códigos establecidos por la empresa.

5.3.1- Porcentaje de horas de paradas de planta II

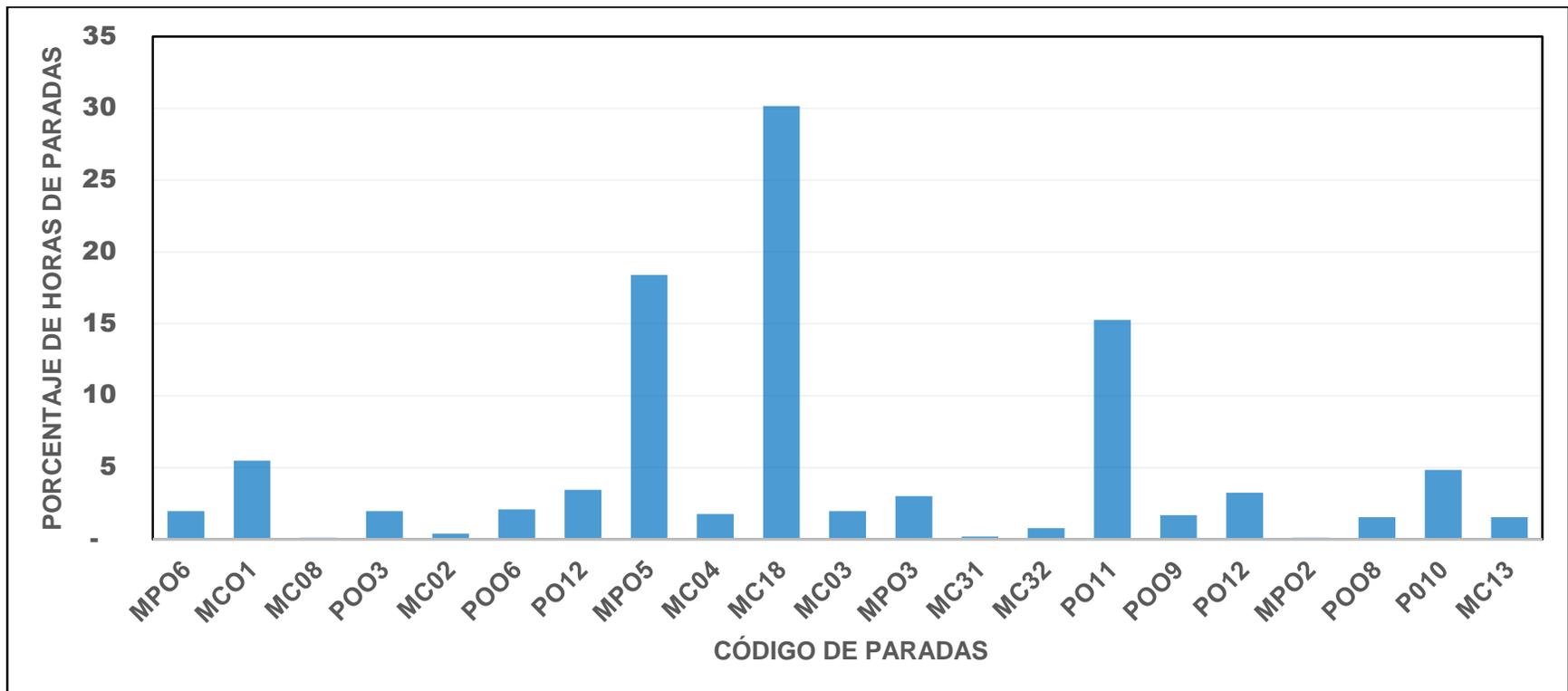


Figura nº15 Código de paradas vs porcentaje de horas de paradas de planta II

Los factores que afectan a la producción están relacionados a las causas de las paradas. En la figura n°15 se tiene el histograma en el cual se muestran los diferentes códigos de paradas ocurridas vs las horas expresadas en porcentaje de las mismas durante las semanas que se realizó el estudio.

Según lo observado en la figura n°15, las paradas con mayor número de horas fueron, falla en rodamientos específicamente en la criba n° 15 (MC18) con un 30,16%, mantenimiento general de planta II (MPO5) con 18,41 %, ausencia de camión en tolva (PO11) con 15,28% , obstrucción de la trituradora de mandíbula (PO10) con 4,84% y reparación de malla (MCO1) con 5,48% . A continuación, se describen los factores que según lo observado están involucrados en cada una de las paradas con mayor porcentaje.

Falla en Rodamientos: Esta falla se presentó en la criba n°15, uno de los rodamientos se sobrecalentó debido a una falla eléctrica que se venía presentando semanas anteriores en la planta y además de eso la falta de lubricación de los mismos, causando así la parada con mayor tiempo , esto debido a la falta de mantenimiento , además para el momento de la misma no se contaba con el repuesto.

Mantenimiento General: Esta parada se origina por la falla de rodamiento en la criba n°15 ya que la planta se paralizó totalmente, se procedió a retirar material q se acumula en los conos, los rodillos de cola, cribas y en las diferentes cintas transportadoras, este tipo de labores se realiza manualmente, es decir con palas y esto amerita bastante tiempo.

Ausencia de Camión en tolva: La ocurrencia de esta se debe a que la empresa no cuenta con la flota suficiente de camiones para la descarga del material que se encuentra en las diferentes tolvas, debido a que se desborda el material y produce a paralización de la planta cada cierto tiempo, además estos camiones se

utilizan para realizar otras actividades dentro de la misma y por ende tardan en llegar a dicha planta.

Obstrucción de Mandíbula: La obstrucción se debe al sobre tamaño del material, ya que en las labores de la mina , el martillo hidráulico utilizado para picar la roca no es el adecuado, debido a sus características, afectando así las labores de planta, ya que se produce la obstrucción de la trituradora primaria, por lo tanto, ocurre la parada muy seguido.

Reparación de Malla: Esta ocurre muy seguido debido a que algunas partes de las malla de las diferentes cribas se dañan debido a que la caída del material es muy elevado ; la revisión de las mallas no es constante , en varias ocasiones no hubo una tensión adecuada por ende la vibración de la criba golpeaba sobre los apoyos de los paños generando micro- fracturas provocando la rotura de las mismas, las gomas que recubren las pletinas estaban desgastadas , lo cual la holgura entre la malla y el apoyo chocaban entre ellas , además con el tiempo la goma se endureció afectando a la malla.

