Estandarizar el proceso de producción de agregados en la empresa Canteras Santa Rita S.A.

Isabel Cristina Yepes

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Programa Ingeniería Industrial

Medellín

2022

Estandarizar el proceso de producción de agregados en la empresa Canteras Santa Rita S.A.

Isabel Cristina Yepes

Trabajo para optar el título: Ingeniera Industrial

Director

Gabriel Jaime Rivera León

Mag. Ingeniería Administrativa

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Programa Ingeniería Industrial

Medellín

2022

Agradecimientos

Agradecimientos especiales a La Cantera Santa Rita en cabeza del Ingeniero Jairo Pérez,

Gerente General y todo el equipo de trabajo formado por ingenieros, jefesy personal

operativo, por hacer posible el estudio del proceso productivo de la cantera a través de los

recorridos de campo y la documentación del proceso.

Resumen

Cantera Santa Rita S.A es una empresa constituida en el año 1982 en la ciudad de Medellín dedicada a la explotación, producción y venta de materiales triturados y no triturados para la industria de la construcción. El enfoque es principalmente en la producción de arenas 4y triturados para la producción de concreto, bases, sub-bases, arenilla y piedra para gavión. La empresa actualmente cuenta con 129 trabajadores de los cuales 80 son contratosde forma directa y 49 a través de la temporal Jiro. Igualmente, la flota de equipos y maquinaria está distribuida en 6 plantas de trituración, retroexcavadoras, cargadores, bulldozer, perforadoras de rock drill y volquetas, las cuales forman el conjunto de maquinaria para la extracción y transporte de material.

Con el siguiente trabajo se pretende hacer un seguimiento detallado del proceso de producción, evaluando cada una de las áreas operativas, registrando los rendimientos, y analizando los resultados para desarrollar acciones de mejora que permitan aumentarlos rendimientos de producción, la productividad humana y mejorar los procesos estandarizando las tareas operativas.

Finalmente, con el desarrollo de la práctica se entregará un informe final el cual va acontener todo el marco teórico, los aspectos del marco teórico más relevantes, unasconclusiones y unas recomendaciones a la empresa para la implementación de las acciones de mejora a implementar.

Palabras claves: minería, construcción, cantera, producción

Abstract

Cantera Santa Rita S.A is a company established in 1982 in the city of Medellin dedicated to the exploitation, production and sale of crushed and non-crushed materials for the construction industry. The focus is mainly on the production of sand and crushed for the production of concrete, bases, sub-bases, grit and stone for gabion.

The company currently has 129 workers, of which 80 are directly contracted and 49 through temporary Jiro. Similarly, the fleet of equipment and machinery is distributed in 6 crushing plants, backhoes, loaders, bulldozers, rock drills and dump trucks, which form the set of machinery for the extraction and transportation of material.

With the following work it is intended to make a detailed follow-up of the production process, evaluating each one of the operative areas, registering the yields, and analyzing the results to develop improvement actions that allow to increase the production yields, the human productivity and to improve the processes standardizing operational tasks.

Finally, with the development of the practice, a final report will be delivered which will contain the entire theoretical framework, the most relevant aspects of the theoretical framework, some conclusions and some recommendations to the company for the implementation of the improvement actions to be implemented.

Keywords: mining, construction, quarry, production

Tabla de Contenidos

Agradecimientos	3
Resumen	4
Tabla de Contenidos	6
Introducción	11
Problema de Investigación	12
Planteamiento del Problema	12
Pregunta Problema	12
Justificación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos	14
Marco Teórico	15
Conceptos	15
Generalidades de La Cantera Santa Rita	18
Flota de equipos y maquinaria	20
Métodos, metodologías y/o herramientas propias de la Ingeniería Industrial	21
Metodología	21
Tipo de Investigación	21
Enfoque de la investigación	22
Técnicas e instrumentos de recolección de la información	22
Población y muestreo	22
Alcance y limitación de la investigación	23
Ficha de Análisis	23
Tiempo de horas hombre programadas en las Plantas de Trituración	23
Tiempos operativos	26
Análisis de productividad humana	29
Estudio de Métodos	29
Descripción del Proceso	30
Descripción del Lugar de Trabajo	39
Estudio de Tiempos y MovimientosSelección del Trabaio	41

Conclusiones	42
Referencias	44
Anexos	45

Índice de tablas

Tabla 1. Horas laboradas en un periodo de un ano sin horas extras	24
Tabla 2. Horas laboradas en septiembre.	24
Tabla 3. Horas laboradas en octubre	25
Tabla 4. Horas laboradas en noviembre.	25
Tabla 5. Planta de trituración P80-82	45
Tabla 6. Datos de planta 80 en el mes de septiembre.	47
Tabla 7. Datos de planta 80 en el mes de octubre	48
Tabla 8.Datos de planta 80 en el mes de noviembre.	49
Tabla 9.Registro de tiempos para la planta P82 mes de septiembre	51
Tabla 10. Registro de tiempos para la planta P82 mes de octubre	52
Tabla 11. Registro de tiempos para la planta P82 mes de noviembre	53
Tabla 12. Descripción de planta de trituración P68	54
Tabla 13. Registro de tiempos para la planta P68 mes de septiembre	55
Tabla 14. Registro de tiempos para la planta P68 mes de octubre	56
Tabla 15. Registro de tiempos para la planta P68 mes de noviembre	57
Tabla 16. Descripción de planta de trituración P64	58
Tabla 17. Registro de tiempos para la planta P64 mes de septiembre	59
Tabla 18. Registro de tiempos para la planta P64 mes de octubre	60
Tabla 19. Registro de tiempos para la planta P64 mes de noviembre	61
Tabla 20. Descripción de planta de trituración P66	62
Tabla 21. Registro de tiempos para la planta P66 mes de septiembre	63
Tabla 22. Registro de tiempos para la planta P66 mes de octubre	64
Tabla 23. Registro de tiempos para la planta P66 mes de noviembre	65
Tabla 24. Descripción de planta de trituración P67	65
Tabla 25. Registro de tiempos para la planta P67 mes de septiembre	67

	Cabla 26. Registro de tiempos para la planta P67 mes de octubre	68
Tabla 27. Registro de tiempos para la planta P67 mes de noviembre	Sabla 27. Registro de tiempos para la planta P67 mes de noviembre	69

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de La cantera Santa Rita.	19
Figura 2.Delimitación de espacio de La Cantera Santa Rita	19
Figura 3. Sistema de proceso.	20
Figura 4. Tiempos operativos en septiembre.	26
Figura 5. Tiempos operativos en octubre	26
Figura 6. Tiempos operativos en noviembre	27
Figura 7. Volumen procesado en el mes de septiembre	27
Figura 8. Volumen procesado en el mes de octubre	28
Figura 9. Volumen procesado en el mes de noviembre	28
Figura 10. Diagrama de flujo de proceso.	30
Figura 11. Perforadora Rockdrill: Fuente: Registro fotográfico Cantera Santa Rita	32
Figura 12. Volqueta tipo Térex.	35
Figura 13. Planta de Trituración P67.	35
Figura 14. Acopio de material.	36
Figura 15. Retroexcavadora.	39
Figura 16.Esquema de un grupo primario de trituración	40
Figura 17.Grupo primario de trituración Fuente: NTP127.	40
Figura 18. Planta de trituración P80-82 vista superior	46
Figura 19. Planta de trituración P80-82 vista lateral.	46
Figura 20. planta de trituración P68	54
Figura 21. Planta P64	58
Figura 22. Planta de trituración P66	62
Figura 23.Planta P67	66

Introducción

La Cantera Santa Rita es una empresa del sector de la minera a cielo abierto con másde 40 años de servicio dedicada a la explotación de roca para triturados para el sectorde la construcción.

La compañía con la finalidad de mejorar los procesos productivos y la optimización de los recursos busca estandarizar la producción a través de un ejercicio de registro de información el cual se desarrolla directamente desde las plantas de trituración con la finalidad de analizar esta información y tomar decisiones asertivas con respecto a las mínimas cantidades de m3 producción.

Con este informe se pretende dar a conocer una visión global de las plantas, y se busca tener una base para contribuir a mejorar la producción y los procesos en lacantera.

Problema de Investigación

Planteamiento del Problema

La empresa Cantera Santa Rita, actualmente tiene identificados en su proceso de producción el ciclo del movimiento de material por cada maquinaria de las bases teóricas sin embargo no se cuenta con el rendimiento en la relación entre el tiempo operativo y el tiempo total programado con interferencias. Para determinar el tiempo derendimiento es necesario intervenir los procesos operativos de la empresa y tomar registros para cada área.

Pregunta Problema

Formulación de problema ¿De qué forma la estandarización del proceso de producción de agregados pétreos permitirá aumentar tanto la productividad como la eficiencia en la empresa Cantera Santa Rita?

Justificación

Como se ha mencionado anteriormente la empresa Cantera Santa Rita es una compañía dedica a la explotación, producción y venta de materiales triturados y no triturados para la industria de la construcción, con más de 40 años de servicio ubicada en la ciudad de Medellín.

Es importante para la compañía estar a la vanguardia de las necesidades del mercado ofreciendo productos de alta calidad y para esto es necesariomejorar los sistemas internos, ser más eficientes, y administrar de forma adecuada la flota de equipos y el personal. Es por esto que la empresa a través del seguimiento minucioso de la producción busca conocer las fallas o falencias que se estén presentando en las diferentes áreas de la empresa como perforación, transporte de material, voladura o gestión de personal, mediante este analizas lo que se busca con esta práctica profesional es poder determinar acciones de mejora a implementar y estandarizar los diferentes procesos de la Cantera para que todo el personal trabaje bajo los mismos lineamientos. Igualmente conocer la mayor falencia y trabajar sobre ella para máxima las plantas de producción y que están den mayor rendimiento de trituración.

Objetivos

Objetivo General

Analizar y estandarizar el proceso de producción de agregados en la empresa Canteras Santa Rita S.A. con la finalidad de establecer la metodología para determinarla cantidad de producción minina de producción en promedio al mes.

