

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA



**“SIMULACIÓN DE TRANSPORTE DEL DESMONTE EN LA
MINA ORCOPAMPA CON GPSS”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR:
JIMMY LUIS ESTRADA CONCHACALLE

ASESOR
ING. TITO LUIS PALOMINO FLORES

LIMA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A mis padres que siempre creyeron en mí, padeciendo uno y mil pesares, golpe tras golpe, lágrimas tras lágrimas y aún siguen allí, a mi lado, dando ánimos, tienen una fé inquebrantable para seguir apoyándome, a ellos se los dedico.

También se lo dedico a mi alma mater la UNI que me enseñó ser un profesional y a sacar lo mejor de mí, prueba tras prueba.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la UNI y todos los integrantes de esta gran casa de estudios.

Y muy en especial al Dr. Alfredo Marín Suarez y a Rusbel Rosales Luna, que me apoyaron e incentivaron a la realización de este trabajo con sus consejos su ejemplo y su amistad.

RESUMEN

La principal urgencia de resolver en todo proceso son los costos que están involucrados. En el caso de la operación minera de la mina U.E.A. Orcopampa, se va a realizar el análisis específicamente del transporte del desmonte en el proyecto Melissa para la labor de exploración del CX 430 S, con el objetivo de poder determinar el número exacto de locomotoras para retirar el desmonte del frente, el número de locomotoras y echaderos son las variables que modificaremos en el modelo de simulación del programa GPSS, esto con la finalidad de no tener cuellos de botella que es la principal causa de demoras y retrasos en la operación que se está llevando hoy en día, también la de determinar la mejor disposición de los equipos de transporte del desmonte en este caso el de las locomotoras, la cantidad de carros que son necesarios a emplear, y por último cuantificar el tiempo de atención que tiene el echadero, que es realmente el punto de evacuación del desmonte y donde se dan los mayores tiempos de demoras en todo el proceso de evacuación del desmonte.

En la realización de este trabajo intervienen scoops eléctricos, locomotoras, servicios de mantenimiento, echadero y el personal. Todo este proceso involucra tiempos de servicio, tiempos de atención, demoras por servicios planeadas y no planeadas y son estas demoras las que se determinarán cuantitativamente principalmente la última para poder eliminarlas, esto mediante la mejora continua que se está desarrollando para este trabajo en el CX 430 S mediante una serie de métodos administrativos que se fundamenta en la estadística de los tiempos.

Aplicando la simulación con GPSS se determinó que solo eran necesarias tres locomotoras para evacuar el desmonte de los frentes.

ABSTRACT

The main urgency of resolving any process are the costs that are involved. In the case of the mining operation of the mine UEA Orcopampa , is to perform the analysis specifically transportation disassemble the Melissa project for the exploration work CX 430 S , with the purpose to determine the exact number of locomotives to remove the remove the front, the options and alternatives solution is to apply a simulation model using GPSS program , the goal is to have no bottlenecks is the main cause of delays and delays in the operation being carried today, also to determine the best provision of transport equipment clearing in this case the locomotives , the number of trucks that are required to be used, and finally quantify attention span that has the Echadero , which is really the point of clearing and evacuation where give the greatest times of delays throughout the evacuation process of clearing .

In carrying out this work involved electrical scoops , locomotives, maintenance, and staff Echadero .

All this process involves service times , service times , service delays , planned and unplanned and these delays are those determined quantitatively mainly to remove the last , this by continuous improvement that is being developed for this work in the CX 430 S by a series of administrative methods that are based on the statistics of the times.

Applying the simulation with GPSS was determined that only three locomotives were needed to evacuate clearing fronts.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: UNIDAD MINERA U.E.A. ORCOPAMPA	15
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA U.E.A. ORCOPAMPA	15
1.2 GEOLOGÍA LOCAL	16
1.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA	16
1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	17
1.5 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN Y TRATAMIENTO	17
1.6 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	17
1.6.1 MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO	17
1.7 MÉTODO DE TRATAMIENTO	18
CAPÍTULO II: MEJORA CONTINUA, METODOLOGÍA LEAN	19
2.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA MEJORA CONTINÚA PARA LA LABOR DEL CX 430 S	19
2.2.1 GESTIÓN DEL OBJETIVO	19
2.2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	19

2.2.1.2	ESTADÍSTICAS DEL PROYECTO	21
2.2.1.3	OBJETIVO	21
2.2.2	ESTIMACIÓN BENEFICIO ECONÓMICO	22
2.2.3	LLUVIA DE IDEAS	23
2.2.4	DIAGRAMA CAUSA EFECTO	24
2.2.5	HERRAMIENTA 5'S	25
2.2.6	SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL OBJETIVO (GESTIÓN KPI)	26
2.2.7	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	27
2.2.8	PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES (LPS)	31
2.2.9	ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	32
2.3	RESULTADOS GENERALES A AGOSTO 2013	34
	CAPÍTULO III: SIMULACIÓN CON GPSS	35
3.1	SIMULACIÓN DE TRANSPORTE DEL DESMONTE EN LA MINA SUBTERRANEA ORCOPAMPA	35
3.1.1	OBJETIVO	35
3.1.2	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EN EL CX 430 S	35

3.1.3	PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS	36
3.1.4	PLANO DEL NV 540 DONDE SE DESARROLLA TODA LAS OPERACIONES MINA	37
3.2	SIMULACIÓN DEL MODELO PARA UN ECHADERO	39
3.3	DIGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO EN GPSS DEL TRANSPORTE DEL DESMONTE EN EL NV 540.	41
3.4	ANÁLISIS DE LAS VARIANTES DE SIMULACIÓN	43
3.4.1	RESULTADOS CON EL GPSS PARA DIFERENTE NÚMERO DE LOCOMOTORAS CON UN SOLO ECHADERO	43
3.4.2	ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE LOCOMOTORAS CON UN SOLO ECHADERO	44
3.5	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN CON DOS ECHADEROS	45
3.6	DIGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO EN GPSS PARA DOS ECHADEROS	47
3.7	ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN PARA DOS ECHADEROS	49
3.8	CÁLCULO DEL DESMONTE PROMEDIO TRANSPORTADO POR GUARDIA	51
	CONCLUSIONES	55

RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Ubicación de la U.E.A. Orcopampa.	15
Figura 2.1	Sostenimiento CX 430S, U.E.A. Orcopampa.	20
Figura 2.2	Metros ejecutados por meses del frente CX 430 S a partir de año 2012, fecha en que se retoma el proyecto.	21
Figura 2.3	Objetivo de la estrategia Lean.	22
Figura 2.4	Costo del proyecto en soles por meses desde el año 2012 fecha en que se retomó el proyecto.	23
Figura 2.5	Diagrama de Ishikawa.	24
Figura 2.6	Perforación con Jack-leg CX 430 S.	25
Figura 2.7	Gráfico de los metros avanzados por guardia.	26
Figura 2.8	Pareto de las restricciones acumuladas totales.	28
Figura 2.9	Pareto de las restricciones planificadas.	29
Figura 2.10	Pareto de las restricciones no planificadas.	30
Figura 2.11	Last Planner Sistem	31
Figura 2.12	Gráfico de las guardias por mes con avance y sin avance	33
Figura 2.13	Gráfico del avance acumulado mensual.	33
Figura 2.14	Gráfico de la cantidad de guardias con avance y sin avance acumulado mensual	34
Figura 3.1	Echadero del desmonte en el pique 540, NV 540.	37
Figura 3.2	Plano de toda la operación mina en el NV 540.	38

Figura 3.3	Gráfico de los costos involucrados para diferente número de locomotoras con un solo echadero, para la extracción del desmonte..	44
Figura 3.4	Gráfico de los costos involucrados para diferente número de locomotoras involucrados en la extracción del desmonte con uno y dos echaderos	50
Figura 3.5	Gráfico de los Costos Unitarios y Costos Totales para diferente número de locomotoras involucrados en la extracción del desmonte con uno y dos echaderos	50
Figura 3.6	Grafico del histograma de los tonelajes extraídos por guardia en el NV. 540	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Tabla de restricciones de trabajo en el CX 430 S encontradas a partir de la lluvia de ideas.	24
Tabla 2.2	Tabla de los avances en metros por meses en el CX 430 S.	26
Tabla 2.3	Tabla de los KPI's por meses en el CX 430 S.	27
Tabla 2.4	Tabla de las restricciones acumuladas totales en el CX 430 S.	28
Tabla 2.5	Tabla de las restricciones planificadas.	29
Tabla 2.6	Tabla de las restricciones no planificadas.	30
Tabla 2.7	Tabla de registro de los avances mensuales, guardias y avance acumulados.	32
Tabla 3.1	Tabla de las toneladas y costos extraídos del CX 430 S analizado para diferente número de locomotoras.	44
Tabla 3.2	Tabla de las toneladas y costos extraídos del CX 430 S analizado para diferente número de locomotoras y los casos de contar con uno y dos echaderos.	49
Tabla 3.3	Tabla de las toneladas extraídos de frente CX 430 S por guardia desde Mayo hasta Setiembre del 2013	52

INTRODUCCIÓN

En la mina E.U.A. Orcopampa se simulara con el programa GPSS el sistema de transporte del desmonte con locomotora de todo el nivel 540, ya que en este nivel se encuentra el Crucero 430 Sur, este frente piloto tiene gran importancia debido a que su objetivo es llegar a un nuevo cuerpo mineralizado que será la continuación de la vida de la Mina Chipmo, debido a que las reservas de la mina ya se están acabando y por ello la vital importancia de llegar a este nuevo cuerpo que ya está lejos de los límites de la mina, aun faltan 400 m por llegar y ya la distancia desde el pique 540, donde se encuentra el echadero de desmonte único lugar de descarga hasta el CX 430 S que es el frente más alejado de todo el nivel 540 es de 3.6 Km, es debido a estas circunstancias que este frente ya casi está aislado de los demás frentes por lo cual se tiene que obrar con mucha prudencia y anticipación las obras a ejecutar por su lejanía del punto de ingreso al frente de exploración.