5.3.2- Porcentaje paradas de planta II

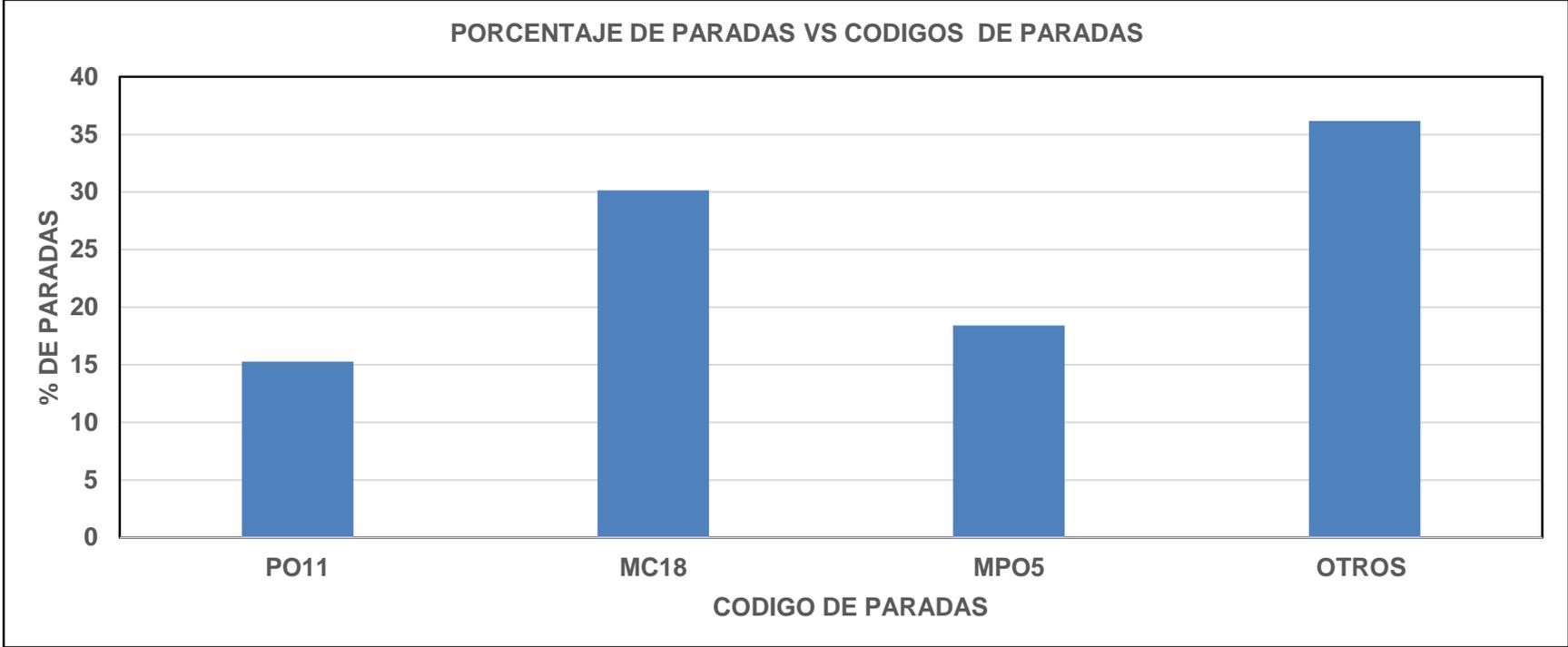


Figura n° 16 Porcentaje de paradas distintos tipos de paradas Planta II

Como indica la figura n°16, la parada con mayor porcentaje es la Falla de Rodamientos (MC18) con un 30,16% en la criba n°15, luego con un 18,41% Mantenimiento General (MPO5), esta se debe a que hubo una falla en los rodamientos de la criba n° 15, la gerencia de la planta decidió invertir parte de este tiempo en el mantenimiento y limpieza de los equipos, cambio de aceite de los conos de trituración y soldaduras en las distintas rampas de la planta, seguidamente de la ausencia de camiones en la tolvas (PO11) con 15,28%, por último el porcentaje representado por falla de Otros , es la suma de las ocurrencia de las otras paradas como la obstrucción en la trituradora de mandíbula, obstrucción en los bajantes, cambios de mallas en las diferentes cribas con un 36,16%.