Objetivos Específicos

Identificar la metodología a utilizar para evaluar la producción de materialtriturado en la empresa Cantara Santa Rita para un periodo determinado

Realizar seguimiento a través del formato evaluación diaria de producción con lafinalidad de registrar los horómetros e identificar las horas maquina trabajadas

Evaluar el VACH (valor agregado del capital humano) y el ROICH (retorno de lainversión del capital humano) para determinar la eficiencia del capital humano

Evaluar la eficiencia de los equipos a través de las diferentes metodologías

Marco Teórico

Conceptos

Productividad:

Conceptos básicos a entender en el proceso de producción de la cantera.

Para la extracción del material se comienza perforando las rocas con los equipos rock drill o los martillos neumáticos, los cuales alcanzan perforación de 3m y 6m de profundidad aproximadamente, luego de perforadas las rocas se retaquea con materialexplosivo como anfo, indugel, cordón detonante, y fulminante, estos general la primerafractura de la roca, este material es transportado en volquetas y cargadores hacia las plantas de trituración, las plantas de trituración cuentan con unas mallas y unas mandíbulas de trituración que según las solicitudes del cliente se calibran a ciertos parámetros, pueden ser arenillas trituradas, bases granulares, material de relleno, piedra gavión, etc.

Arenas Lavadas:

Característica:

Utilizados para la elaboración de concretos de diferentes resistencias de diseño.

Arena de pega, Arena de revoque y Arena para concreto: Utilizados para pega demampostería y en los acabados en la etapa de revoque.

Especificaciones técnicas:

Normas NTC (Norma Técnica Colombiana) para la producción de concretos hidráulicos. En este proceso se utilizan la arena lavada para concreto y el triturado de

Arenilla

3/4

Características:

Este producto procede de la trituración para base granular y consta de materiales finos, exentos en su totalidad de plasticidad, su curva granulométrica vadesde materiales menores a 1\8 de pulgada hasta la malla 200.

Usos:

Su uso principal es como material llenante para las mezclas en la elaboración debaldosas y mezclas asfálticas, también es de buen comportamiento en el acabado final de canchas deportivas en arenilla.

Bases Granulares:

Características

Utilizadas en la conformación de las estructuras de pavimentos o zonas deandenes de circulación peatonal

Especificaciones técnicas:

Norma Invias art. 330 Norma Área Metropolitana Año 1994 del Valle de Aburra.

<u>Parámetros de calidad:</u> Granulometría, Límite plástico y líquido, índices de forma,
equivalente de arena, desgaste, solidez y CBR

Material de Relleno

Características

Material proveniente de las primeras capas de explotación de la zona minera. Es utilizado en la conformación de llenos en terraplén o en zanjas. Este material acompañado de piedra gruesa se utiliza como SUBBASE SIN PROCESAR, para rellenos de gran espesor y/o

estabilización de subrasante.

Especificaciones técnicas:

Normas de Empresas Públicas de Medellín

Parámetros de calidad:

Granulometría, límite plástico y materia orgánica.

Piedra para Gavión

Característica

Material producido de la trituración primaria de la fuente de la mina. Su tamaño promedio es entre 4 y 10 pulgadas; también puede ser usada para la construcción de concretos ciclópeos y para la estabilización de subrasantes con alta inestabilidad.

Parámetros de calidad:

No existe norma que regule estos materiales, pero los tamaños requeridos en la construcción de gaviones permiten manejar el rango de granulometría.

Sub bases granulares:

Características:

Utilizadas en la conformación de las estructuras de pavimentos o zonas deandenes de circulación peatonal.

Especificaciones técnicas:

Norma Invias art. 320

Norma Área Metropolitana Año 1994 del Valle de Aburra.

Parámetros de calidad:

Granulometría, Límite plástico y líquido, índices de forma, equivalente de arena,

desgaste, solidez y CBR.

Triturados:

Características:

Materiales de cantera 100% triturados, utilizados para la elaboración de concretos, construcción de filtros, pisos en patios y entresuelos. Los tamaños producidos son: 3/4, 1 1/2 y 2 1/2.

Para los concretos se evalúan bajo las normas técnicas definidas para el diseño y preparación de concreto hidráulico (NTC 174 y otras); y para los filtros, pisos y entresuelos con las especificaciones particulares en cada proyecto.

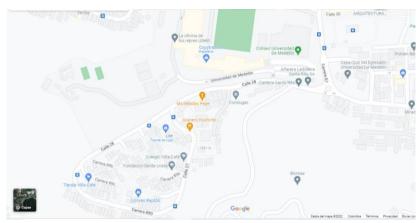
Estos triturados de gran tamaño se utilizan para la construcción de filtros de drenajesen obras

Generalidades de La Cantera Santa Rita

Localización geográfica y vías de acceso: La Cantera Santa Rita se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín en la Calle 28 # 87 — 33 In 180, la cual se encuentra en etapade explotación con 4 títulos mineros vigentes los cuales son: 023, 14829, 6521, 13826 los cuales tiene operaciones activas hace aproximadamente 40 años, y con una extensión aproximada de 2km

La vía de acceso es privada pero la carrera principal es la que conduce hacia la Universidad de Medellín

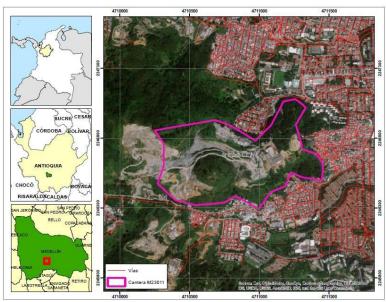
Figura 1. Ubicación geográfica de La cantera Santa Rita.



Fuente: Tomado de (Google,2022)

El proyecto RMC M23011, se encuentra ubicada en jurisdicción del municipio de Medellín, departamento de Antioquía (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.)Se encuentra aproximadamente entre 2000 y 2500 m.s.n.m., esto indica que el campo pertenece a un piso térmico templado, con una temperatura promedio de18° C.

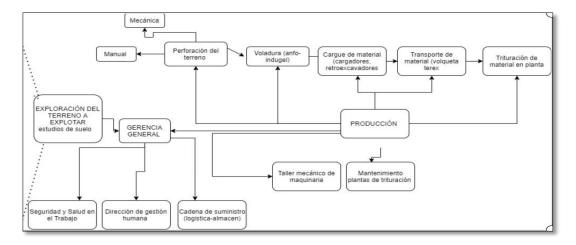
Figura 2.Delimitación de espacio de La Cantera Santa Rita.



Fuente: Elaboración propia.

Sistema de Proceso Cantera Santa Rita

Figura 3. Sistema de proceso.



Fuente: Elaboración propia

Flota de equipos y maquinaria

Trituradora primarias

Son las primeras trituradoras que trabajan el material recién extraído, aminoran el tamaño del todo-uno a un tamaño más manejable para su transporte y posterior alimentación a la trituradora secundaría si fuera necesario. Los equipos son de gran tamaño ya que el material que reciben también es de gran dimensión. Al fin y al acabo la rotura y reducción del material se produce por impacto y fuerzas de compresión, además de que el material es abrasivo y provoca el desgaste de ciertas partes de los aparatos. Dentro de las trituradoras primarias nos encontramos dos que son fundamentales, la trituradora de mandíbulas y la trituradora giratoria. Hay otros equiposmenos utilizados como son las trituradoras de choque, de impacto y percusión.

Trituradora de mandíbulas de doble efecto

Está constituida por una mandíbula fija y otra móvil, el movimiento de la mandíbula

móvil es producido por el movimiento vertical de la biela motriz que espuesta en marcha por el acoplamiento excéntrico al eje motor.

Se produce un choque del material a partir del movimiento de la mandíbula móvil, que hace que el material choque contra la mandíbula fija comprimiéndolo (rotura por compresión mayoritariamente), cuando el material alcanza un material optimo este se desliza por la cámara de trituración hasta que sale por la zona de descarga. Los tamaños de salida del material son irregulares habiendo gran variedad. Esta trituradoraes óptima para materiales duros y abrasivos

Trituradora de mandíbulas de simple efecto

Está formada por una mandíbula móvil y otra fija, la mandíbula móvil está suspendida del eje excéntrico, lo que produce un movimiento elíptico de la mandíbulaque favorece a la auto alimentación de la trituradora por el arrastre del material.

Métodos, metodologías y/o herramientas propias de la Ingeniería Industrial

Metodología

A continuación, se describe la estructura que será utilizada para el correcto desarrollode este proyecto de investigación con la finalidad de obtener soluciones a la pregunta de investigación planteada y además de minimizar y controlar el error experimental.

Tipo de Investigación

El tipo de estudio que se utilizará en la presente investigación será, el estudio descriptivo, ya que sirve para analizar detalladamente los aspectos que hacen parte deltrabajo final, esto con el fin de establecer las variables, restricciones, modelos de optimización, función objetivo, capacidad de producción e individual de maquinaria, optimización de mano de obra, todo esto para darle solución a la problemática planteada. Según Samperio, (1998,

p.15) dice que la investigación descriptiva, aquella que detalla situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta un determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.

Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo: "Una estructura organizada para recopilar y analizar datos adquiridos de distintas fuentes, implicando el uso de herramientas estadísticas y matemáticas para obtener resultado, logrando el propósito principal decuantificar el problema y entender su generalización mediante la búsqueda de resultados proyectados a poblaciones mayores" (López Noguero, 2009).

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

La técnica de recolección de información que se utiliza en este proyecto es la de análisis de contenido. Se suele llamar análisis de contenido al conjunto de procedimientos interpretativos de productos comunicativos (mensajes, textos o discursos) que proceden de procesos singulares de comunicación previamente registrados, y que, basados en técnicas de medida, a veces cuantitativas (registros de producción), a veces cualitativas (lógicas basadas en la combinación de categorías) tienen por objeto elaborar y procesar datos relevantes sobre las condiciones mismas enque se han producido aquellos textos, o sobre las condiciones que puedan darse para su empleo posterior (Raigada, 2002).

El instrumento para la recolección de información, son las fichas documentales o ficha de análisis.