Es por este motivo es que la simulación nos permitirá conocer la cantidad necesaria de locomotoras a emplear y tener el sustento de poder demostrarlo sin la necesidad de ejecutar maniobras que consuman tiempo y recursos.

Se plantea tomar los datos recolectados de la operación y con ello llevar a cabo la simulación, para ello compararemos los tonelajes extraídos del desmonte evacuado contrastándolo con lo simulado, para validar nuestros datos tomados de campo y que se ajusten a la realidad misma.

El alcance de este trabajo se limita a solo encontrar el número de locomotoras a emplear y que generen el menor costo posible y que esto sirva como medio para replicarlo en los demás niveles en la mina. Como limitación este trabajo realizado con el programa GPSS tiene la limitación de solo poder emplear 180 bloques ya que es una versión estudiantil la que se empleo para realizar la simulación. El tiempo de servicio del echadero también es una limitación que no se puede alterar debido a que operaciones mina de CIA. Maneja la operación de este último y es el único medio de extracción de mineral de toda la mina por lo cual dan prioridad al mineral y luego al desmonte.

CAPÍTULO I

UNIDAD MINERA U.E.A. ORCOPAMPA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA U.E.A. ORCOPAMPA

La Unidad Económica Administrativa Orcopampa políticamente se ubica en la Provincia de Castilla, Departamento de Arequipa a 1,350Km de Lima entre 3,800 y 4,500 msnm.

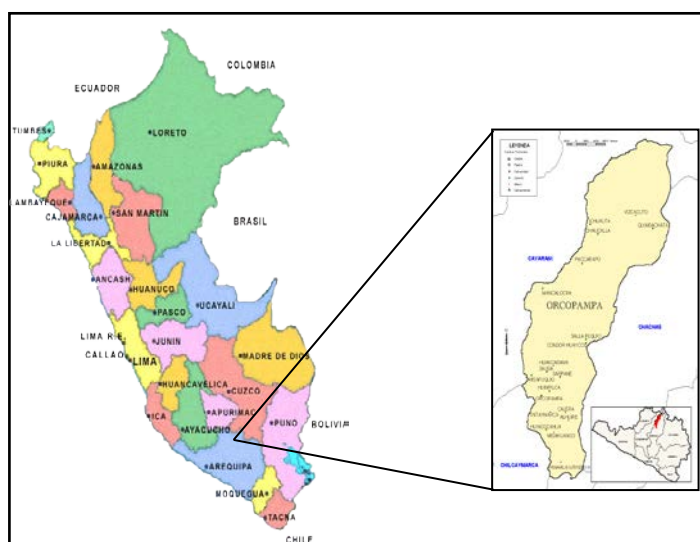


Figura 1.1 Ubicación de la U.E.A. Orcopampa.
Fuente: <http://www.geomapconsult.com/gtz/imgsatelite.htm>

1.2 GEOLOGÍA LOCAL

La roca hospedante de las principales vetas de oro (Nazareno, Prometida, Natividad) consisten de flujos y domos de composición dacítica, andesítica y cuarzo latita pertenecientes al complejo volcánico Sarpane. Las fracturas radiales concéntricas y el marcado bandeamiento de flujo son diagnósticos para identificar los domos.

Asimismo, en la parte Norte se presentan los Tufos riolíticos Manto donde se emplazan las vetas San José 1 y San José 2.

Cercanos a la veta Nazareno se han reconocido dos diques hornbléndicos preminerales relativamente paralelos a la veta, el que se encuentra más cerca, de composición andesítica tiene como alteración principal, la propilítica con una fase secundaria de clorita, epídota y calcita.

En el área de Chipmo el complejo de los domos intrusivos Sarpane se encuentra parcialmente sobreimpuesto por los tufos riolíticos Chipmo

1.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mineralización aurífera del depósito de Chipmo es del tipo epitermal encontrándose dentro de un sistema de vetas subparalelas cementadas por múltiples eventos de cuarzo. La mineralización está caracterizada por un enriquecimiento significativo de oro y telurio.

Las vetas están asociadas a fallas normales profundas, las mismas que favorecieron la exolución de fluidos magnéticos ricos volátiles. Los minerales de mena y ganga precipitaron al parecer en respuesta a cambios físico-químicos inducidos por la separación de fases

1.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La mineralización se localiza en vetas subparalelas de rumbo predominante noreste y con buzamientos preferentes hacia el sur. Dos sistemas de vetas principales han sido identificadas: Sistema Nazareno, que incluye las vetas: Nazareno, Lucy Piso, Prosperidad, Concepción, Ramal 850, Ramal 411, etc. Y el sistema Prometida que incluye las vetas: Prometida, Prometida Ramal 1 y 2, Esperanza y Fabiola. Los clavos mineralizados están estructuralmente controlados y ocurren en zonas de dilatación formada por la combinación de movimientos dextrales y normales de las fallas

1.5 MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN Y TRATAMIENTO

Una vez ubicados los puntos mineralizados; es decir vetas y cuerpos; se puede deducir que tipo de minado es necesario; en muchos casos se tiene que combinar más de un método de explotación, de acuerdo a parámetros analizados; tales como tipo de mineralización, ancho de la mineralización, calidad de la roca, estabilidad, etc.

1.6 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

1.6.1 MÉTODO DE CORTE Y RELLENO ASCENDENTE MECANIZADO:

Limpieza con Scoop de 0.5, 1.0, 2.2 y 3.5 yd³. Extracción de Mineral hacia el Pique 8 se realiza con Camiones de bajo perfil y locomotoras trolley. El mineral es izado a nivel superficie por el Pique Nazareno. Transporte de mina a Planta con volquetes Volvo de 24 t.

1.7 MÉTODO DE TRATAMIENTO

Producto final: barras doré. Capacidad de tratamiento 1,200 TCS por día.

Chancado en 3 etapas alcanzar un tamaño de partícula de ½”

- Circuito de molienda con molinos ALLIS CHAMBERS de 7’x12’
- La pulpa obtenida pasa por un circuito de gravimetría, donde se obtiene un concentrado de alta ley de oro.
- Espesador de 70 ‘ x 16 ‘ y posteriormente enviada al circuito de carbón en lixiviación.
- La solución del overflow del espesador es enviada al circuito de Merrill Crowe. El carbón cargado es pasado a la planta de desorción – electrodeposición.
- El precipitado electrolítico obtenido es enviado a la planta de fundición para obtener la barra Doré.

CAPITULO II

MEJORA CONTINUA, METODOLOGÍA LEAN

2.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA MEJORA CONTINUA PARA LA LABOR DEL CX 430 S

Mediante el uso de herramientas de mejora continua se obtuvo mejoras en el avance del CX 430S, que es un frente de exploración. La Estrategia LEAN, es la que se empleó para obtener mejores resultados, a continuación se detallan los nueve pasos seguidos.

2.2.1 GESTIÓN DEL OBJETIVO

Se requiere conocer la historia del proyecto para poder implementar la metodología LEAN, que son una serie de pasos para llegar al objetivo, para ello veremos tres aspectos importantes del proyecto.

2.2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El proyecto CX 430 S, NV 540, U.E.A. Orcopampa, CMBSAA se desarrollo el año 2012, el cual fue retomado con un sistema tipo trackles-rieles (mixto). El cual tenía

un avance irregular de 80 m por mes y que se desea que tenga un avance de 120 m por mes.

La figura 2.2 muestra la evolución de los metros de avance ejecutados por meses desde que se retomó el frente el año 2012 hasta la fecha.

La siguiente imagen muestra el trabajo realizado por el personal del frente de exploración CX 430 S, donde se aprecia que están realizando el sostenimiento del frente con mallas electro soldadas de 3x1.5 metros y con pernos de anclaje de 7 pies, para este frente en particular cuenta con 2 perforistas y 2 ayudantes respectivamente como se aprecia en la imagen, sin descanso hasta culminar la tarea siendo esta la tarea más extenuante que se realiza en toda la guardia.



Figura 2.1 Sostenimiento CX 430S, U.E.A. Orcopampa.

2.2.1.2 ESTADÍSTICAS DEL PROYECTO

El siguiente gráfico muestra los datos históricos de los avances en el frente del CX 430 S desde el año 2012, esto se hizo con la finalidad de poder visualizar la variabilidad de los avances que se tenían mes por mes y saber la tendencia de como se desarrollaba el trabajo en dicho frente.