5.3.3- Porcentaje de horas de paradas de planta III

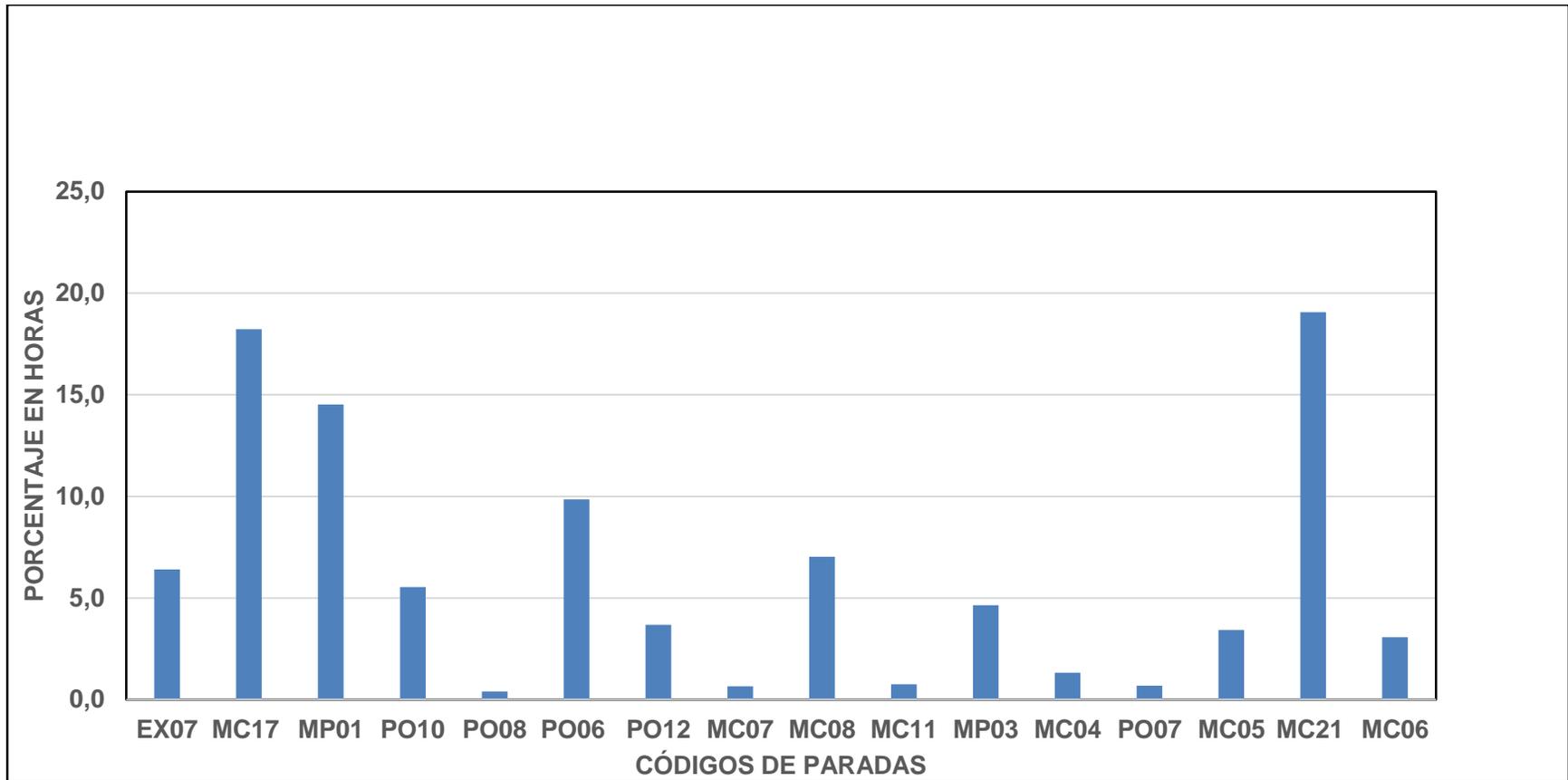


Figura nº 17 Código de paradas vs porcentaje de horas de paradas de planta III

Según lo observado la figura nº17, las paradas con mayor número de horas fueron el código MC21 (reparación del cono triturador) el cual corresponde al 21% de horas de paradas. El código MC17 indicó fallo en el arenador ó tornillo lavador, correspondió al 20% horas de paradas. El código MPO1 corresponde a cambio de malla de la criba 2, el cual representó el 16% de horas de paradas. Por último el código PO06 representa falta de alimentación el cual fue del 10%.

A continuación, se describen los factores que se observaron en cada una de las paradas con mayor porcentaje.

Reparación del cono triturador: esta reparación consintió el cambiar el eje principal, debido a que el recubrimiento se desgastó. Se procedió a retirar el eje y colocar otro que estaba en condiciones óptimas almacenado en el stock. Dicha parada representó aproximadamente tres turnos laborales.

Fallo en arenador ó tornillo lavador: esta zona corresponde a los tornillos lavadores. La parada consistió en cambiar un reductor de revoluciones y la habilitación del segundo tornillo lavador. Esta parada, al igual que el anterior, representó aproximadamente tres turnos laborales consecutivos y ambas labores de reparación se realizaron al mismo tiempo.

Cambio de la malla: los cambios o reparaciones que se realizaron fue la de colocar parches sobre la malla la superior (1 1/4 ") y la inferior de (3/8"). Estas reparaciones se realizaron debido a que la arena presentaba la granulometría inadecuada para realizar su venta.

Falta de alimentación: la alimentación la de planta III la realizaba un cargador frontal, que a su vez, este realizaba labores de soporte de minas (mantenimiento de vías), realizaba despacho en patio de planta II y III, incluso, en varias oportunidades tenía que ir al taller para que este fuese reparado y seguir

trabajando. Es por esto que no se contaba con el 100% de disponibilidad física del equipo para realizar la alimentación de planta III.

5.3.4- Porcentaje de paradas de planta III

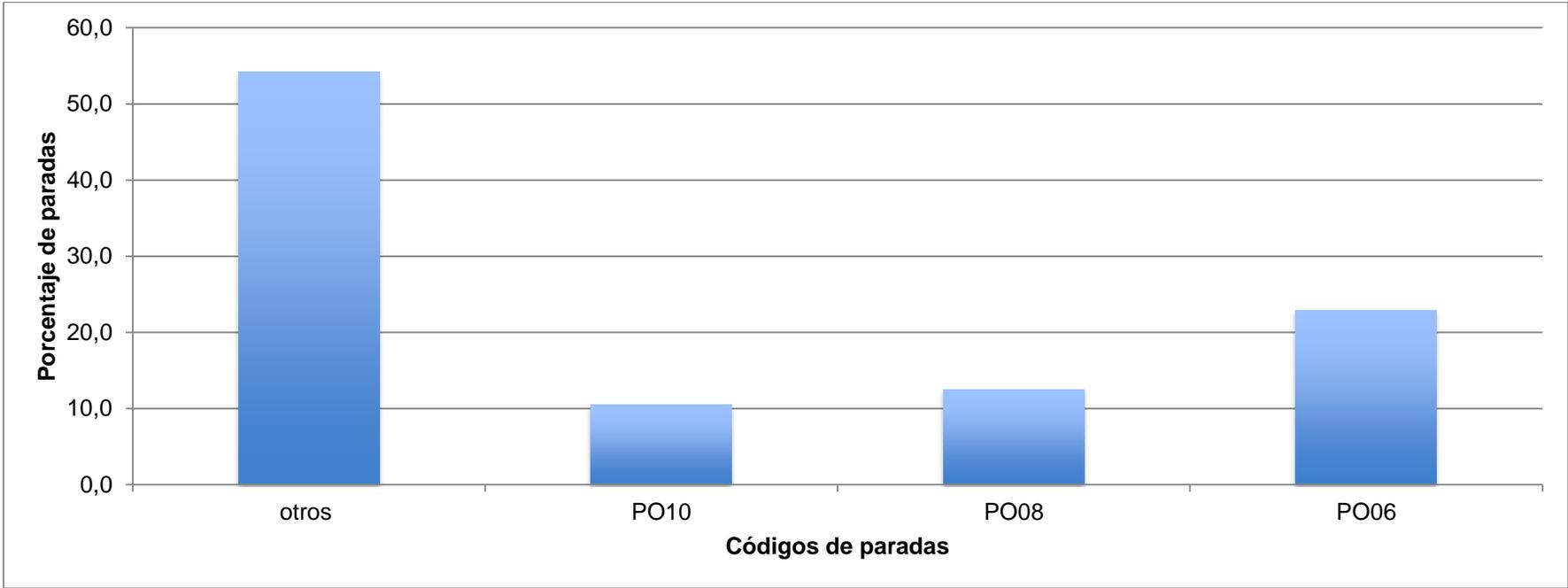


Figura nº 18 Porcentaje de horas de paradas de los distintos tipos de paradas planta III

Al igual que en la figura n° 17, se observó que el código PO06 (falta de alimentación) se repite en el figura n° 18. La alimentación la de planta III la realizaba un cargador frontal, que a su vez, este realizaba labores de soporte de minas (mantenimiento de vías), realizaba despacho en patio de planta II y III, incluso, en varias oportunidades tenía que ir al taller para realizar reparaciones y seguir trabajando.