Población y muestreo

La población objeto de estudio de esta conformada por la unidad de plantas, patios y canteras propias de la empresa. La muestra está determinada por las plantas encargadas de producir y despachar todo el volumen de ventas a nivel nacional.

Alcance y limitación de la investigación

El alcance del proyecto estará regido a determinar la producción de la cantera, esto se realizará a través un modelo de optimización que tendrá en cuenta el material a producir en la Cantera. Con relación a lo anterior se considera como limitación que sedemanda la recolección y análisis de información con valor que le de soporte al desarrollo de la investigación, sin embargo, se puede establecer que, al momento de realizar este proceso, se puede ver limitado por las posibles restricciones de confidencialidad relacionado con los temas de gestión administrativa y contable.

Ficha de Análisis

Tiempo de horas hombre programadas en las Plantas de Trituración

En las canteras Santa Rita se trabaja en un sólo turno el cual es programan de acuerdoa la demanda de materiales.

El tiempo programado es el tiempo donde la maquinaria trabajara las horasprogramadas,

Tabla 1. Horas laboradas en un periodo de un año sin horas extras.

Tiempo progra	mado plantas de t	rituración					
PLANTA	CANTIDAD EQUIPOS	TURN OS	HORAS / TURN O	DÍAS A LA SEMAN A	HORAS SEMAN AL	HORAS MES	HORAS AÑO
P80	1	1	9	6	55	220	2640
P82	1	1	9	6	55	220	2640
P68	1	1	9	6	55	220	2640
P64	1	1	9	6	55	220	2640
P66	1	1	9	6	55	220	2640
P67	1	1	9	6	55	220	2640
		To	tal horas				15840

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la tabla 1 es el promedio de horas trabajadas en un turno sin horas extras, y laborando los 6 días de la semana con un día de descanso a la semana el cual tendríamos 15840 horas laborales para un periodo de 1 año. Si evaluamos un periodo de tres meses tendríamos un total de 3960 horas el cual corresponde a las 6plantas operando los 6 días de la semana sin generar horas extras

Con relación al estudio realizado durante el periodo de práctica se obtienen lossiguientes resultados:

Para el mes de septiembre el resultado de las horas trabajadas es:

Tabla 2. Horas laboradas en septiembre.

Planta	Horas Hombre Trabajadas
P80	287
P82	179
968	290
P64	261
P66	305
P67	312

Fuente: Elaboración propia

Para el mes de octubre el resultado de las horas trabajadas es:

Tabla 3. Horas laboradas en octubre.

Planta	Horas Hombre Trabajadas
P80	266
P82	258
968	286
P64	256
P66	304
P67	307

Fuente: Elaboración propia

Para el mes de noviembre el resultado de las horas trabajadas es:

Tabla 4. Horas laboradas en noviembre.

Planta	Horas Hombre Trabajadas
P80	292
P82	276
968	289
P64	269
P66	300
P67	305

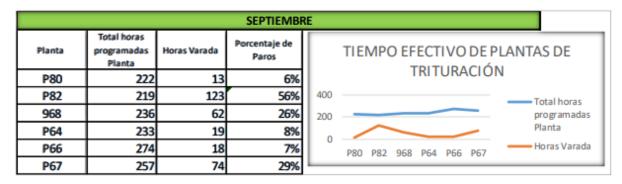
Fuente: Elaboración propia

El total de horas ejecutadas en el periodo de septiembre, octubre, noviembre es de 5033 horas laboradas generando 1073 horas extras en el trimestre únicamente en losoperadores de plantas de la Cantara Santa Rita

Tiempos operativos

Corresponde a la fracción porcentual del tiempo disponible en donde el equipo se encuentra en producción pura y se determina el porcentaje en que se para el equipopor varadas de mantenimientos correctivos.

Figura 4. Tiempos operativos en septiembre.



Fuente: Autoría propia

Figura 5. Tiempos operativos en octubre

	OCTUBRE						
Planta	Total horas programadas Planta	Horas Varada	Porcentaje de Paros	Г	TIEMPO EFECTIVO DE I		
P80	192	4	2%		TRITURACIÓ	N	
P82	208	1	0%	300		Total horas	
P68	240	46	19%	200		programadas Planta	
P64	273	7	3%	100			
P66	266	58	22%	0		nords Varaud	
P67	260	72	28%		P80 P82 P68 P64 P66 P67		

Fuente: Autoría propia

NOVIEMBRE Total horas Porcentaje de Planta programadas Horas Varada TIEMPO EFECTIVO DE PLANTAS DE Paros Planta TRITURACIÓN P80 210 10 5% 11 300 P82 211 5% Total horas programadas P68 215 50 23% 200 Planta P64 229 12 5% 100 Horas Varada P66 239 30 13% P67 197 47 24% P80 P82 P68 P64 P66 P67

Figura 6. Tiempos operativos en noviembre

Fuente: Autoría propia

El rendimiento es la relación entre el tiempo operativo y el tiempo total programado con interferencias. Es un indicador de la utilización real de la maquinaria, frente a la programada. Se puede evidenciar en el mes de septiembre para la P82 un porcentaje alto de parada, esto debido a que uno de los motores se envió al proveedor por garantía y estoocasionó que la planta estuviera parada el 53% del tiempo.

Para las demás plantas no se evidencia altos porcentajes de paradas, sin embargo, sedebe de mejorar el mantenimiento preventivo y evitar acciones correctivas.**Producción Mensual**

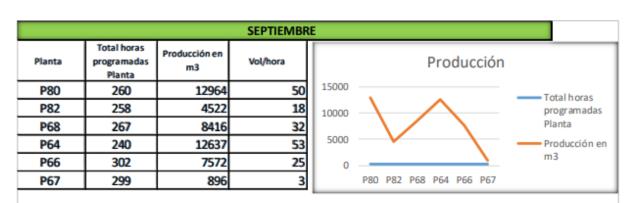
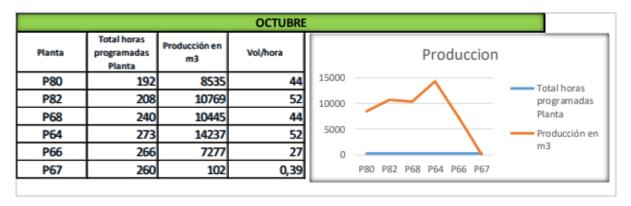


Figura 7. Volumen procesado en el mes de septiembre

Fuente: Autoría propia

Figura 8. Volumen procesado en el mes de octubre



Fuente: Autoría propia

Figura 9. Volumen procesado en el mes de noviembre

	NOVIEMBRE						
Planta	Total horas programadas Planta	Producción en m3	vol/hora		Produccion		
P80	260	7175	28	15000		Total horas	
P82	258	10827	42	10000		programadas	
P68	267	7288	27			Planta	
P64	240	10799	45	5000		Producción en	
P66	302	3416	11	0		m3	
P67	299	911	3		P80 P82 P68 P64 P66 P67		

Fuente: Autoría propia

La capacidad de producción máxima de las plantas se establece a través de la compilación de datos de rendimiento en m3/h resultado del trabajo en cada uno de los días.

El rendimiento se calcula como el total de volumen procesado en el día sobre el total de horas operativas del día (no tiene en cuenta varadas ni tiempo disponible, con el fin de hacer el primer análisis basado en la capacidad efectiva de los equipos).

Para encontrar el rendimiento máximo de cada mes se realiza un promedio de todos los días que superen un rendimiento de 60 m3/h. Esto se hace porque el promedio de trabajo de las plantas está alrededor de los 60 m3/h por lo que el máximo se encuentraentre los valores

superiores a la media y realizar el cálculo del promedio ayuda a evitarla sobreestimación y genera una meta máxima más realista.

De esta manera se observan que, en términos generales las plantas en su totalidadestán trabajando a la mitad de la capacidad máxima.

Pero hay que tener en cuenta que este análisis se realiza sobre una meta basada en la misma periodicidad de trabajo diario durante todos los meses evaluados, una aproximación más cercana debe hacerse teniendo en cuenta el rendimiento en m3/h detodos los meses evaluados vs el máximo establecido en m3/h.

Análisis de productividad humana

VACH (valor agregado del capital humano)

ROICH (retorno de la inversión del capital humano)

Estos dos indicadores nos definen el valor retribuido por el capital humano según lasiguiente formula:

ROICH = (EBIT+ Costes totales de personal) /Costes totales de personal.

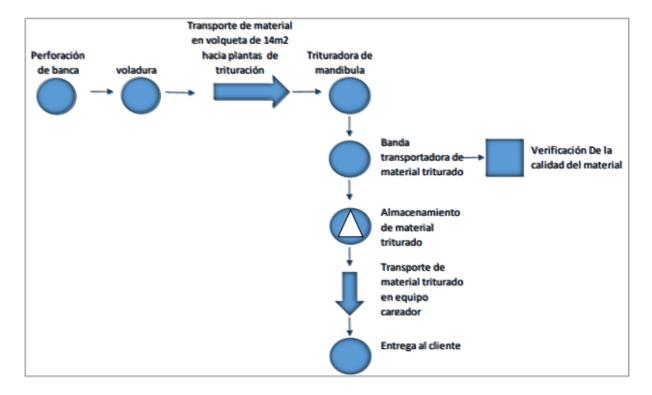
Al realizar el ejercicio con el área contable de la cantera se tiene un ROICH de 2.40. Loque quiere decir que por cada peso invertido se obtiene un retorno de 2,40 pesos.

Para que este valor sea significativo, dentro de las recomendaciones del siguienteinforme se sugiera a la empresa realizar el ejercicio en periodos similares con la finalidad de identificar las mejoras continuas para aumentar el valor del ROICH

Estudio de Métodos

Diagrama de Flujo

Figura 10. Diagrama de flujo de proceso.



Fuente: Elaboración propia.

Descripción del Proceso

Perforación de banca:

La perforación del frente de trabajo se puede realizar con tres tipos de equipos diferentes los cuales son: perforadora rockdrill: este equipo es neumático mecánico, la perforación de los barrenos alcanza hasta 6mt aproximadamente y tiene un alto rendimiento el cual puede alcanzar hasta 30 perforaciones en un día.