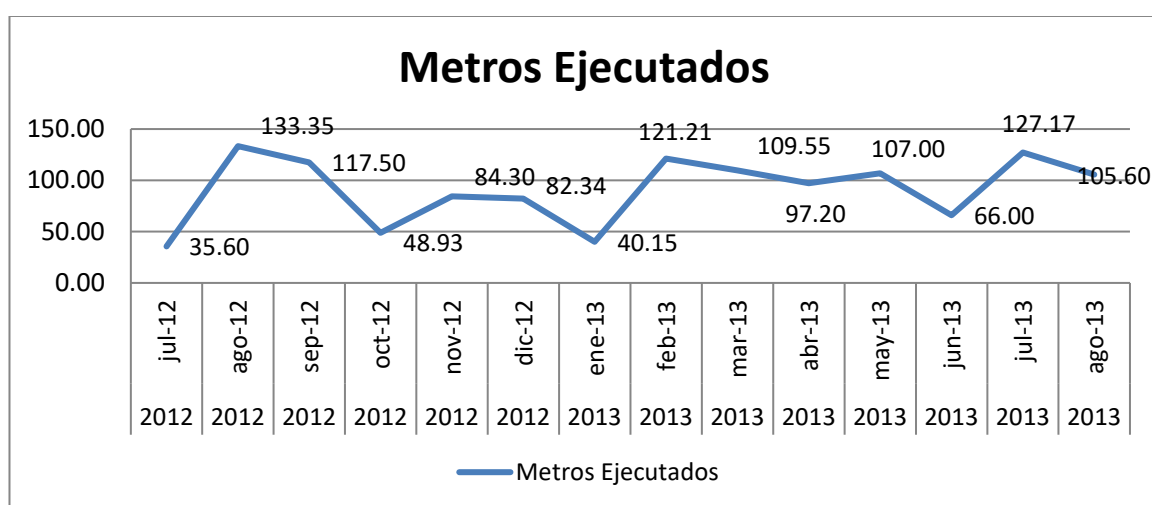


Figura 2.2 Metros ejecutados por meses del frente CX 430 S a partir de año 2012, fecha en que se retoma el proyecto.

2.2.1.3 OBJETIVO

El objetivo es conseguir un avance constante de 100 m por guardia.

Al aumentar el avance promedio, se llegará al objetivo en menor tiempo; lo cual permite obtener beneficio por costo de oportunidad.

Para lograr esto en el gráfico siguiente se aprecia que el objetivo es el producto de dos factores: las guardias disponibles y el avance promedio del mes, siendo más fácil conseguir más guardias disponibles, ya que estas nos dan un avance de 3 m por guardia, de allí que se emplearan herramientas de gestión para lograr esto.

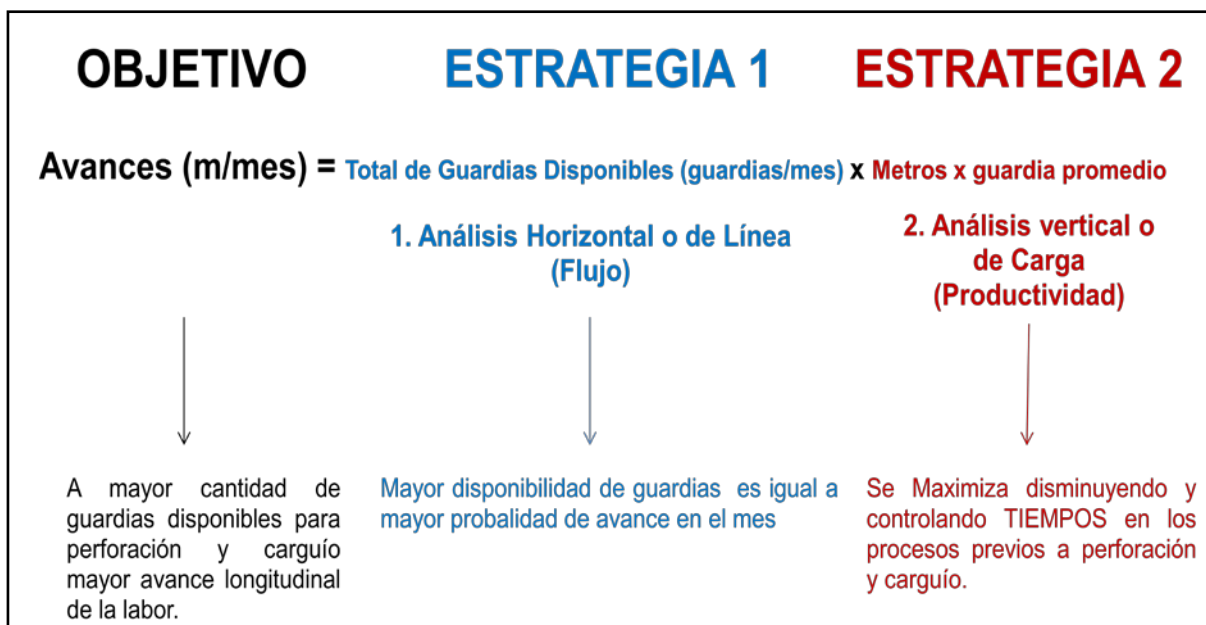


Figura 2.3 Objetivo de la estrategia Lean.

La estrategia sería tener la mayor disponibilidad de guardias por mes para alcanzar 120 m por guardia.

2.2.2 ESTIMACIÓN BENEFICIO ECONÓMICO

El costo por metro lineal de avance es de S/. 2,274 soles, si mantenemos un ritmo constante de 100 metros por guardia tendremos una rentabilidad de S/. 227,400 soles.

La contrata encargada de este frente es Martínez Contratista e Ingenieros S.A. MCEISA, donde ellos son responsables por este frente de avance de exploración, siendo este frente el que aporta mayor beneficio a la contrata de aquí el interés por este frente de exploración.

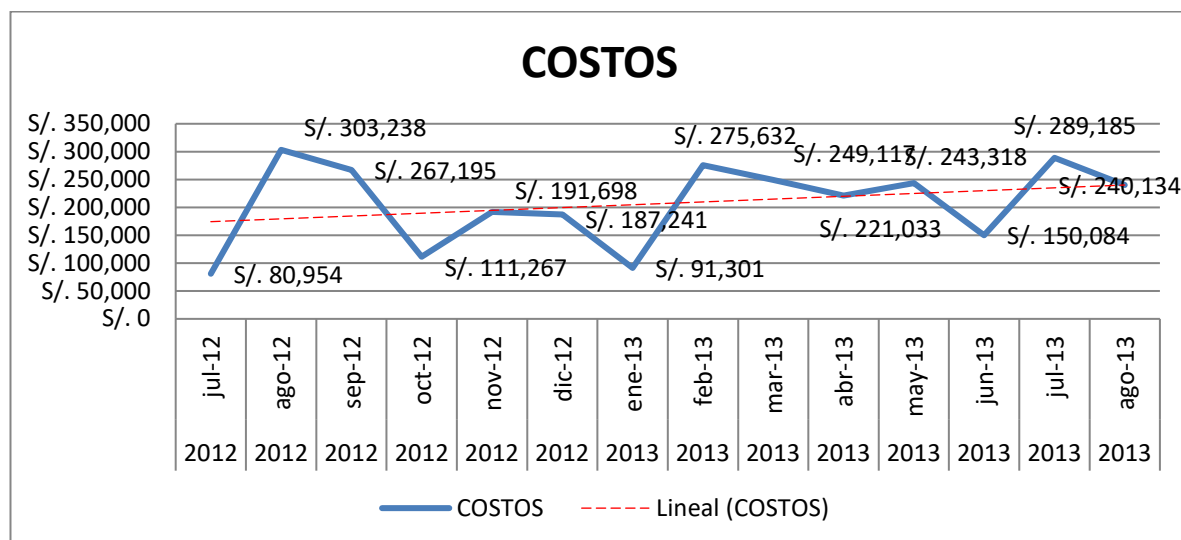


Figura 2.4 Costo del proyecto en soles por meses desde el año 2012 fecha en que se retomó el proyecto.

2.2.3 LLUVIA DE IDEAS

Se reunió la alta gerencia de mina para encontrar ideas a los problemas que se podría encontrar en el camino y de esa manera anticiparse a ellos y resolverlos desde un inicio.

De esta manera es como se elaboró la siguiente tabla, donde se tomo en cuenta los problemas más importante y recurrentes que impedían que los trabajos se realicen con normalidad y que por lo contrario se retrasaban o se tenían problemas por falta de servicios, materiales o equipos, así es como se logró identificarlos por el tipo de área, luego la observación detallada es asignada al responsable del área correspondiente para su acción y solución.

Tabla 2.1 Tabla de restricciones de trabajo en el CX 430 S encontradas a partir de la lluvia de ideas.