Luego el código PO08 que representó un 12,50% de ocurrencia, esta parada representó obstrucción en el cono triturador, esto probablemente ocurrió debido a que la roca suministrada proveniente de la alimentación primaria, no presentó la granulometría adecuada, cuando el mandíbula realizaba la fragmentación, este salió con una granulometría que no se adecua al diámetro de alimentación del cono.

Este tipo de parada también ocurrió en la mandíbula, pero este código correspondió PO10. La mandíbula presentó un porcentaje de parada del 10,40%, debido fue debido al sobretamaño proveniente de los frentes de minas.

Por último, el código de parada representado por otros, es la suma de la ocurrencia de las otras paradas. A igual que en el resultado donde se expone las horas de porcentaje de paradas con respecto al código de paradas.

5.4.-Análisis de las incidencias del porcentaje de frecuencia (porcentaje de paradas) semanales de los equipos de trituración y clasificación sobre la producción semanal de los agregados para la construcción.

5.4.1- Grafico de control planta II

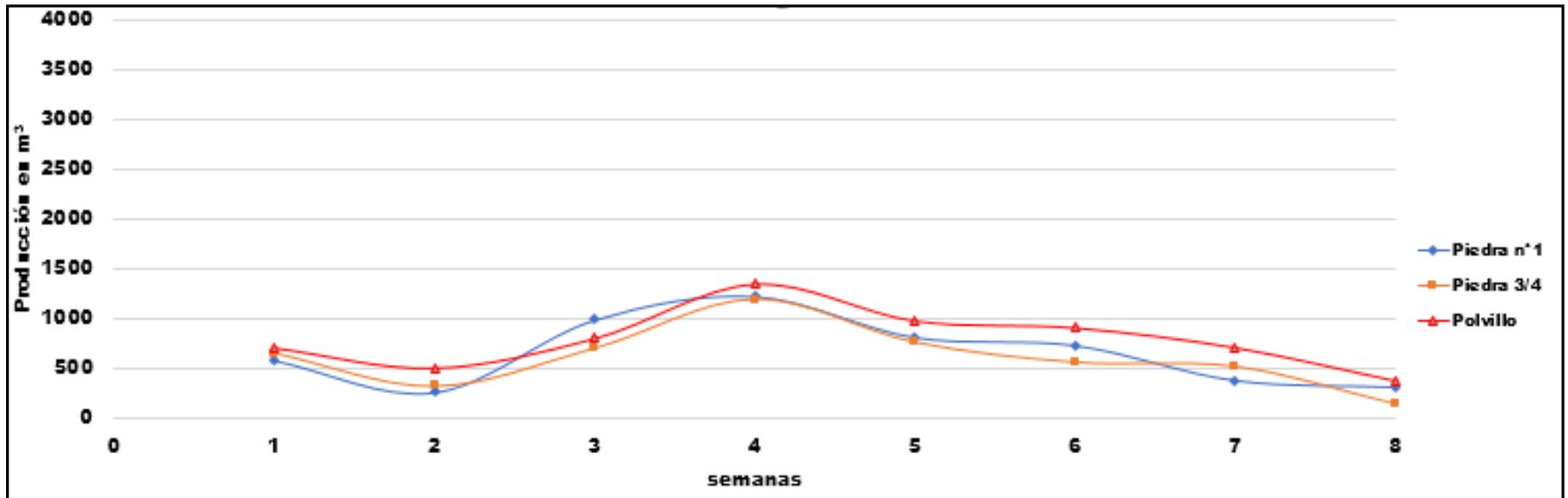


Figura n°19 Producción semanal de planta II. Datos suministrados por la empresa

Los datos de producción de la planta, los cuales se pueden apreciar en la figura nº19 fueron suministrado por la empresa, en la semana nº1 los agregados como la piedra nº1, piedra nº ¾ y polvillo obtuvo una producción de 1.936, 62 m³ lo cual está muy por debajo de la meta estipulada que son 6.000 m³ semanal, esto es debido por las paradas efectuadas, el mal estado de los equipos, la falta de un buen plan de mantenimiento preventivo, en la semana nº 2 se efectuó una baja de 1.077,88 m³ semana nº 3 fue incrementando la producción a 2489,55 m³, cabe destacar que hubo paradas de poca duración pero que se solventaron de manera rápida, semana nº 4 fue la mayor obteniéndose 3.768,57m³, semana nº5 bajo un poco a 2.553 m³,semana nº6 bajo la producción con respecto a la semana anterior con 2000 m³ , semana nº 7 fue decreciendo a 1606 m³ y finalmente en la semana nº 8 con 831 m³ que fue la más crítica producción debido a la ausencia de camiones y otros factores de la empresa.