El segundo método de perforación es manual con los equipos de perforación jackleg, este equipo es un martillo neumático con barreras de hasta 12mt, debido a que la operación es manual su rendimiento es menor y el equipo de perforación pueden hacerhasta 10 barrenos aproximadamente en un día.

La perforación de roca se realiza con martillos neumáticos (manual) o perforadoras tipo rockdrill (mecánico), actualmente en la empresa Cantera Santa Rita se cuenta con 4 martillos manuales y 3 equipos Rockdrill para la perforación; la cual es la primera operación en la preparación de una voladura (Karlinski et al., 2009). Su propósito es el de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, hoyos o blast holes. Esta operación es necesaria para logar el confinamiento del explosivo y aprovechar mejor las fuerzas expansivas (Yue et al., 2009) Se basa en principios mecánicos de percusión y rotación, cuyos efectos de golpes y fricción producen la astilla miento y trituración de la roca en un área equivalente al diámetro de la roca y hasta una profundidad dada por la longitud del barreno utilizado. La eficiencia en perforación consiste en lograr la máxima penetración al menor costo (Centro Tecnológico de Voladura EXSA S. A, 2009).

Los métodos de perforación más empleados son los métodos rotativos y roto percutivos (Franca, 2012). Siendo este último el sistema más clásico de perforación de barrenos.

La perforación a rotopercusión se basa en la combinación de las siguientes acciones: percusión, rotación, empuje y barrido (Wang et al., 2010).

La operación de perforación depende directamente de la dureza y abrasividad de la roca (Correa, 2009). La fragmentación de la roca se considera el parámetro más importante en las operaciones de minería a causa de sus efectos directos sobre los de perforación y voladuras (Morin y Ficarazzon, 2006). La resistencia de la roca determinael método o medio de perforación a emplear: rotación simple o roto percusión. Por lo general cuanto más blanda sea la roca mayor debe ser la velocidad de perforación. Porotro lado, cuanto más resistente sea a

la compresión, mayor fuerza y torque serán necesarias para perforarla Centro Tecnológico de Voladura EXSA S.A (2009)

Finalmente, los parámetros de perforación básicos, como la ubicación, la rectitud y lalongitud de los barrenos. Estos factores son cruciales en la fase de perforación y tendrán un gran impacto en la operación de voladura en su conjunto

El tercer método de perforación y menos utilizado en la cantera es la perforación de la roca sobredimensionada con martillo en máquina retroexcavadora, este método solo seutiliza cuando las rocas tienen dimensiones que no son aptas para ingresar a las tolvasde trituración y es necesario reducir los sobre tamaños

Figura 11. Perforadora Rockdrill: Fuente: Registro fotográfico Cantera Santa Rita



Fuente: Elaboración propia

Voladura:

Para la voladura se utiliza los siguientes elementos: anfo, indugel, cordón detonantey fulminante, este proceso se lleva a cabo con el ingeniero de minas encargado de realizar la malla de perforación, de acuerdo a los permisos emitidos por las autoridades encargadas y los

requerimientos de la mina

La voladura es uno de los medios principales de extracción de minerales en las operaciones de minería a cielo abierto. El propósito principal de la operación de voladura es la fragmentación de la roca y para esto se requiere de una gran cantidadde explosivos. Los explosivos liberan una gran cantidad de energía durante la explosión, utilizada para la ruptura y el desplazamiento de las rocas (Ghasemi et al., 2011).

La voladura se puede definir como la ignición de una carga masiva de explosivos. El proceso de voladura comprende el cargue de los huecos hechos en la perforación. Conuna sustancia explosiva, que al entrar en acción origina una onda de choque y, mediante una reacción, libera gases a una alta presión y temperatura de una forma substancialmente instantánea, para arrancar, fracturar o remover una cantidad dematerial según los parámetros de diseño de la voladura misma (Glosario Técnico Minero, 2003).

La fragmentación del macizo rocoso es causada inmediatamente después de la detonación. El efecto de impacto de la onda de choque y de los gases en rápida expansión sobre la pared del taladro, se transfiere a la roca circundante, difundiéndosea través de ella en forma de ondas o fuerzas de compresión, provocándole solo deformación elástica, ya que las rocas son muy resistentes a la compresión. Al llegar estas ondas a la cara libre en el frente de voladura causan esfuerzos de tensión en la masa de roca, entre la cara libre y el taladro. Si la resistencia a la tensión de la roca esexcedida, esta se rompe en el área de la línea de menos resistencia (burden). En este caso las ondas reflejadas son ondas de tensión que retornan al punto de origen creando fisuras y grietas de tensión a partir de los puntos y planos de debilidad naturales existentes, agrietándola profundamente (efecto de craquelación) (Centro

Tecnológico de Voladura EXSA S. A, 2009).

Casi simultáneamente, el volumen de gases liberados y en expansión penetra en las gritas iniciales ampliándolas por acción de cuña y creando otras nuevas, con la que se produce la fragmentación efectiva de la roca. Si la distancia entre el taladro y la cara libre está correctamente calculada la roca entre ambos puntos cederá. Luego los gasesremanentes desplazan rápidamente la masa de material triturado hacia adelante, hastaperder su fuerza por enfriamiento y por aumento del volumen de la cavidad formada en la roca. En este momento en que los fragmentos o detritos caen y se acumulan para formar la pila de escombros o material volado. Concluyendo de esta forma el procesode voladura (Centro Tecnológico de Voladura EXSA S. A, 2009).

La empresa Cantera Santa Rita cuenta con un amplio equipo de trabajo para los procesos de voladura, en los cuales incluye ingeniero civil, ingeniero de mina y personal operativo con certificación para el manejo de la misma. Este material es entregado por la empresa Indumil, la cual es la única autorizada por el Ejército Nacionalbajo un estricto control de seguridad.

Transporte de material en volquete tipo Terex:

Trituración de mandíbula: Las volquetas tipo Terex de 14m² transportan el material desde la zona de voladura hasta las tolvas primarias donde se deposita todo el material, este material pasa por unas trituradoras de mandíbula las cuales constan dedos muelas una fija y una móvil, las cuales trituran la roca a unas dimensiones deseadas según los requerimientos del cliente.

Figura 12. Volqueta tipo Térex.



Fuente: Registro fotográfico Cantera Santa Rita

Banda transportadora de material triturado:

En la cantera hay 6 plantas de trituración y cada una tiene diferentes bandas transportadoras, en estas se transporta el material según las dimensiones específicas y se realizan los acopios de material con la ayuda de los equipos cargados que seencuentran en los diferentes patios de almacenamiento.

Figura 13. Planta de Trituración P67.



Fuente: Registro fotográfico Cantera SantaRita

Verificación de la calidad del material:

Una vez almacenado el material en los patios la ingeniera de materiales realiza muestreos de calidad con la finalidad de medir la resistencia de los materiales Figura 14. Acopio de material.



Fuente: Registro fotográfico Cantera Santa Rita

Transporte de material triturado en equipo cargador y retroexcavadora

Al interior de la cantera y en los diferentes procesos mencionados anteriormente se utiliza una flota de equipos que consta de retroexcavadoras, cargadores, minicargadores, bulldozer y volquetas, estos equipos tienen la finalidad de mover el materialal interior de la empresa, abastecer las plantas de trituración y cargar las volquetas conel material que el cliente consuma.

Método tradicional de carga en V: el camión se posiciona normal al banco con el volquete mirando al frente, mientras que la pala estará a su lado mirando al frente cargado dando marcha atrás y después girando hacia adelante con la dirección al volquete. Este planteamiento se utiliza en espacios reducidos y es muy conocido por los operarios de las máquinas. Este método concede tiempos muertos ya que entre quela pala carga, descarga y vuelve a realizar el ciclo el camión tiene que esperar. Es más efectivo para flotas mayores

37

Método de carga en T: este método requiere el posicionamiento del camión paralelo al

frente y la pala perpendicular al mismo. La pala carga, da marcha atrás, se pone el camión

delante, descarga y el camión se mueve hacia adelante volviendo la pala a su posición

original. Lo bueno es que no se necesita que la maquinaria gire, son todo movimientos

rectos, lo único que requiere es sincronización entre los dos operarios delas máquinas. Este

procedimiento será bueno si se consigue rellenar el volquete con dos cazadas,

recomendándose para palas de grandes dimensiones

Método de carga en cadena: la colocación de la maquinaria es simple, un camión en

paralelo al frente de trabajo que se moverá en línea recta siendo cargado por las palas que

estarán separadas entre ellas entre 8-10 m encontrándose perpendicular a ellas, este método

requerirá el mismo número de palas que cazadas se requieran para rellenar el volquete. Las

ventajas de este método es que la disposición es simple, no es caro en grandes tajos y es posible

cargar un volquete sin haber cargado entero el anterior. Las desventajas son el desgaste de neumáticos

y la colocación del volquete

Cálculo de la producción horaria en palas cargadoras Para saber qué tipo de

maquinaria se debe de seleccionar o es más conveniente se realiza el cálculo de laproducción

horaria.

- Parámetros para hallar la producción horaria y por ciclo

Cmc: Duración del ciclo (minutos)

E: Rendimiento

q1: Capacidad de llenado

K: factor de la cuchara, coeficiente de llenado

Producción horaria: $Q((m^3_s)/h) = q. 60.Ec /Cmc$

• Producción por ciclo: $q = q_1.K$

- Parámetros para hallar el volumen que el cazo puede cargar

A: Área interior de la placa lateral, hasta el plano se enraseW:

Distancia interior entre las placas laterales del cazo

d: Distancia (desde el centro del cazo) entre los bordes de ataque y de la placa defondo

• Volumen al RAS Vs = A. W

Este volumen Vs se define como el llenado completo del casi sin sobresalirse niquedarse corto, ajustando el material a la rasante del cazo.

$$Vt = \frac{d^2.W}{8} - \frac{d^3}{24}$$

• Volumen de COLMO (nominal)

Hay que tener en cuenta que para los ciclos de carga en V y en cruz la velocidad dadase debe de multiplicar por 0,8 y se utilizara este nuevo valor.