Estatus	Tipo RESTRICCIÓN	Restricción	Acción - Solución
Proceso	Método	Optimizacion Echaderos	Analisis Echaderos Disponibles
Proceso	Metodo	Echaderos llenos de carga a primera hora	Coordinar Izaje
Proceso	Maquinaria	Scoop 16 problemas con el cable	Cambiar cable
Proceso	Maquinaria	No hay plataforma para traslado de jumbo	Implementar plataforma
Proceso	Maquinaria	No hay bodega de mantenimiento	Implementar bodega de mantenimiento
Proceso	Maquinaria	Shotcretera demora en iniciar operaciones	Coordinar ingreso oportuno de maquina
Proceso	Medio Ambiente	Presencia de fallas	Sostenimiento
Proceso	Materiales	Mezcla para shotcrete llega tarde	Coordinar traslado oportuno
Proceso	Materiales	No hay bodega de avance	Implementar bodega de avance
Proceso	Mano de Obra	Operador de jumbo trabaja en dos frentes alejados	Coordinar designacion de operador
Proceso	Mano de Obra	Personal de mantenimiento de cunetas es llevado a otra lab	Coordinar personal estable
Proceso	Mantenimiento	Falta continuidad en el mantenimiento de cunetas	Mantenimiento de cunetas debe ser diario
Proceso	Metodo	Echaderos llenos de carga a primera hora	Coordinar Izaje

2.2.4 DIAGRAMA CAUSA EFECTO

Luego de identificar los principales problemas se capacita al personal para poder crear un diagrama causa efecto con lo cual se detectara la causa raíz. Como se



Figura 2.5 Diagrama de Ishikawa.

aprecia en la figura 2.5, luego de identificar los problemas se colocaran de esa manera, con el objetivo de lograr un avance constante y no se pierdan disparos en el frente de avance.

2.2.5 HERRAMIENTA 5'S

La herramienta 5'S sirve para mantener una disciplina de trabajo partiendo del orden y limpieza en el trabajo. Esta también será parte de la capacitación del área. Esto deriva de las palabras japonesas siguientes:

- Clasificar (Seiri)
- Ordenar (Seiton)
- Limpiar (Seiso)
- Estandarizar (Seiketsu)
- Disciplina (Shitsuke)



Figura 2.6 Perforación con jack-leg, CX 430 S.

Lo más importante de estandarizar una labor es principalmente que se busca eliminar los accidentes debido a que el trabajo en minería es considerado de alto riesgo por lo

cual se requiere tener el frente de trabajo ordenado y limpio. Ya que de suceder un accidente por más leve que se dé se tiene que paralizar el frente para la investigación respectiva lo cual es una pérdida de toda la guardia.

2.2.6 SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL OBJETIVO (GESTIÓN KPI)

Se lleva un registro de los metros avanzados por guardia día y noche diariamente, como se aprecia en el siguiente gráfico

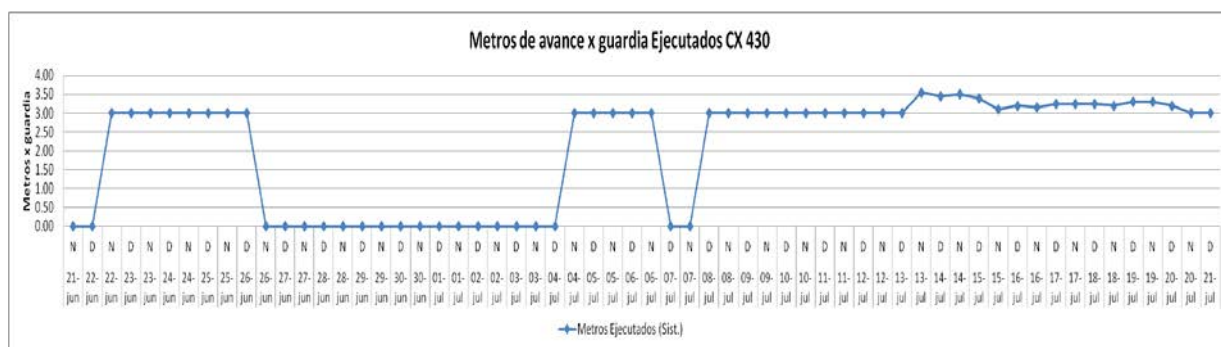


Figura 2.7 Gráfico de los metros avanzados por guardia.

Tabla 2.2 Tabla de los avances en metros por meses en el CX 430 S.

Avances m	
jun-12	61.73
jul-12	25.15
ago-12	134.08
sep-12	114.50
oct-12	53.30
nov-12	88.25
dic-12	83.30
ene-13	39.00
feb-13	121.66
mar-13	106.59
abr-13	97.43
may-13	102.50
jun-13	65.60
jul-13	124.10
ago-13	105.60

	Gd. Total	Gd. Paradas
jun-12	60	39
jul-12	60	51
ago-12	62	15
sep-12	62	22
oct-12	60	42
nov-12	62	32
dic-12	72	44
ene-13	56	43
feb-13	56	16
mar-13	56	21
abr-13	62	30
may-13	60	26
jun-13	62	40
jul-13	60	20
ago-13	60	20

Se puede apreciar que ya hay una uniformidad en los avances a partir del 2013 cuando ya se estandariza toda la zona de trabajo.

Tabla 2.3 Tabla de los KPI's por meses en el CX 430 S.

KPI 1 - M / Guard prom		KPI 2 M / Guardefect	
jun-12	1.02883333	jun-12	2.94
jul-12	0.41916667	jul-12	2.79
ago-12	2.16258065	ago-12	2.85
sep-12	1.84677419	sep-12	2.86
oct-12	0.88833333	oct-12	2.96
nov-12	1.4233871	nov-12	2.94
dic-12	1.2	dic-12	2.98
ene-13	0.69642857	ene-13	3

El avance en el frente es casi constante con un avance promedio por guardia de 2.9 metros, la tendencia es uniformizar el avance a 3 metros con la estandarización del frente.

2.2.7 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE NO

CUMPLIMIENTO

Este análisis de tiempos y movimientos es para poder identificar tiempos muertos y hacer los ajustes necesarios para aumentar la utilización de los recursos.

A continuación se muestran los gráficos de los paretos acumulados mensuales para de esta manera poder identificar los problemas más recurrentes en la mina y plantear la solución o media correctiva para solucionar la causa raíz.

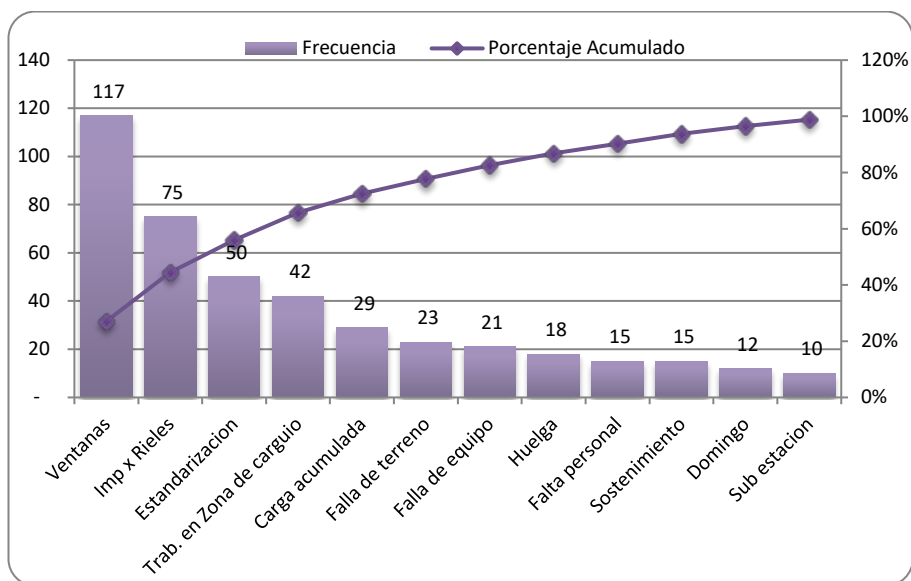


Figura 2.8 Pareto de las restricciones acumuladas totales.

Tabla 2.4 Tabla de las restricciones acumuladas totales en el CX 430 S.

Restricciones	Frecuencia	Cantidad Acumulada	Porcentaje Acumulado	Puntaje Restriccion
Ventanas	117	117	27%	27%
Imp x Rieles	75	192	44%	17%
Estandarización	50	242	56%	12%
Trab. en Zona de carguio	42	284	66%	10%
Carga acumulada	29	313	72%	7%
Falla de terreno	23	23	78%	5%
Falla de equipo	21	21	83%	5%
Huelga	18	18	87%	4%
Falta personal	15	15	90%	3%
Sostenimiento	15	15	94%	3%
Domingo	12	12	97%	3%
Sub estacion	10	10	99%	2%
Falta de energia	4	4	100%	1%
Baja presión de aire	1	1	100%	0%
Falla voladura	-	-	100%	0%

Se aprecia el Pareto acumulado desde el inicio de la labor, identificando que la realización de las ventanas de acumulación de carga y de volteo del scoop son las que más tiempo demandan.