5.4.2- Histograma porcentaje de paradas durante las semanas de estudio de planta II

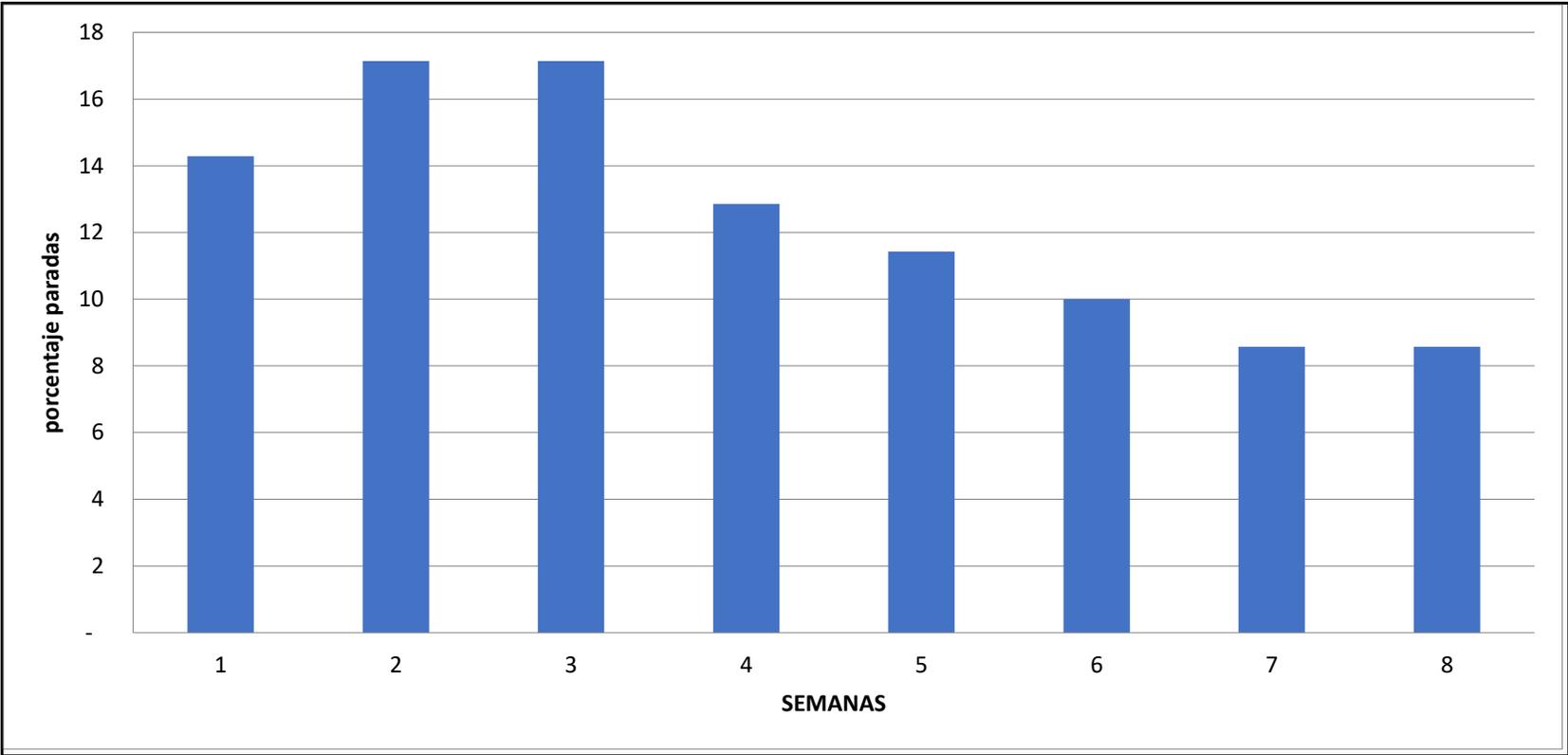


Figura n°20 Porcentaje de paradas durante las semanas planta II

En la figura n° 20 se muestra las frecuencias de las paradas que se efectuaron durante 8 semanas.

En la **semana 1**, se registraron 10 paradas de las cuales fueron varias reparaciones de malla en las cribas n° 15 superior de 1 1/2", obstrucción en la trituradora de mandíbula, falla en rodamientos de la criba n°15 en conjunto de "mantenimiento general".

Semana 2, ocurrieron 12 paradas de las cuales fueron expulsión de correas del cono n° 9, reposición de aceite del cono 09 , reparaciones de las cribas n° 08 y 15 un cambio de las gomas amortiguadoras de vibración deflactores , falta de alimentación , ausencia de camión en las tolvas, fallas en la banda n° 19 , varias obstrucciones de la trituradora de mandíbula, derrame de material específicamente polvillo ya que este tolva se llena de manera muy rápida, expulsión de correas del cono 04 pie .

Al igual que la semana 2, la **semana 3**, se presentaron 12 paradas, las cuales fueron, chequeo de la planta esta se hace al iniciar la jornada laboral asegurando que todo funciones de manera efectiva, reparación de la criba n° 15 soldadura, reparación de malla n de las cribas 20-A la parte superior de 1/2 " y 20-B 5/16", ausencia de camiones en tolva, derrame de material , reparación del cono 9 soldadura interna del mismo .

Semana 4, se observaron 9 paradas como falta de camiones en las tolva, obstrucción en el cono 09 debido a que se sobrecargo de material, obstrucción en bajante n° 09 debido a que el se quedó retenido expulsión de correas del cono 04 pie, falta d alimentación, reparación de malla en la criba n°15 en la parte inferior 1 3/8"

Semana 5, se apreciaron 8 paradas, expulsión de correas en la banda n°12, derrame de material en una de tolvas específicamente la de polvillo, ausencia

de camiones en las tolvas, obstrucción en la trituradora de mandíbula, reunión de todos los trabajadores de la empresa, obstrucción en bajante n° 07.

Semana 6, se reportaron 7 paradas de las cuales fueron labores de soldadura en una de la ramplas de la planta, obstrucción en el cono 09, ausencia de camión en tolva, derrame del material en las tolvas, obstrucción de la trituradora de mandíbula.

Seguidamente la **semana 7**, la planta II se paró 6 veces, reparación de malla en la criba n° 08 en la parte superior de 1"1/2" e inferior de 3/8" , ausencia de camión en tolva, parada por lluvia fuerte, obstrucción en bajante 17 , reposición de aceite en el cono n° 09 derrame de material en las tolvas .

Finalmente, en la **semana 8**, ocurrieron 6 paradas, chequeo de planta, obstrucción en bajante n° 24, ausencia de camión en tolva, derrame de material, reparación de malla en criba n° 15 en la parte inferior 1"3/8", reunión de trabajadores de la empresa.