D: Distancia a recorrer de transporte (m)

F: velocidad de avance (m/min)

R: Velocidad de retroceso (m/min)

Z: Tiempos fijos (min)

Carga en cruz: Cmc = D/F + D/R + Z

Carga en V: Cmc = 2 D/F + 2 D/R + Z

Carga y transporte: Cmc = D/F + D/R + Z

Este volumen Vt se define como el material que se puede cargar en el cazosobresaliendo de la rasante

Figura 15. Retroexcavadora.



Fuente: Registro fotográfico Cantera Santa Rita

Entrega al cliente

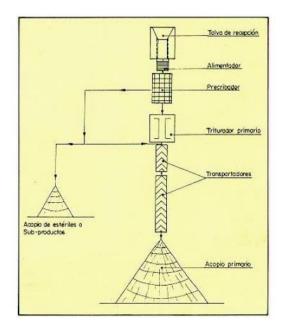
La entrega de material al cliente se puede realizar de dos formas: una cuando el cliente envía sus propias volquetas para ser cargadas dentro de las instalaciones de la empresa, y la segunda forma es cuando el cliente solicita que el material sea entregadoen alguna dirección especifica

Descripción del Lugar de Trabajo

Diseño básico de una planta de trituración tomado de NTP 127 Estación detrituración primaria

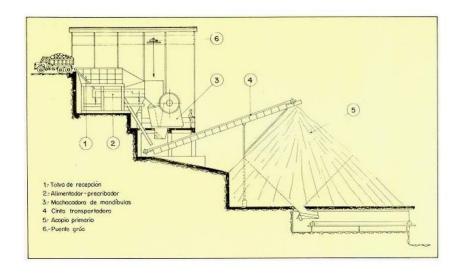
.

Figura 16. Esquema de un grupo primario de trituración



Fuente: NTP127

Figura 17. Grupo primario de trituración Fuente: NTP127.



Fuente: NTP127

Estudio de Tiempos y Movimientos

Selección del Trabajo

Se realizó el estudio en el proceso de producción para las 6 plantas de trituración tomando los registros diarios en procesamiento de material **Selección de Trabajadores**

Se realiza la toma de tiempos a los operadores de cada una de las plantas de trituración, esto se realiza en conjunto con el auxiliar de producción, el área de nómina**Obtener y**

Registrar Información

Se presentan los datos obtenidos al registrar la información de la toma de tiempos para cada proceso a través de un archivo de Excel que permite realizar las formulaciones. Los datos se toman de la cantidad de volquetas que descargan materialen cada una de las plantas

Conclusiones

El trabajo realizado es un enfoque general de las plantas de Trituración de la Cantera Santa Rita, es indispensable que la empresa siga implementando los registros de producción con la finalidad de poder llegar a definir un mínimo de producción a tener enlos patios de triturado.

Existe una gran diferencia entre la teoría estudiada de los conceptos para la producciónde materiales triturados y la practica en campo, ya que no se tienen equipos modernos que permiten identificar de una forma más exacta el volumen real procesado.

Para el caso de la Cantera Santa Rita el volumen triturado se toma de la descarga de material desde las volquetas a las tolvas de las plantas, pero el cubicaje de las volquetas trae muchas imprecisiones ya que depende del cargue y de los espacios vacíos del material.

Para lograr una producción mínima de 60m³/h es necesario implementar un sistema de mantenimiento eficiente en las plantas, ya que se evidencia que en la actualidad los operadores y ayudantes de las plantas son las personas responsables de dicho mantenimiento y no se tiene mecánicos especializados para los sistemas eléctricos y mecánicos.

Otro punto indispensable es realizar la reparación de los equipos de rockdrill que se tienen ya que actualmente los 3 equipos se encuentran parados por falta de repuestos, esto impide tener un óptimo desempeño en la perforación, ocasionando retrasos en la voladura y dejando las plantas de trituración sin material para procesar.

El sobre tamaño de las rocas perforadas es otra dificultad que se evidencia en el momento de la trituración ya que estas atascan las muelas de triturado, esto genera retrocesos

en el proceso y genera un riesgo para los operadores que se encuentra en la planta, ya que es necesario ingresar a la zona de riesgo, sujetar la roca con guayas yretirar la roca que atasca las mandíbulas, con la ayuda del cargador o la retroexcavadora. La forma de evitar estos retrocesos es haciendo más eficiente el proceso de voladura de roca, generando el tamaño adecuado para que no se obstruyaen la mandíbula de triturado. El sobre tamaño de la roca no solo afecta directamente a la planta, sino que al generar más espacio en el volcó de la volqueta en la cual se traslada se pierde una cantidad de espacio el cual no permite garantizar los 14m³ y generar información errónea en el momento de conocer el valor exacto que cada volqueta deposita en la tolva de las plantas.

Como conclusión final se recomienda modernizar las plantas con sistemas de basculas para las volquetas ya que esta es la única forma exacta de saber realmente cuanto material se está depositando en cada una de las tolvas de las plantas; de esta forma sepuede determinar con mayor exactitud cada planta cuanto material estos procesando aldía.

Referencias

- Bernaola Alonso, José, Castilla Gómez, Jorge y Herrera Herbert, Juan. UPM.

 Perforación y voladura de rocas en minería. [En línea] 2013.

 http://oa.upm.es/21848/1/20131007_PERFORACION_Y_VOLADURA.pdf.
- Blanco, Emilio Andrea. open course ware. Trituración. [En línea]

 https://ocw.unican.es/pluginfile.php/693/course/section/703/7._trituracion.pdf.
- Castro Silva, H. F., Diez-Silva, H. M., & Quijano Brand, L. F. (2013). Plan de gestión decostos en dirección de proyectos. Aplicación en una empresa del sector minero-industrial de Colombia. Revista EAN(74), 10-19.
- Cortes, D. (2016, 16 de enero). *Estudio de Tiempos*. [video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=I34YnWJpLTY
- Cortes, D. (2016, 19 de septiembre). *Estudio de Métodos*. [video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=WSd5kidOzNo
- ELEVACIONES RAMA. RETROEXCAVADORA CAT 320. [En línea] https://elevacionesrama.com/portfolio-item/retroexcavadora-cat-320/.
- R, Juan Carlos Miranda. Apuntes de ingenieria mecánica. Pala cargadora II. [En línea]19 de junio de 2017. https://apuntes-ing-mecanica.blogspot.com/2017/06/pala-cargadora-ii.html?m=0.
- Rodríguez, Raúl Husillos. Cargadoras frontal. Bloque ii : maquinaria aplicable en exterior.

Anexos

Tablas de análisis de información: Todas las tablas, registros fotográficos e

información relacionada son de elaboración propia

Tabla 5. Planta de trituración P80-82



PLANTA DE TRITURACIÓN P80-82

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

Las plantas P80 y P82 fueron diseñadas y elaborados con personal interno de la Cantera, como ingeniero civil, ingeniero mecánico, jefe de producción y operadores de planta y ayudantes.

La planta se nombra según la marca de la planta, para este caso es terex

La P80 cuenta con una primaria 30X42 : El material que se obtiene de la planta es base granular Norma Invias, triturado de 3/4 y triturado de 1 1/2, piedra tipo gavión La P82 cuenta con una primaria 30x82 y se obtiene base tipo ÁREA y tipo gavión

En la zona de las plantas tienen un pulmón el cual esa alimentado por la P80 y este le manda el material al cono de trituración que actúa como trituradora secundaria y transporta el material a la zaranda vibratoria para finalizar con el proceso de trituración y separación de material

Figura 18. Planta de trituración P80-82 vista superior.



Fuente: Autoría propia.

Figura 19. Planta de trituración P80-82 vista lateral.



Fuente: Autoría propia

Tabla 6. Datos de planta 80 en el mes de septiembre.

			SEPT	IEMBRE P80				
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS operador	HORAS HOMBRE ABAJADA rgio Ibáñez	HOROM ETRO INICIAL	HORO METRO FINAL	HORAS MAQUIN A	VARADA S /MINUTO S	PROCESA	OBSERVAC IONES
1	10,5	10,5	NA	NA	9	0	518	
2	10,5	10,5	NA	NA	8	0	504	
3	10,5	10,5	NA	NA	8	0	672	
4	8	8	NA	NA	6	0	322	
5	0	0	NA	NA	0	0	0	
6	10,5	10,5	NA	NA	8	0	560	
7	10,5	10,5	NA	NA	8	0	854	
8	10,5	10,5	NA	NA	7	0	336	
9	10,5	10,5	NA	NA	8	0	518	
10	10,5	10,5	NA	NA	7	0	546	
11	8	8	NA	NA	4	3	448	
12	8	8	NA	NA	5	2	490	
13	10,5	10,5	NA	NA	8	0	504	
14	10,5	10,5	NA	NA	7	0	882	
15	10,5	10,5	NA	NA	9	0	728	
16	10,5	10,5	NA	NA	8	0	434	
17	10,5	10,5	NA	NA	8	0	0	cargue con cargador
18	8	8	NA	NA	6	0	308	· ·
19	8	8	NA	NA	6	0	322	
20	10,5	10,5	NA	NA	8	0	490	
21	10,5	10,5	NA	NA	8	0	434	
22	10,5	10,5	NA	NA	9	0	420	
23	10,5	10,5	NA	NA	8	0	322	
24	10,5	10,5	NA	NA	8	0	350	
25	8	8	NA	NA	6	0	350	
26	8	8	NA	NA	0	8	0	
27	10,5	10,5	NA	NA	8	0	294	
28	10,5	10,5	NA	NA	8	0	532	
29	10,5	10,5	NA	NA	9	0	350	
30	10,5	10,5	NA	NA	7	0	476	
TOTA L	287				209	13	12964	

Tabla 7. Datos de planta 80 en el mes de octubre.