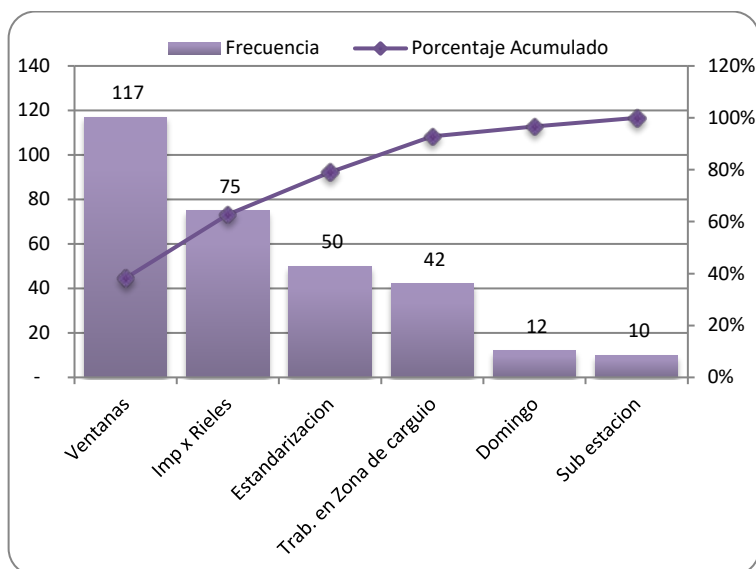


Figura 2.9 Pareto de las restricciones planificadas.

Tabla 2.5 Tabla de las restricciones planificadas.

Restricciones	Frecuencia	Cantidad Acumulada	Porcentaje Acumulado	Puntaje Restriccion
Ventanas	117	117	38%	38%
Imp x Rieles	75	192	63%	25%
Estandarizacion	50	242	79%	16%
Trab. en Zona de carguio	42	284	93%	14%
Domingo	12	296	97%	4%
Sub estacion	10	306	100%	3%

De las obras planificadas para el avance que tiene un tiempo contributivo es decir aporta valor debido a que es necesario realizarlas para continuar con el avance, la realización de las ventanas es lo que más tiempo toma, teniendo un avance lineal de 12 metros la cámara de acumulación y 10 metros la cámara de volteo el sostenimiento y el acondicionamiento del realce en la parte intermedia para que la cuchara del scoop pueda levantarse y cargar a los carros mineros.

La acumulación de carga es el principal cuello de botella que se tiene en la operación, por lo que queda evidenciado con la estadística de los tiempos tomados, y el Pareto que se aprecia en la imagen siguiente, lo que representa un alto costo, si es que no se llega a realizar el disparo de una guardia, esta parte es crucial detallar ya que esta es la causa raíz que hay que solucionar para evitar pérdidas en el proceso.

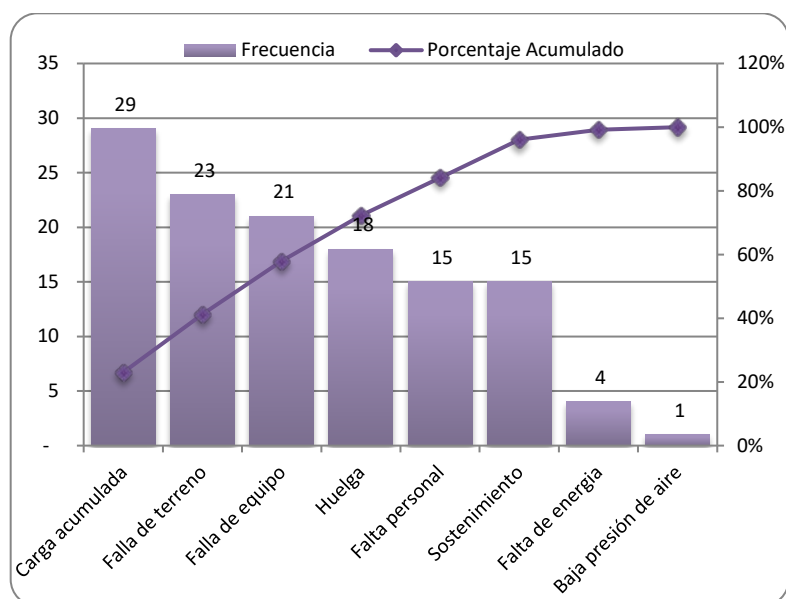


Figura 2.10 Pareto de las restricciones no planificadas.

Tabla 2.6 Tabla de las restricciones no planificadas.

Restricciones	Frecuencia	Cantidad Acumulada	Porcentaje Acumulado	Puntaje Restricción
Carga acumulada	29	29	23%	23%
Falla de terreno	23	52	41%	18%
Falla de equipo	21	73	58%	17%
Huelga	18	91	72%	14%
Falta personal	15	106	84%	12%
Sostenimiento	15	121	96%	12%
Falta de energía	4	125	99%	3%
Baja presión de aire	1	126	100%	1%

2.2.8 PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES (LPS)

La principal herramienta de gestión es el Last Planner System cual nos ayuda a tener una planificación con mayor grado de certeza de cumplimiento.

El last planner que se muestra a continuación es el que se aplicó para hacer el seguimiento a las tareas que se tenían que realizar día a día, esta metodología funciona si es que se hace un seguimiento continuo sin descuidar ningún día y con el apoyo de la gerencia de mina.

LAST PLANNER					01 - may - 13	02 - may - 13	03 - may - 13	04 - may - 13	05 - may - 13
					Semana 3				
Actividad	Ejecucion	Responsable	Fecha inicio	Fecha termino					
Visita instalaciones UEA Orcopampa									
Revision y Analisis de informe anual en Campo	100%	A. saco	01-may	02-may					
Revision Procesos administrativos	100%	A. Saco / P. Qui	01-may	02-may					
Capacitacion last Planner	100%	A. Saco	02-may	03-may					
Reunion Planificacion	100%	A. Saco	02-may	03-may					
Capacitacion 9 Pasos LEAN	100%	A. Saco	02-may	03-may					
Distribucion de responsabilidades operativas	100%	P. Quijano	03-may	04-may					
Induccion Orcopampa	100%								
Examen medico Pedro Quijano	100%	P. Quijano	02-may	03-may					
Requerimiento de implementos de seguridad	100%	C. Avalos	02-may	02-may					
Reunion Jefe de Mejora Continua	100%	P. Quijano	04-may	04-may					

Figura 2.11 Last Planner Sistem

En la siguiente imagen se aprecia los avances mes por mes desde el inicio de labor, además de servir de histórico nos representa como se va comportando la variabilidad del avance con el transcurrir del tiempo,

Tabla 2.7 Tabla de registro de los avances mensuales, guardias y avance acumulados.

Año	Mes	Metros Ejecutados	Guardias trabajadas	Grds c/avan.	Grds. s/avan.	Metros * Grd
2012	jul-12	35.60	60	13	51	2.74
2012	ago-12	133.35	62	47	15	2.84
2012	sep-12	117.50	62	40	22	2.94
2012	oct-12	48.93	60	18	42	2.72
2012	nov-12	84.30	62	30	32	2.81
2012	dic-12	82.34	72	28	44	2.94
2013	ene-13	40.15	56	13	43	3.09
2013	feb-13	121.21	56	40	16	3.03
2013	mar-13	109.55	56	35	21	3.13
2013	abr-13	97.20	62	32	30	3.04
2013	may-13	107.00	60	34	26	3.15
2013	jun-13	66.00	62	22	40	3.00
2013	jul-13	127.17	60	40	20	3.18
2013	ago-13	105.60	62	34	28	3.11
	Total general	1275.9	852	426	430	41.70

2.2.9 ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El análisis de toma de tiempos y movimientos es la parte matriz de la metodología LEAN. A partir de aquí es de donde se realizara parte estadística para determinar las variabilidades del proceso, de aquí se obtendrá el sustento de cuáles son las deficiencias y las virtudes de la operación.

En las siguientes imágenes se aprecia las guardias de color azul que efectuaron el avance del frente y de color rojo las que trabajaron pero que no realizaron disparo, de allí que se analiza las guardias que no fueron planificadas que son las que se deben analizar para evitar esos retrasos en el avance.

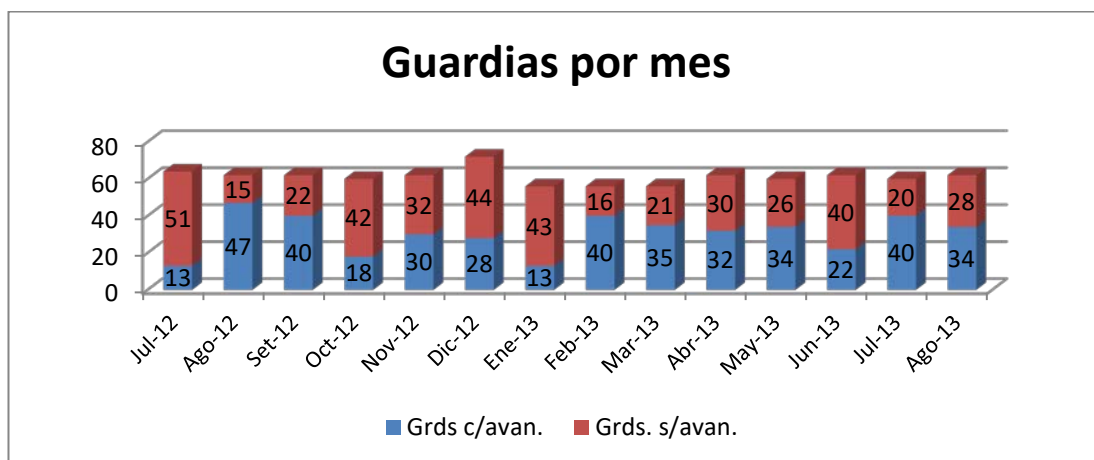


Figura 2.12 Gráfico de las guardias por mes con avance y sin avance

A medida que se remediaban las dificultades de materiales y servicios, se contaba con el tiempo necesario para realizar la perforación del frente con jumbo esta labor demora unos 2 horas en promedio pero con la holgura de tiempo se alcanzaba el avance del frente de 3 metros por guardia como se precia en la siguiente imagen.