Tabla n° 7 Producción e ingresos de planta II. Fuente canteras del Distrito Capital

Producción teórica (diseño) m ³ /t	1.200
Producción teórica semanal(diseño) m ³ /sem	6.000
Producción teórica durante las 8semanas m ³	48.000
Precio (bs/m ³)	665
Ingreso (bs) total teórica durante las 8semanas	31.920.000
Producción real (m ³) durante las 8 semanas	16.465,62
Ingreso totales reales (bs)	10.949.637,30
Perdida	20.970.362,70
Porcentaje(%)	65,70

En la tabla n° 7 se indicó la producción y los ingresos durante las 8 semanas la cual se observó mediante la figura n° 16 no se logró superar y mantener la meta de producción semanal, las diferentes paradas de planta II, trascendieron en la producción, haciendo que la empresa teóricamente dejase de percibir un 65,70% de su ingreso. Es decir, solo el porcentaje restante, logra realizar los pagos de los operadores.

5.4.3- Grafico de control planta III

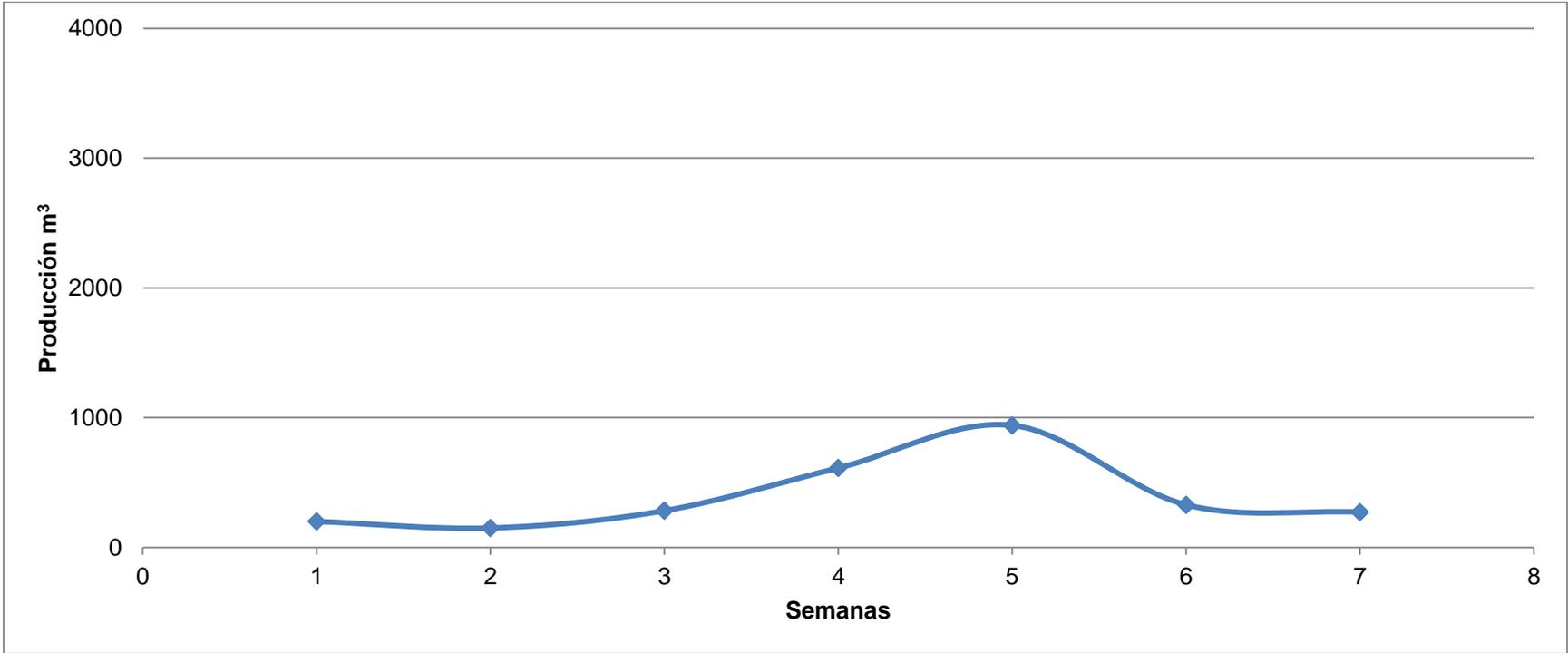


Figura nº21 Producción semanal de Planta III Fuente Canteras Distrito Capital

En la figura n°21 se observó la producción semanal durante el periodo que duró la investigación, los datos fueron suministrados por la empresa. El periodo que comprende las semanas 1 y 2 fueron los periodos de producción más baja, reportándose unos 200,90m³ y 150,45m³ de arena lavada respectivamente , esto es debido por el porcentaje alto de paradas y tiempo que llevaron en solventarlas.

En la semana 3, la producción de arena lavada fue aumentando, se reportó unos 283,50m³ , lo cual a pesar de que en el registro que se muestra en la gráfica n°8, planta III presentó un alto porcentaje de paradas, las mismas fueron solventadas rápidamente por el equipo de trabajo de mantenimiento debido a que no se necesitó la compra de un repuesto en específico o utilizar los repuestos existentes en el almacén, lo que ayudo a mantener la producción de arena lavada. Este comportamiento de aumento de producción de arena lavada se observó durante la semana 4, cuya producción reflejada en la gráfica n°8.

La semana 5, fue la semana con la mayor producción de arenada lavada, se reportó unos 941,50m³ de arena lavada y a su vez en esa semana fue la de menor porcentaje de parada. Lo que indica que el cargador frontal presentó la mayor disponibilidad física lo que se indica en el grafico n° 8.

Para las semanas restantes 6 y 7, la producción de arena lavada disminuyó, 329m³ y 273m³ a pesar que el porcentaje de paradas no fue elevado como se indicó en las primeras semanas, esto es debido a que no se solventaron los tiempo de paradas a tiempo, porque se necesitaron realizar labores de movimiento de máquinas y repuesto, esperar la cuadrilla especializada en manejo de problemas eléctricos.