OCTUBRE P80

DIA	HORAS HOMBRE TRABAJ ADAS operador	HORAS HOMB RE TRABA JADAS	HOROME TRO INICIAL	HOROME TRO FINAL	HORAS MAQUIN A	VARAD AS HORAS	VOL PROCESAD OP80	OBSERV ACIONES
1	10,5	10,5	NA	NA	8		308	
2	8	8	NA	NA	5		98	
3	0	0	NA	NA	0		0	
4	10,5	10,5	NA	NA	6		406	
5	10,5	10,5	NA	NA	7		140	
6	10,5	10,5	NA	NA	7		336	
7	10,5	10,5	NA	NA	7		280	
8	10,5	10,5	NA	NA	8		630	
9	8	8	NA	NA	4	4	98	
10	0	0	NA	NA	0		0	
11	10,5	10,5	NA	NA	8		322	
12	10,5	10,5	NA	NA	8		700	
13	10,5	10,5	NA	NA	7		294	
14	10,5	10,5	NA	NA	8		490	
15	10,5	10,5	NA	NA	7		336	
16	8	8	NA	NA	6		700	
17	0	0	NA	NA	0		0	
18	0	0	NA	NA	0		0	
19	10,5	10,5	NA	NA	8		350	
20	10,5	10,5	NA	NA	8		420	
21	10,5	10,5	NA	NA	8		182	
22	10,5	10,5	NA	NA	8		280	
23	8	8	NA	NA	6		210	
24	8	8	NA	NA	7		205	
25	10,5	10,5	NA	NA	8		266	
26	10,5	10,5	NA	NA	4		308	
27	10,5	10,5	NA	NA	7		28	
28	10,5	10,5	NA	NA	8		266	
29	10,5	10,5	NA	NA	8		490	
30	8	8	NA	NA	5		84	
31	8	8	NA	NA	7		308	
TOTA L	266				188	4	8535	

Tabla 8.Datos de planta 80 en el mes de noviembre.

	NOVIEMBRE P80											
DI A	HORAS HOMBR E TRABA JADAS operado	HORAS HOMB RE TRAB AJAD AS	HORO MET RO INIC IAL	HORO MET RO FIN AL	HOR AS MAQ UINA	VAR ADAS /HO RAS	VOL PROCES ADO P80	OBSERV ACIONE S				
1	r 8	8	NA	NA	8		98					
2	10,5	10,5	NA	NA	8		672					
3	10,5	10,5	NA	NA	8		238					
4	10,5	10,5	NA	NA	7		238					
5	10,5	10,5	NA	NA	7		224					
6	8	8	NA	NA	6		140					
7	8	8	NA	NA	3	5	252					
8	10,5	10,5	NA	NA	7	1	0					
9	10,5	10,5	NA	NA	7		378					
10	10,5	10,5	NA	NA	8		210					
11	10,5	10,5	NA	NA	8		42					
12	10,5	10,5	NA	NA	8		238					
13	8	8	NA	NA	6	1	336					
14	8	8	NA	NA	7		459					
15	8	8	NA	NA	6		86,7					
16	10,5	10,5	NA	NA	7	1	98					
17	10,5	10,5	NA	NA	8		308					
18	11,5	11,5	NA	NA	8		280					
19	10,5	10,5	NA	NA	7		294					
20	8	8	NA	NA	5		126					
21	8	8	NA	NA	6		378,2					
22	10,5	10,5	NA	NA	8		291					
23	10,5	10,5	NA	NA	8		518					
24	11,5	11,5	NA	NA	7		248					
25	10,5	10,5	NA	NA	8		336					
26	10,5	10,5	NA	NA	6	2	42					
27	8	8	NA	NA	6		336					
28	8	8	NA	NA	6		308					
29	10,5	10,5	NA	NA	8		0					
30	10,5	10,5	NA	NA	8		0					
To tal	292		NA	NA	210	10	0 7174,9					



PLANTA DE TRITURACIÓN P80-82

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

Las plantas P80 y P82 fueron diseñadas y elaborados con personal interno de la Cantera, como ingeniero civil, ingeniero mecánico, jefe de producción y operadores de planta y ayudantes.

La planta se nombra según la marca de la planta, para este caso es terex

La P80 cuenta con una primaria 30X42 : El material que se obtiene de la planta es base granular Norma Invias, triturado de 3/4 y triturado de 1 1/2, piedra tipo gavión La P82 cuenta con una primaria 30x82 y se obtiene base tipo ÁREA y tipo gavión

En la zona de las plantas tienen un pulmón el cual es alimentado por la P80 y este le manda el material al cono de trituración que actúa como trituradora secundaria y transporta el material a la zaranda vibratoria para finalizar con el proceso de trituración y separación de material

Operador de Planta: Juan Guillermo Roman

Ayudante de Planta: Sergio Ibañez

Tabla 9.Registro de tiempos para la planta P82 mes de septiembre

			S	EPTIEMBRE	P82			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS	HORAS HOMBRE AYUDANT E	HOROM ETRO INICIAL	HOROM ETRO FINAL	HORAS MAQUIN A	VARADA S /HORAS	VOL PROCE SADO P82	OBSERVA CIONES
1	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
2	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
3	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
4	0	0	NA	NA	0	O	0	
5	0	0	NA	NA	0		0	
6	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
7	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
8	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
9	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
10	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
11	10,5	10,5	NA	NA	0	O	0	
12			NA	NA	0		0	
13	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
14	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
15	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
16	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
17	10,5	10,5	NA	NA	0	8	0	
18	8	8	NA	NA	0	8	0	
19	8	8	NA	NA	1	7	14	
20	10,5	10,5	NA	NA	9	•	588	
21	10,5	10,5	NA	NA	9		392	
22	10,5	10,5	NA	NA	9		336	
23	10,5	10,5	NA	NA	10		742	
24	10,5	10,5	NA	NA	10		462	
25	8	8	NA	NA	6		308	
26	8	8	NA	NA	7	1	434	
27	10,5	10,5	NA	NA	6	2	336	
28	10,5	10,5	NA	NA	7	1	168	
29	10,5	10,5	NA	NA	9		182	
30	10,5	10,5	NA	NA	10		560	
TOT AL	179	-,-			93	123	4522	

Tabla 10. Registro de tiempos para la planta P82 mes de octubre

				OCTUBRE	E P82			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS	HORAS HOMBR E AYUDAN TE	HOROM ETRO INICIAL	HOROME TRO FINAL	HORA S MAQUI NA	VARADA S /HORAS	VOL PROC ESAD OP82	OBSERV ACIONES
1	10,5	10,5	NA	NA	7		266	
2	8	8	NA	NA	6		420	
3	0	0	NA	NA	0		0	
4	10,5	10,5	NA	NA	9		462	
5	10,5	10,5	NA	NA	9		532	
6	10,5	10,5	NA	NA	8		616	
7	10,5	10,5	NA	NA	8		238	
8	10,5	10,5	NA	NA	8		420	
9	8	8	NA	NA	7		686	
10	0	0	NA	NA	0		0	
11	10,5	10,5	NA	NA	9		308	
12	10,5	10,5	NA	NA	7	1	658	
13	10,5	10,5	NA	NA	8		350	
14	10,5	10,5	NA	NA	9		448	
15	10,5	10,5	NA	NA	8		742	
16	0	0	NA	NA	0		0	
17	0	0	NA	NA	0		0	
18	0	0	NA	NA	0		0	
19	10,5	10,5	NA	NA	7		84	
20	10,5	10,5	NA	NA	10		266	
21	10,5	10,5	NA	NA	10		333	
22	10,5	10,5	NA	NA	9		552	
23	8	8	NA	NA	5		0	
24	8	8	NA	NA	7		420	
25	10,5	10,5	NA	NA	9		476	
26	10,5	10,5	NA	NA	8		476	
27	10,5	10,5	NA	NA	9		602	
28	10,5	10,5	NA	NA	8		504	
29	10,5	10,5	NA	NA	10		602	
30	8	8	NA	NA	6		224	
31	8	8	NA	NA	6		84	
TOT AL	258				207	1	10769	

Tabla 11. Registro de tiempos para la planta P82 mes de noviembre

•				NOVIEMBR	E P82			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS	IORAS HOMBRE AYUDAN TE	HOROME TRO INICIA L	HOROM ETRO FINAL	HOR AS MAQUI NA	VARADA S /HORAS	VOL PROCES ADOP82	OBSERVA CIONES
1	8	8	NA	NA	8		252	
2	10,5	10,5	NA	NA	10	2	686	
3	10,5	10,5	NA	NA	8		266	
4	10,5	10,5	NA	NA	9		420	
5	10,5	10,5	NA	NA	10		700	
6	8	8	NA	NA	6		266	
7	8	8	NA	NA	5		210	
8	10,5	10,5	NA	NA	9		490	
9	10,5	10,5	NA	NA	6		378	
10	10,5	10,5	NA	NA	8		399,2	
11	10,5	10,5	NA	NA	8		1036,4	
12	10,5	10,5	NA	NA	8		852,1	
13	0	0	NA	NA	0		0	
14	0	0	NA	NA	0		0	
15	8	8	NA	NA	4		438,5	
16	10,5	10,5	NA	NA	9		490	
17	10,5	10,5	NA	NA	8		396	
18	11,5	11,5	NA	NA	8		266	
19	10,5	10,5	NA	NA	7		406	
20	8	8	NA	NA	6	2	336	
21	8	8	NA	NA	6	3	378	
22	10,5	10,5	NA	NA	10	4	294	
23	10,5	10,5	NA	NA	8		294	
24	11,5	11,5	NA	NA	10		380	
25	10,5	10,5	NA	NA	7		255	
26	10,5	10,5	NA	NA	9		280	
27	8	8	NA	NA	6		252	
28	8	8	NA	NA	5		406	
29	10,5	10,5	NA	NA	4		0	
30	10,5	10,5	NA	NA	9		0	
OTA	276				211	11	10827,2	

Tabla 12. Descripción de planta de trituración P68



PLANTA DE TRITURACIÓN P68

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

Las plantas P66 o planta Sodeka fue instada hace aproximadamente 30 años, con modernización en motores y procesos propios de la planta