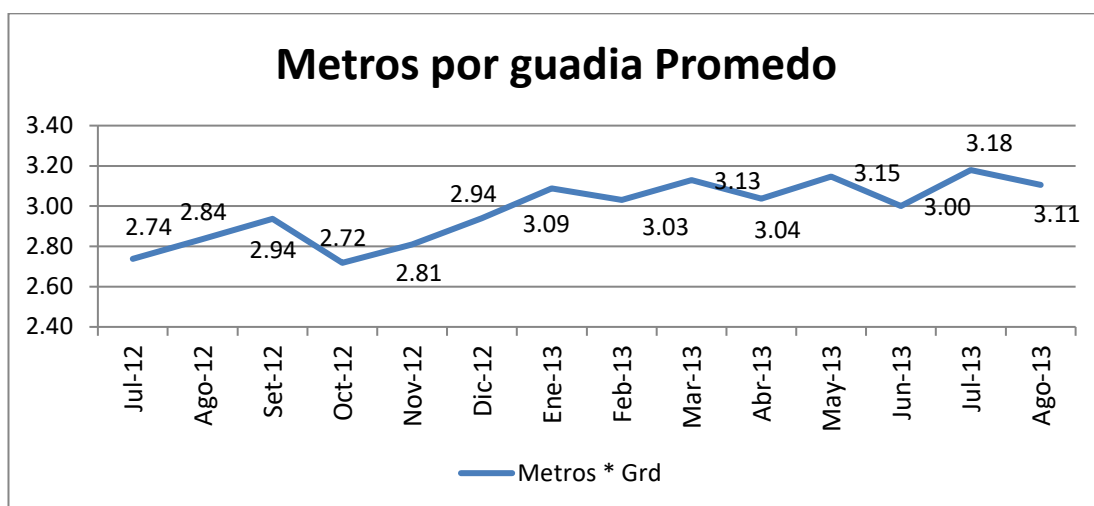


Figura 2.13 Gráfico del avance acumulado mensual.

Y finalmente se muestra esta grafica que representa las guardias que no realizaron avance, de aquí se detalla las que fueron planificadas y las que no, de estas últimas las causas principalmente son por acumulación de carga, falla de equipo

principalmente, esto basado en el Pareto que es determinante para fundamentar estas demoras operativas.

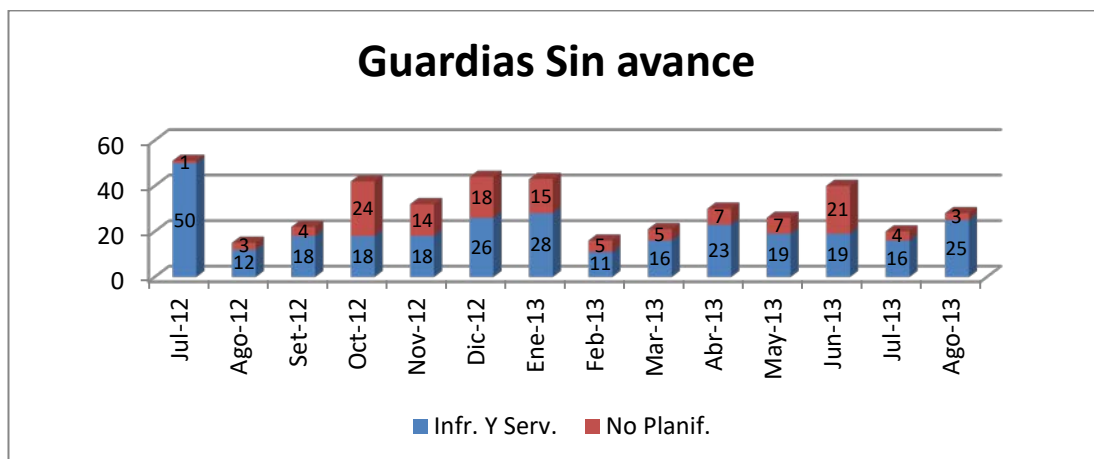


Figura 2.14 Gráfico de la cantidad de guardias con avance y sin avance acumulado mensual

Los costos están en relación directamente proporcional al del avance mientras más avance se dé más se incrementaran los costos debido a que la contrata MCEISA es la que realiza las labores en este frente por lo cual busca lograr el mayor avance para poder recibir un mayor beneficio económico con ello.

2.3 RESULTADOS GENERALES A AGOSTO 2013

Tipo: sistema trackless-rieles (mixto)

Total proyecto:	1605 m.	
Programado a agosto 2013:	1545 m	
Avance al 21 agosto 2013:	1275 m	79.4 %
Proyectado faltante:	330 m	20,6 %

SERVICIOS EJECUTADOS:

Ventanas: aprox.	339,62 m
Rieles: aprox.	1230 m

CAPÍTULO III

SIMULACIÓN CON GPSS

3.1 SIMULACIÓN DE TRANSPORTE DEL DESMONTE EN LA MINA SUBTERRANEA ORCOPAMPA

3.1.1 OBJETIVO

- Determinar mediante la simulación alternativas de solución para extraer el desmonte producto de la voladura de manera más eficiente.
- Hallar la manera más eficiente de emplear los equipos y disminuir los tiempos muertos durante la guardia de trabajo.
- Determinar los costos excedentes en que se incurren durante la operación.

3.1.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS EN EL CX 430 S

Como se aprecia en el cuadro de restricciones no planeadas, la causa de no cumplimiento más grande es la carga acumulada que no se extrae del frente.

Identificada la principal causa de demora en el proceso de la operación minera es que se va a realizar el análisis de costos de transporte en el proyecto Melissa para el CX

430 S. (ver anexo 1 pág. 60) En la realización de este trabajo intervienen scoops eléctricos, locomotoras, servicios de mantenimiento, echaderos y el personal.

Todo este proceso involucra un gran costo que es el que se desea aminorar.

- Transporte
- Voladura
- Echaderos
- Logística
- Equipos de limpieza
- Vías de acceso
- Transporte del personal
- Mantenimiento de equipos

3.1.3 PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS

Se plantea resolver el problema de carga acumulada mediante la simulación del transporte con locomotora mediante la simulación con GPSS, con los datos recogidos de campo.

En la siguiente imagen se aprecia el echadero del desmote el cual es el principal cuello de botella que se ha identificado a partir de las estadísticas tomadas y las herramientas de mejora continua LEAN, se observa los carros mineros esperando para vaciar su carga de desmote en uno de los bolsillos del echadero se observa también las guardas de seguridad y los rieles que caracterizan toda la labor.



Figura 3.1 Echadero del desmonte en el pique 540, NV 540.

3.1.4 PLANO DEL NV 540 DONDE SE DESARROLLA TODA LAS OPERCIONES MINA

el siguiente gráfico muestra el plano de operación mina de todo el nivel 540 donde se desarrolla el frente de exploración del CX 430 S que inicia desde el echadero que es la entrada al nivel 540 y luego toda la labor del nivel 540 es horizontal, se puede apreciar que se tiene que ingresar casi en línea recta hasta la mitad del frente luego el camino se torna mas al sur de allí en line recta se llega a los frentes GL 760 a 2.389 Km. del echadero, el BP 760, a 2.732 km. y al final de nivel se encentra la labor más alejada el CX 430 S a 3.609 km. de distancia.

En el anexo 1 pagina 59 se puede apreciar todo el plano del nivel 540 así como las demás labores en operación. En la siguiente figura se aprecia un plano de toda la operación mina en el nivel 540, así como las distancias por tramos de todos los frentes los cuales se usaron para realizar la simulación con GPSS.