5.4.4- Histograma porcentaje de paradas durante las semanas de estudio de planta III

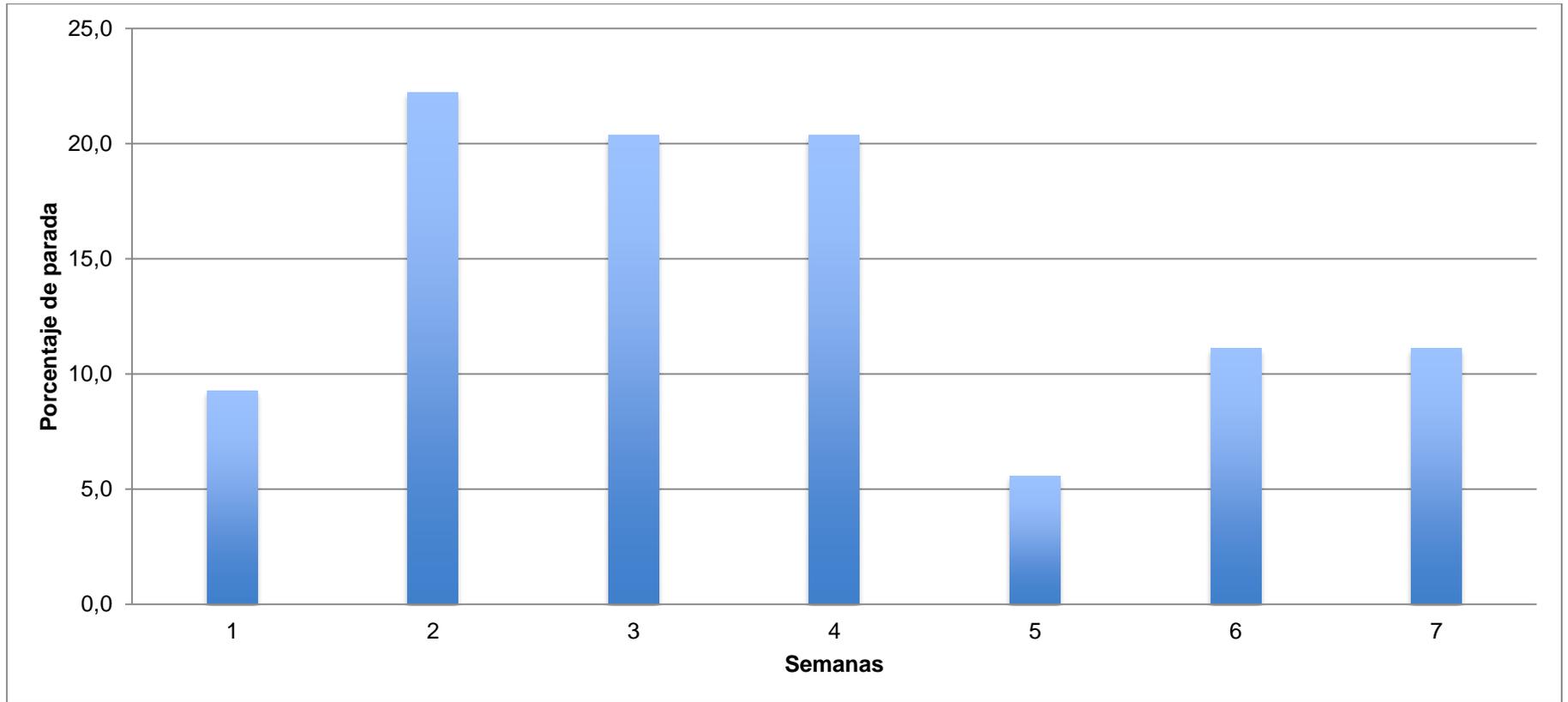


Figura nº 22 porcentajes de paradas de planta III durante las semanas

Como se observa en el grafico nº 8. En **la semana 1** se registraron 5 paradas, las cuales fueron obstrucción del cono y de la mandíbula por rocas de sobretamaño, reparación del giradiscos B, se modificó el set de salida, y reparaciones en la banda 3, el reductor de velocidades fue cambiado. El porcentaje de paradas fue de 9,3%.

En la semana 2, se registraron 12 paradas, los cuales fueron, obstrucción del cono triturador por el sobretamaño del material, falta de alimentación, el cargador frontal realizando despacho en patio de planta III y realizando labores auxiliares. La mandíbula generada por rocas con sobretamaño. La banda 3 se paró por derrame de material, se solvento colocando grapas, luego en esa misma banda se paró por acumulación de material debido a la cantidad de material suministrado por el alimentador. Luego se reportó una falla en el arenador ó tornillo lavador, el cual consistió en un cambio en la rolinera, un reductor de velocidades y habilitación del segundo tornillo lavador. En la mandíbula se ajustó el set de salida y se realizó un cambio de correa. Se reportó una falla eléctrica, el botón del alimentador no hacia contacto por ende no enviaba la señal eléctrica, por ultimo reposición de aceites en los conos A y B. El porcentaje de paradas fue del 23%.

En la **semana 3**, se registraron 11 paradas, las cuales fueron falta de alimentación, el cargador frontal realizaba despacho de arena en el patio de patio III. Luego la banda 6 se paró por acumulación de material. Luego el cono triturador se obstruyó debido al sobretamaño de rocas. La cuadrilla de mantenimiento realizó labores de soldadura debido a que unas placas de acero que están en la boca de admisión en la trituradora se estaban desprendiendo. En la criba 2, la malla superior estaba obstruida por material inapropiado. Por último, la banda 6 se paró debido a que se desprendió una correa del motor y la mandíbula se tranco debido a rocas por sobretamaños. Para la semana 3, el porcentaje de paradas fue 20%.

Al igual que la semana 3, la **semana 4** presentó igual porcentaje de paradas fue de 20%. Se presentaron 11 paradas, la única variante con respecto a la semana 3 es que mientras que se solventaron las paradas, los operadores de planta III, realizaron labores de limpieza.

En la **semana 5** se registraron 3 paradas, falta de alimentación, la cual fue 2 veces en esa semana y una falla eléctrica asociada a una baja de tensión en el área. El porcentaje de parada fue la más baja, se reportó 5,20%.

En la **semana 6 y 7**, se reportaron 6 paradas respectivamente, el porcentaje de ambas semanas fue de 10,11%. Las paradas fueron falta de alimentación, tranca de la mandíbula, fallo en la banda 3, reparación en el cono triturador el cual fue el cambio del eje principal y por último, falla eléctrica debido a un corto circuito.

Tabla nº 8 Producción e ingresos de planta III. Canteras del Distrito capital

Producción teórica(diseño)m ³ /t	700
Producción teórica semanal(diseño)m ³ /sem	3.500
Producción teorica durante las 7semanas(m ³)	24.500
Precio (bs/m ³)	665
Ingreso(bs) total durante las 7semanas	16.292.500
Producción real(m ³) durante las 7semanas	2.790,85
Ingresos(bs) totales	1.855.915,65
Perdida (bs)	14.436.584,40
Porcentaje(%)	88,61

En la tabla nº 8 están indicado la producción y los ingresos durante los siete semanas. Se observó mediante la grafico nº 7 se logró superar y mantener la meta de producción semanal. Las diferentes paradas de la planta III, repercutieron en la producción, haciendo que la empresa teóricamente dejase de percibir un 88,61% de su ingreso. Es decir, solo con el porcentaje restante, logra realizar los pagos de

los operadores, administrativos y mantener en condiciones óptimas el taller y el almacén de repuesto.