Esta planta tiene una trituradora primaria 28X42 y el material que se obtiene es base tipo área y piedra gavión

Tiene cono de trituración que actúa como trituradora secundaria y alimenta la P66

Operador de Planta: Hernan Buriticá

Ayudante de Planta: Yesid Sabas

Figura 20. planta de trituración P68



Tabla 13. Registro de tiempos para la planta P68 mes de septiembre

			SEPTI	EMBRE				
			COMB	USTIBLE				
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJADAS Operador	HORAS HOMBRE Ayudante	HORMETR OINICIAL	HORO METR O FINAL	HO RAS MAQ UINA RIA	VARA DAS /HOR AS	VOL PROCESA DO	OBSER VACIO NES
1	11	11	6672	6681	9	0	266	
2	11	11	6682	6693	11	0	434	
3	10	10	6694	6704	10	0	630	
4	8	8	6705	6712	7	0	392	
5	8	8	6713	6719	6	2	532	
6	10	10	0	0	0	8	112	
7	10	10	0	0	0	0	210	
8	10	10	0	0	0	8	0	
9	10	10	0	0	0	0	180	
10	10	10	0	0	0	8	0	
11	8	8	0	0	0	8	0	
12	8	8	0	0	0	8	0	
13	10	10	0	0	0	8	0	
14	11	11	6720	6731	11	0	308	
15	10	10	6732	6741	9	0	222	
16	10	10	6742	6748	6	2	264	
17	10	10	0	0	0	8	84	
18	8	8	6749	6757	8	0	226,7	
19	8	8	6758	6766	8	0	386	
20	10	10	6767	6775	8	0	386	
21	11	11	6758	6768	10	0	418	
22	10	10	6769	6777	8	0	160	
23	11	11	6778	6787	9	0	445	
24	11	11	6788	6799	11	0	436	
25	8	8	6800	6808	8	0	302	
26	8	8	6809	6812	3	2	798,5	
27	10	10	6813	6818	5	0	236	
28	10	10	6819	6828	9	0	325	
29	10	10	6829	6838	9	0	362,6	
30	10	10	6839	6848	9	0	300	
TAL	290				174	62	8415,8	

Tabla 14. Registro de tiempos para la planta P68 mes de octubre

				OCTUBRE COMBUSTIBI	T			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJ ADAS Operador	HORAS HOMBR E Ayudant e	HORM ETRO INICI AL	HOROME TRO FINAL	HO RAS MAQ UINA RIA	VARA DAS /HOR AS	VOL PROCES ADO	OBSERVA CIONES
1	10	10	6846	6855	9		230,3	
2	8	8	6856	6862	6		259	
3	8	8	6863	6870	7		859,7	
4	10	10	6871	6881	10		400,9	
5	10	10	6882	6890	8		533,2	
6	10	10	6891	6897	6		245,4	
7	10	10	6898	6908	10		357,3	
8	10	10	6909	6919	10		543,6	
9	8	8	6920	6927	7		255,7	
10	0	0	0	0	0		0	
11	10	10	6928	6937	9		179	
12	10	10	6938	6948	10		292	
13	10	10	6950	6955	5		167	
14	10	10	6956	6965	9		408	
15	10	10	6966	6973	7		356,3	
16	8	8	6974	6980	6	1	242	
17	8	8	6981	6986	5	3	140	
18	8	8	6987	6994	7		246	
19	11	11	6995	7000	5		457,6	
20	10	10	0	0		8	0	
21	10	10	0	0		8	0	
22	10	10	7001	7003	2	6	56	
23	10	10	0	0		8	166	
24	8	8	7004	7009	5	3	1291,6	
25	10	10	7010	7015	5	3	352	
26	10	10	7016	7025	9		338,8	
27	11	11	7026	7036	10		299	
28	11	11	7037	7047	10		548,3	
29	11	11	7048	7053	5	3	129	
30	8	8	7054	7059	5	3	530,5	
31	8	8	7060	7067	7		561	
OTA	286	286			194	46	10445,2	

Tabla 15. Registro de tiempos para la planta P68 mes de noviembre

				NOVIE	MBRE			
			COM	BUSTIBLE				
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS Operador	HORAS HOMB RE Ayudan te	HORME TRO INICIA L	HOROM ETRO FINAL	HORAS MAQUIN ARIA	VARAD AS /HORA S	VOL PROCESAD O	OBSERVA CIONES
1	8	8	7040	7046	6		253,2	
2	10	10	7047	7057	10		357,4	
3	10	10	7058	7067	9		314,6	
4	10	10	7068	7078	10		378,2	
5	10	10	7079	7089	10		761,4	
6	8	8	7089	7092	3	5	243,6	
7	8	8	7093	7100	7		501,7	
8	11	11	7101	7111	10		523,9	
9	11	11	7112	7123	11		669,1	
10	11	11	7124	7133	9		269,6	
11	11	11	7134	7145	11		280	
12	11	11	7146	7154	8		168,7	
13	8	8	7155	7159	4	4	82	
14	8	8	7160	7165	5	3	339,9	
15	8	8	7166	7169	3	5	29,8	
16	10	10	7170	7180	10		306	
17	10	10	7181	7188	7	1	84	
18	10	10	7189	7198	9		142,7	
19	10	10	7199	7209	10		256,5	
20	8	8	7210	7216	6		168	
21	8	8	7217	7224	7		176,6	
22	11	11	7225	7236	11		184,5	
23	11	11	7237	7248	11		294	
24	11	11	7249	7260	11		238	
25	11	11	7261	7272	11		265	
26	10	10	7273	7279	6	_	0	
27	8	8	7279	7279	0	8	0	
28	8	8	7279	7279	0	8	0	
29	10	10	7280	7280	0	8	0	
30	10	10	7281	7281	0	8	0	
FOTA L	289				215	50	7288,4	

Tabla 16. Descripción de planta de trituración P64



PLANTA DE TRITURACIÓN P64

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

La unidad de producción P-64 Yopales es la planta encargada de sacar material triturado concretos, Consta de una trituradora primaria, 30X42 una segundaria (cono) Se hace reducción de tamaños de roca para la planta P67 con el fin de mejorar la producción P67 yse produce base granular tipo área metropolitana Piedra para gavión de 4" y 10"

Operador de Planta: Gildardo González

Ayudante: Savier Villadiego

Figura 21. Planta P64



Tabla 17. Registro de tiempos para la planta P64 mes de septiembre

				SEPTIEME	RE			
				COMBUSTI	BLE			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJ ADAS Operador	HORAS HOMBRE TRABAJ ADAS Ayudante	HORMET RO INICIAL	HORO ME TR O FIN AL	H OR AS MA QUI NA	VARA DAS /HOR AS	VOL PROCES ADO	OBSERVA CIONES
1	10	10	9745	9754	9	0	700	
2	10	10	9755	9763	8	0	728	
3	10	10	0	0	0	8	0	
4	0	10	0	0	0	0	84	
5	0	0	0	0	0	0	126	
6	10	10	9764	9768	4	4	210	
7	11	11	9769	9779	10	0	434	
8	10	10	9780	9788	8	0	656	
9	10	10	9789	9798	9	0	478	
10	10	10	9799	9809	10	0	784	
11	8	8	9810	9816	6	2	392	
12	8	8	9817	9822	5	3	28	
13	10	10	9823	9831	8	0	820	
14	10	10	9732	9741	9	0	498	
15	10	10	9742	9751	9	0	452	
16	10	10	9752	9761	9	0	404	
17	10	10	9762	9770	8	0	730	
18	8	8	9771	9777	6	0	216,3	
19	8	8	9755	9762	7	0	484	
20	10	10	9763	9772	9	0	584	
21	10	10	9773	9782	9	0	436	
22	10	10	9783	9793	10	0	660	
23	10	10	9794	9803	9	0	491	
24	10	10	9804	9814	10	0	334	
25	8	8	9815	9821	6	2	378	
26	0	0	0	0	0	0	0	
27	10	10	9822	9831	9	0	472	
28	10	10	9832	9841	9	0	388	
29	10	10	9842	9851	9	0	398	
30	10	10	9852	9861	9	0	272	
TOTAL	261				214	19	12637,3	

Tabla 18. Registro de tiempos para la planta P64 mes de octubre

				OCTUBRE	;			
				COMBUSTIB	LE			
DIA	HORAS HOMBRE TRABAJ ADAS	ORAS HOMBRE TRABAJA DAS	HORMET RO INICIAL	HOROM ETRO FINAL	HORAS MAQUI NA	VARAD AS/HOR AS	VOL PROCESA DO	OBSERVA IONES
1	10	10	9959	9968	9		449	
2	8	8	9969	9975	6	2	287,1	
3	0	0	0	0	0	0	89,4	
4	10	10	9976	9986	10		502,9	
5	10	10	9987	9995	8		466	
6	10	10	9996	10006	10		487,8	
7	10	10	10007	10016	9		302,3	
8	10	10	10017	10027	10		489	
9	8	8	10028	10034	6		291,5	
10	0	0	10035	10035	0		112	
11	10	10	10036	10044	8		426	
12	10	10	10045	10054	9		418	
13	10	10	10055	10064	9		541	
14	10	10	10065	10075	10		506	
15	10	10	10076	10085	9		670	
16	8	8	10086	10093	7		456	
17	8	8	10094	10101	7		378	
18	0	0	0	0	0		0	
19	10	10	10102	10112	10		475	
20	10	10	10113	10122	9		597	
21	10	10	10123	10132	9		543	
22	10	10	10133	10141	8		810	
23	8	8	10113	10118	5	3	627	
24	0	0	0	0	0		0	
25	10	10	10119	10129	10		558	
26	10	10	10120	10129	9		396	
27	10	10	10130	10139	9		571	
28	10	10	10140	10149	9		535	
29	10	10	10150	10159	9		591,1	
30	8	8	10160	10166	6	2	589,3	
31	8	8	10167	10174	7		1072,7	
OTA	256	-			227	7	14237,1	