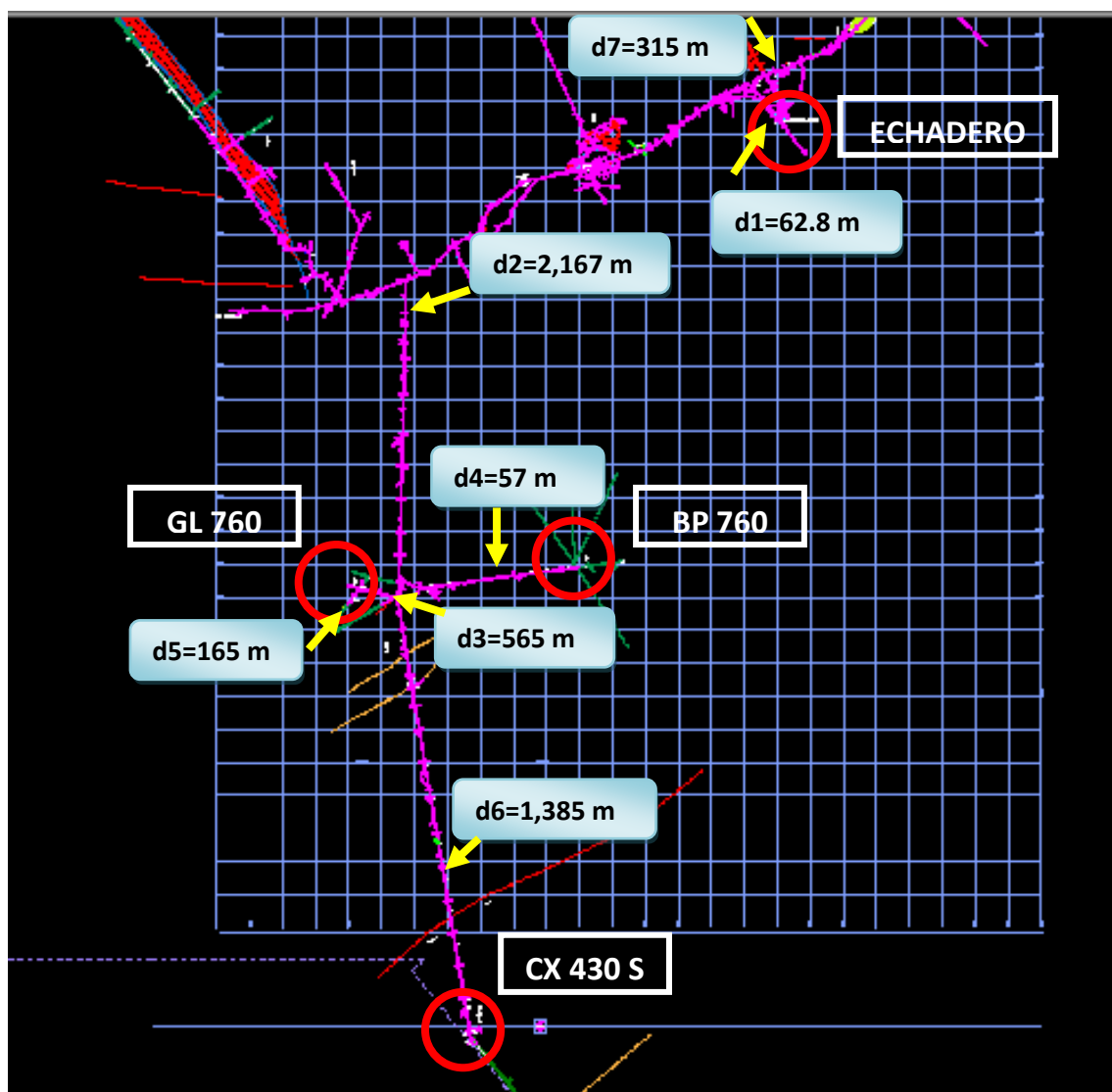


Figura 3.2 Plano de toda la operación mina en el NV 540.

3.2 SIMULACIÓN DEL MODELO PARA UN ECHADERO

Modelo en GPSS del transporte del desmote en el NV 540 con un echadero.

```

INITIAL X$NUMP,0
INITIAL X$TONELADAS,0
INITIAL X$COSTOUNIT,0
INITIAL X$COSTOTOTAL,0
INITIAL X$UTIL,0
*****
ECHA1 STORAGE 1

*****
CAP EQU 50.0 ; ;TN

*****
TIEMPO EQU 7.0

*****
NLOCOM EQU 4 ; 04 LOCOMOTORAS
NPALA EQU 2 ; 02 PALAS
NSCOOP EQU 1 ; 01 SCOOP

CLOCOM EQU 40.0#(NLOCOM)#(TIEMPO)
CSCOOP EQU 90.0#(NSCOOP)#(TIEMPO)
CPALA EQU 20.0#(NPALA)#(TIEMPO)

*****DISTANCIAS*****
T1 EQU 62.0/10#0.06#3
T2 EQU 2167.0/10#0.06#3
T3 EQU 565.0/10#0.06#3
T4 EQU 57.0/10#0.06#3
T5 EQU 165.0/10#0.06#3
T6 EQU 1385.0/10#0.06#3

GENERATE 40,5,0,NLOCOM
ADVANCE 40 ; DEMORA DESDE LAS 7 AL INICIO
DE DESCARGA DE LOCOMOTORAS

SAVEVALUE NUMP+,1
ASSIGN 2,X$NUMP
ADVANCE T1
CONTINUAR ADVANCE T2
TEST E P2,1,OPCION2
OPCION1 ADVANCE T4
ADVANCE T6
QUEUE CSCO
SEIZE SCO
DEPART CSCO
ADVANCE 23,7 ; TIEMPO DE CARGUIO DE SCOOP
RELEASE SCO
ADVANCE T6
ADVANCE T4
SIGUE ADVANCE T2

ADVANCE T1

```

```

        QUEUE      CECH1
        SEIZE      ECHA1
        DEPART    CECH1
        ADVANCE   60,15          ; TIEMPO DE DESCARGA EN ECHADERO
        RELEASE   ECHA1
        ADVANCE   T1
        TRANSFER  ,CONT
CONT     SAVEVALUE TONELADAS+,CAP
        TEST L    C1,(TIEMPO#60.0),FIN
        TRANSFER  ,CONTINUAR

OPCION2 TRANSFER 0.9,OPCION1,PALA
PALA     TRANSFER .50,PALA2,PALA1
PALA1    ADVANCE T4          ; TIEMPO VACIO DE PTO1 A PALA1
        ADVANCE  T5
        QUEUE    CPAL1
        SEIZE    PAL1
        DEPART   CPAL1
        ADVANCE  43,6
        RELEASE  PAL1
        ADVANCE  T5          ; DE PALA1 A ECHDERO
        ADVANCE  T4
        TRANSFER ,SIGUE

PALA2    ADVANCE T3          ; TIEMPO VACIO DE PTO1 A LA
PALA2

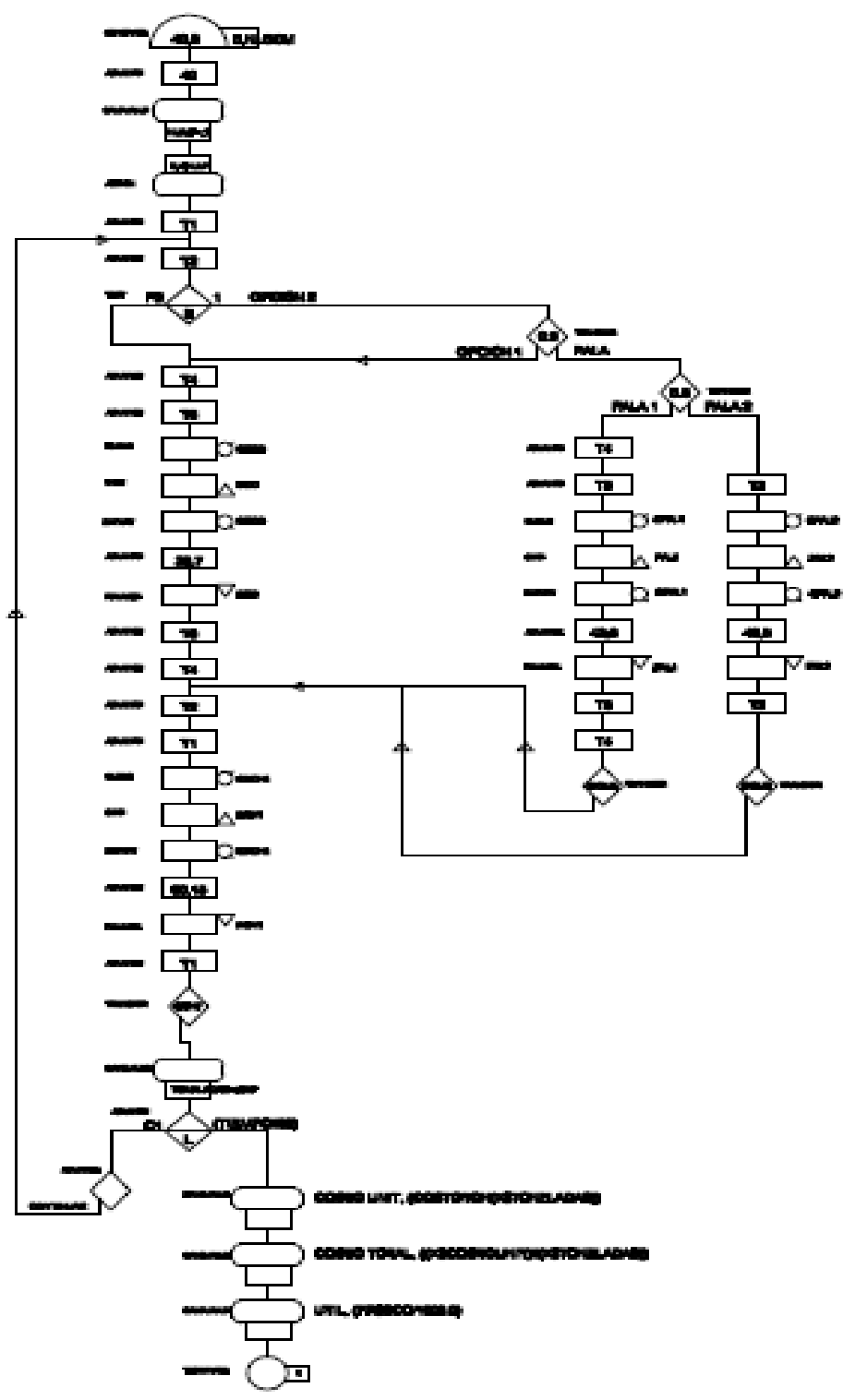
        QUEUE    CPAL2
        SEIZE    PAL2
        DEPART   CPAL2
        ADVANCE  43,6
        RELEASE  PAL2
        ADVANCE  T3
        TRANSFER ,SIGUE

FIN      SAVEVALUE COSTOUNIT,(COSTOTON(X$TONELADAS))
        SAVEVALUE COSTOTOTAL,((X$COSTOUNIT)#(X$TONELADAS))
        SAVEVALUE UTIL,(FR$SCO/1000.0)
        TERMINATE 1
        START    1

PROCEDURE COSTOTON(TONELAJE) BEGIN
TEMPORARY COSTO,VAR;
VAR=(FR$PAL1+FR$PAL2)/NPALA;
COSTO=((CLOCOM+CSCOOP#FR$SCO/1000+CPALA#VAR/1000)/TONELAJE);
RETURN COSTO;
END;