CONCLUSIÓN

- Se Identificaron los equipos de trituración y clasificación de las plantas II y III mediante la elaboración de circuitos. Dando como resultado que ambas plantas están operativas y que realizan la producción a la cual fue diseñada aunque durante el tiempo de estudio no alcanzó la meta de producción semanal de diseño, porque mediante el grafico de control, la mayor producción que se registró en planta II fue 3.768,57 m³ dicho valor es la suma de los productos de polvillo, piedra "1" y piedra $\frac{3}{4}$, pero la producción semanal de diseño es 6.000m³. Este comportamiento se observó en el gráfico de control de planta III, la mayor producción fue de 941,50m³ y la producción semanal de diseño es de 3.500m³.
- Se describió los diferentes equipos de trituración y clasificación de planta II y planta III con la información suministrada por la empresa e inspección de los mismo, dando a entender que los mismo no están al 100% de disponibilidad física haciendo que no se alcance la producción semanal de diseño, además se detectaron problemas de planificación en las labores de soporte de minas haciendo que también este factor repercute en la producción de ambas plantas debido a numerosas fallas correctivas.
-
- Se registró las paradas de las plantas II y III a través de códigos y planillas suministradas por la empresa, además se reportaron el porcentaje de horas y paradas. mantenimiento general de planta II (MPO5) 30,16%, ausencia de camión en tolva (PO11) 23,5 % y en porcentaje de parada de plata III fueron MPO5 (Mantenimiento General) con un 30,26%, PO11(ausencia de camiones en la tolvas (PO11) con 15,28%. Para planta III las paradas que presentaron mayor tiempo de parada fue MC21 (reparación del cono) con un 21%, MC17(

Reparación de la criba 2) 20% de horas de parada, PO06 (Falta de alimentación) 10% y el de porcentaje de paradas, el

código PO06 (falta de alimentación) 22,90%, PO08 (Obstrucción del cono), por último un 10,40% de porcentaje de parada el código PO10 (tranca en mandíbula).

- Se identificó la incidencia de las condiciones de los equipos de trituración y clasificación sobre la producción mensual de los agregados para la construcción, porque en ambas plantas fueron numerosas las paradas que se presentaron, las cuales fueron por falta de mantenimiento preventivo y por falta de planificación, haciendo que la empresa dejase de percibir 20.970.362,70 BS lo que representa un 65,70% de ingresos durante las 8 semanas por parte de planta II, mientras que en monto total de 14.436.584,40 BS que equivale a 88,61% de ingreso, se dejó de percibir para la empresa por parte de planta III durante las 7 semanas que se registró los datos en el campo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mantenimientos preventivos y correctivos en días no laborable
- Habilitar un cargador frontal para la alimentación continua de planta III y contar con una flota de camiones de la empresa para que se puedan descargar las tolvas en planta II.
- Realizar un estudio granulométrico en planta II para verificar el mal estado de las malla o paños al producto final
- Se recomienda planificar a corto plazo el reemplazo del martillo hidráulico ubicado en la mina ya que no tiene tanta capacidad de fragmentar grandes rocas y mejorar el mallado de perforación, para así no obstruir la trituradora de mandíbula en las distintas plantas de beneficio mineral por su sobretamaño.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta G. Magda C(2015) Informe Minería de campo 2015 Determinación de los ciclos de Carga y Acarreo de Material y Optimización del proceso de trituración en Planta III en Canteras del Distrito Capital
- Acosta G. Magda C(2017).Establecimiento de los parámetros mineros-geomecánicos para el funcionamiento de los equipos de clasificación y trituración de la planta III, Canteras del Distrito Capital S.A
- Blanco E (2014) Bloque III capítulo 12. Cintas transportadoras, Open course ware Universidad de Cantabria. Obtenida 10 de Enero del 2019 , de https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/12._cintas.pdf
- Briceño, Carlos(2017). Análisis la operatividad de las plantas de producción de agregados de la empresa Canteras del Distrito Capital S.A.
- Díaz. E (2013) Evaluación de electrodos para la fabricación de blindaje laterales de molinos de trituración de áridos.
- Fuenmayor.O (2001). Caracterización geomecánicas de las rocas de la cantera perteneciente a la Corporación de Cemento Andino C.A. ubicada en el municipio Candelaria, estado Trujillo.
- Gómez. Yoel (2017). Planificación a largo plazo de la Unión de las canteras El Samán Agua Viva II, ubicado en San Sebastián De Los Reyes, Estado Aragua.

- Hernández. T (2000). Análisis Granulométrico y Balance de masas en el proceso de la planta de trituración los barrancos de la empresa C.V.G Ferrominera Orinoco.
- Kelly (1990) Introducción al procesamiento de minerales. Mexico: Editorial Limusa Mexico
- Labrador. M (2017) Evaluación de la planta de trituración y clasificación de tamaño de la roca caliza en la cantera agua viva II, San Sebastián de los Reyes, estado Aragua.
- Melo. Y (2016) Propuesta metodológica para la planificación de soporte de mina, en Canteras del Distrito Capital.
- Nobregas. R (2016) Propuesta para reducción de tamaño de minerales no metálicos: Caso charnockita, cerro la danta Sector cambalache, estado Bolívar.
- Pimentel. R (2016) “Desarrollo de una propuesta de adecuación de las plantas de agregados de la cantera Carayaca, Distrito Capital, para disminuir la producción de finos”.
- Saavedra. M(2013) Gestión en paradas de Plantas Concentradoras. Obtenida de <http://www.mcj.com.pe/wp-content/uploads/2013/09/Art%C3%ADculo-Gesti%C3%B3n-de-Paradas-de-Planta-Concentradora.pdf>
- Torres, Pablo (2006) “Avances en el estudio sobre recuperación de partes de equipos de carga usados en la minería”.

- Valencia. E (2013) “Proyecto para el incremento de capacidad de operación de la planta de beneficio, compañía minera La Negra, Maconí Querétaro”.