Tabla 19. Registro de tiempos para la planta P64 mes de noviembre

				NOVIEMB	BRE			
				COMBUST	IBLE			
DIA	HORAS HOMBR E TRABAJ ADAS	HORAS HOMBRE TRABAJA DAS	HORMET RO INICIAL	HORO METRO FINAL	HORAS MAQUIN A	VARAD AS /HORAS	VOL PROCE SADO	OBSERVA CIONES
1	8	8	10186	10191	5	3	321,2	
2	10	10	10192	10201	9		610,1	
3	10	10	10202	10211	9		321,3	
4	10	10	10212	10222	10		472	
5	10	10	10223	10232	9		600	
6	8	8	10233	10239	6		309	
7	0	0	10240	10240	0		0	
8	11	11	10241	10251	10		699,9	
9	11	11	10252	10262	10		599,7	
10	10	10	10263	10272	9		521,6	
11	10	10	10273	10282	9		532	
12	10	10	10283	10290	7	1	367,9	
13	8	8	10291	10297	6	2	243,2	
14	8	8	10298	10301	3	5	0	
15	8	8	10302	10309	7		74,5	
16	10	10	10310	10319	9		506,9	
17	10	10	10320	10329	9		380,6	
18	10	10	10330	10339	9		495,7	
19	10	10	10340	10349	9		563,1	
20	8	8	10450	10457	7		253,3	
21	8	8	10458	10465	7		196	
22	11	11	10466	10475	9		946,5	
23	11	11	10476	10485	9		509,5	
24	11	11	10486	10496	10		168	
25	10,5	10,5	10497	10506	9		129	
26	10	10	10507	10516	9		252	
27	6	6	10517	10522	5	1	473,7	
28	0	0	10522	10522	0		0	
29	11	11	10523	10533	10		252	
30	10	10	10534	10543	9		0	
TOT AL	268,5				229	12	10798,7	

Tabla 20. Descripción de planta de trituración P66



P68 ceda rápida

PLANTA DE TRITURACIÓN P66

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

Las plantas P66 o planta Sodeka fue instada hace aproximadamente 30 años, con modernización en motores y procesos propios de la planta Esta planta tiene una trituradora primaria 18X24 y el material que se obtiene es base tipo área Es alimentada a través de volquetas tipo terex que transportan el material desde las zonas de voladura y a través de banda transportadora desde la

Operador de Planta: Iván Darío Aldana

Ayudante de Planta: Duban Castaño

Figura 22. Planta de trituración P66



Fuente: Autoría propia

Tabla 21. Registro de tiempos para la planta P66 mes de septiembre

SEPTIEMBRE COMBUSTIBLE **HORAS HORAS** DIA **HORME HORO** НО **VARAD** VOL **HOMBRE HOMBRE** OBSERVACI TRO **METRO** RAS \mathbf{AS} **PROCE** TRABAJ TRABAJ ONES /HORA INICIAL **FINAL** MAQ **SADO** ADAS ADAS **UINA** \mathbf{S} Ayudante Operador 10,5 10,5 621,8 632,3 440,6 89,4 901,1 10,5 10,5 TOTA 7572,2

Tabla 22. Registro de tiempos para la planta P66 mes de octubre

OCTUBRE COMBUSTIBLE										
1	11	C	10795	10806	11		117			
2	8		10807	10813	6	2	0			
3	8		10814	10820	6	2	663,6			
4	11		0	0	11		0			
5	12		0	0	11		0			
6	11		0	0	10		0			
7	11		0	0	10		0			
8	11		10821	10829	8		28			
9	8		0	0	7		0			
10	8		10830	10838	8		1827,4			
11	11		0	0	11		0			
12	11		10839	10849	10		415,8			
13	11		0	0	5	3	0			
14	11		10850	10858	8		383,1			
15	11		10859	10868	9		298,8			
16	8		10869	10875	6		0			
17	8		10876	10882	6		987,8			
18	8		10883	10890	7	1	1591,8			
19	10		10891	10894	3	5	216			
20	10		0	0	0	8	0			
21	10		0	0	0	8	0			
22	11		10895	10901	6	2	348			
23	8		10902	10906	4	4	84			
24	8		0	0	6	2	0			
25	11		0	0	11		0			
26	11		0	0	9		0			
27	11		10807	10813	6	2	28			
28	10		0	0		8	0			
29	10		0	0		8	0			
30	8		10814	10819	5	3	204			
31	8		10820	10828	8		84			
TOTAL	I 304				208	58	7277,3			

Tabla 23. Registro de tiempos para la planta P66 mes de noviembre

NOVIEMBRE COMBUSTIBLE **HORAS HORAS** DIA **HOMBRE HORM HORAS VARAD OBSE HOMBRE HOROMET** VOL **ETRO** MAQUIN AS **RVACI** TRABAJADA TRABAJAD **RO FINAL PROCESA** /HORAS INICIA ONES DO ASAyudante L Operador 372,5 401,4 583,4 TOTAL 3416,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Descripción de planta de trituración P67



PLANTA DE TRITURACIÓNP67

Descripción del Proceso (Ficha Técnica)

La unidad de producción P-67 o Maracay es la planta encargada de sacar material triturado concretos, Consta de una trituradora primaria, una segundaria (cono) y la nuria para sacar arenas

Triturado 3/4 utilizado para el asfalto

Triturado 1 1/2 es para asfaltos

Es la única planta que utiliza agua para su proceso de lavado

Operador de Planta: Luis Quiceno

Ayudante de Planta: Carlos Fajardo

Figura 23.Planta P67



Tabla 25. Registro de tiempos para la planta P67 mes de septiembre

			SEPTIE						
COMBUSTIBLE									
DIA	AS	HORAS HOMBRE TRABAJAD AS Ayudante de planta	HORMET RO INICIAL	OROMET RO FINAL	HORAS MAQUIN A	VARAD AS /HORA S	VOLUME N PROCESA DO	OBSERVA CIONES	
1	10,5	10,5	4445	4455	10	0	0		
2	11,5	11,5	4456	4466	10	0	42		
3	10,5	10,5	4467	4470	3	5	0		
4	8	8	0	0	0	8	0		
5	8	8	0	0	0	8	0		
6	10,5	10,5	0	0	0	8	0		
7	11,5	11,5	4471	4478	7	1	0		
8	11,5	11,5	4479	4487	8	0	42		
9	11	11	4489	4500	11	0	238		
10	12	12	4501	4513	12	0	56		
11	8	8	4514	4516	2	3	0		
12	8	8	4517	4524	7	1	0		
13	11,5	11,5	4525	4533	8	0	0		
14	11,5	11,5	4534	4542	8	0	56		
15	10,5	10,5	4543	4553	10	0	0		
16	11,5	11,5	4554	4565	11	0	0		
17	11,5	11,5	4566	4570	4	4	420		
18	8	8	4571	4573	2	6	0		
19	8	8	4574	4579	5	2	0		
20	11,5	11,5	4580	4590	10	0	0		
21	11,5	11,5	4591	4592	1	7	0		
22	11,5	11,5	4593	4596	3	5	42		
23	11,5	11,5	4597	4608	11	0	0		
24	10,5	10,5	4609	4611	2	6	0		
25	8	8	4612	4615	3	5	0		
26	8	8	4616	4620	4	3	0		
27	11,5	11,5	4621	4630	9	0	0		
28	11,5	11,5	4631	4639	8	0	0		
29	11,5	11,5	4640	4647	7	1	0		
30	11,5	11,5	4648	4655	7	1	0		
TOTAL	312				183	74	896		

Tabla 26. Registro de tiempos para la planta P67 mes de octubre

OCTUBRE COMBUSTIBLE								
DIA	AS	HORAS HOMBRE E TRABAJAD AS Ayudante de	HORMETR	HOROME TRO FINAL		VAR ADAS /HO RAS	VOLUM EN PROCE SADO	OBSERVACI ONES
	Planta	planta						
1	10,5	10,5	4628	4636	8		0	
2	8	8	0	0		8	0	
3	8	8	0	0		8	0	
4	11,5	11,5	4637	4647	10		0	
5	11,5	11,5	4648	4655	7		0	
6	11,5	11,5	4655	0	10		0	
7	11,5	11,5	4655	0	10		0	
8	11,5	11,5	4655	4665	10		0	
9	8	8	4666	4668	2	6	18	
10	8	8	4669	4675	6	1	0	
11	11,5	11,5	4676	4685	9		0	
12	11,5	11,5	4686	4697	11		0	
13	11,5	11,5	4698	4709	11		0	
14	11,5	11,5	4710	4720	10		0	
15	10,5	10,5	4721	4729	8		0	
16	8	8	4730	4737	7		0	
17	8	8	4738	4744	6	1	0	
18	8	8	4744	4744	0	8	0	
19	10	10	4744	4744	0	8	0	
20	10	10	4744	4744	0	8	0	
21	10	10	4744	4744	0	8	0	
22	11,5	11,5	4745	4749	4		0	
23	8,5	8,5	4750	4754	4	4	0	
24	8	8	4755	4762	7		84	
25	10,5	10,5	4763	4772	9		0	
26	10,5	10,5	4773	4781	8		0	
27	10,5	10,5	4782	4787	5	3	0	
28	10,5	10,5	4788	4798	10		0	
29	10,5	10,5	4799	4808	9		0	
30	8	8	4809	4816	7	1	0	
TOTAL	299				188		102	

Tabla 27. Registro de tiempos para la planta P67 mes de noviembre

NOVIEMBRE COMBUSTIBLE **HORAS OBSER HORAS HORAS VARAD VOLUMEN HOMBRE** DIA **HORMET HOROME** \mathbf{AS} HOMBRE **MAQUI PROCESA** VACIO TRABAJADA RO TRO /HORAS TRABAJA NADO **NES** \mathbf{S} **INICIAL FINAL** DAS Ayudante de planta 11,5 11,5 10,5 10,5 11,5 11,5 10,5 10,5 123,2 11,5 11,5 11,5 11,5 10,5 10,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 10,5 10,5 11,5 11,5 11,5 11,5 29,8 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 11,5 10,5 10,5 104,3 11,5 11,5

911,3

Fuente: Elaboración propia

10,5

10,5

TOTAL