```


3.3 DIGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO EN GPSS DEL TRANSPORTE DE DESMONTE EN EL NV 540.



3.4 ANÁLISIS DE EN LAS VARIANTES DE SIMULACIÓN

3.4.1 RESULTADOS CON EL GPSS PARA DIFERENTE NÚMERO DE LOCOMOTORAS CON UN SOLO ECHADERO.

Resultados para 2 locomotoras

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	2.000
TONELADAS	0	150.000
COSTOUNIT	0	4.325
COSTOTOTAL	0	648.696
UTIL	0	0.122

Resultados para 3 locomotoras

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	3.000
TONELADAS	0	200.000
COSTOUNIT	0	4.673
COSTOTOTAL	0	934.531
UTIL	0	0.074

Resultados para 4 locomotoras

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	4.000
TONELADAS	0	150.000
COSTOUNIT	0	8.383
COSTOTOTAL	0	1257.402
UTIL	0	0.175

3.4.2 ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE LOCOMOTORAS CON UN SOLO ECHADERO.

Analizando para el siguiente caso de uso de distintos números de locomotoras a emplear en el transporte del desmonte tenemos que solo necesario trabajar con 3 locomotoras como se aprecia en el gráfico, también obtenemos la mayor rentabilidad y el mayor tonelaje, esto deducido con el GPSS, para mayor detalle ver el anexo 2 páginas del 63 al 71 donde se tiene el reporte completo de toda la simulación.

Al realizar la simulación cambiando el número de locomotoras en el modelo planteado, tenemos los siguientes resultados.

Tabla 3.1 Tabla de las toneladas y costos extraídos del CX 430 S analizado para diferente número de locomotoras.

Nº LOCOMOTORAS	TONELADAS	COSTO (\$/t)	COSTO TOTAL (\$)
2	150	4.3	648.7
3	200	4.7	934.5
4	150	8.4	1257.4

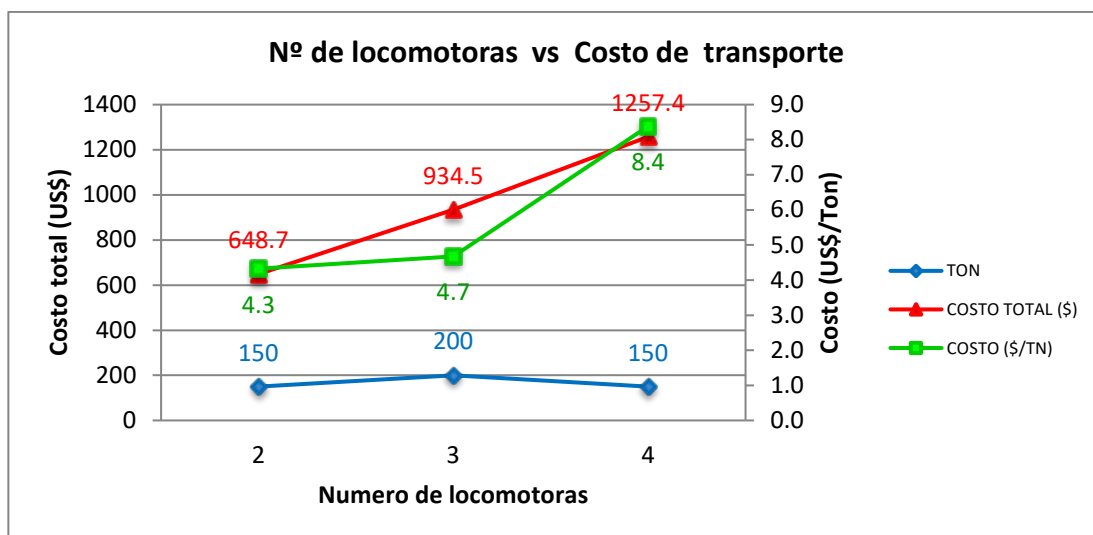


Figura 3.3 Gráfico de los costos involucrados para diferente número de locomotoras con un solo echadero, para la extracción del desmonte.

3.5 ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN CON DOS ECHADEROS,

Modelo en GPSS del transporte del desmorte en el NV 540 con dos echadero.

```

INITIAL X$NUMP,0
INITIAL X$TONELADAS,0
INITIAL X$COSTOUNIT,0
INITIAL X$COSTOTOTAL,0
INITIAL X$UTIL,0
*****
ECHA1 STORAGE 1

*****
CAP EQU 50.0 ; ;TN

*****
TIEMPO EQU 7.0

*****
NLOCOM EQU 4 ; 02 LOCOMOTORAS
NPALA EQU 2 ; 02 PALAS
NSCOOP EQU 1

CLOCOM EQU 40.0#(NLOCOM)#(TIEMPO)
CSCOOP EQU 90.0#(NSCOOP)#(TIEMPO)
CPALA EQU 20.0#(NPALA)#(TIEMPO)

*****DISTANCIAS*****
T1 EQU 62.0/10#0.06#3
T2 EQU 2167.0/10#0.06#3
T3 EQU 565.0/10#0.06#3
T4 EQU 57.0/10#0.06#3
T5 EQU 165.0/10#0.06#3
T6 EQU 1385.0/10#0.06#3
T7 EQU 315.0/10#0.06#3

GENERATE 40,5,0,NLOCOM
ADVANCE 40 ;DEMORA DESDE LAS 7 AL INICIO
DE DESCARGA DE LOCOMOTORAS
SAVEVALUE NUMP+,1
ASSIGN 2,X$NUMP
ADVANCE T1
CONTINUAR ADVANCE T2
TEST E P2,1,OPCION2
OPCION1 ADVANCE T4
ADVANCE T6
QUEUE CSCO
SEIZE SCO
DEPART CSCO
ADVANCE 23,7 ;TIEMPO DE CARGUIO DE SCOOP
RELEASE SCO
ADVANCE T6
ADVANCE T4
SIGUE ADVANCE T2
GATE NU ECHA1,NO
ADVANCE T1
QUEUE CECH1

```

```

SEIZE      ECHA1
DEPART     CECH1
ADVANCE    60,15          ;TIEMPO DE CARGUIO DE SCOOP
RELEASE    ECHA1
ADVANCE    T1
TRANSFER   ,CONT

NO         ADVANCE    T7
          QUEUE      CECH2
          SEIZE      ECH2
          DEPART     CECH2
          ADVANCE    60,15          ;TIEMPO DE CARGUIO DE SCOOP
          RELEASE    ECH2
          ADVANCE    T7

CONT      SAVEVALUE  TONELADAS+,CAP

          TEST L     C1,(TIEMPO#60.0),FIN
          TRANSFER   ,CONTINUAR

OPCION2   TRANSFER   0.9,OPCION1,PALA
PALA      TRANSFER   .50,PALA2,PALA1
PALA1     ADVANCE    T4          ;TIEMPOVACIO DE PTO1 A PALA1
          ADVANCE    T5
          QUEUE      CPAL1
          SEIZE      PAL1
          DEPART     CPAL1
          ADVANCE    43,6
          RELEASE    PAL1
          ADVANCE    T5          ; DE PALA1 A ECHDERO
          ADVANCE    T4
          TRANSFER   ,SIGUE

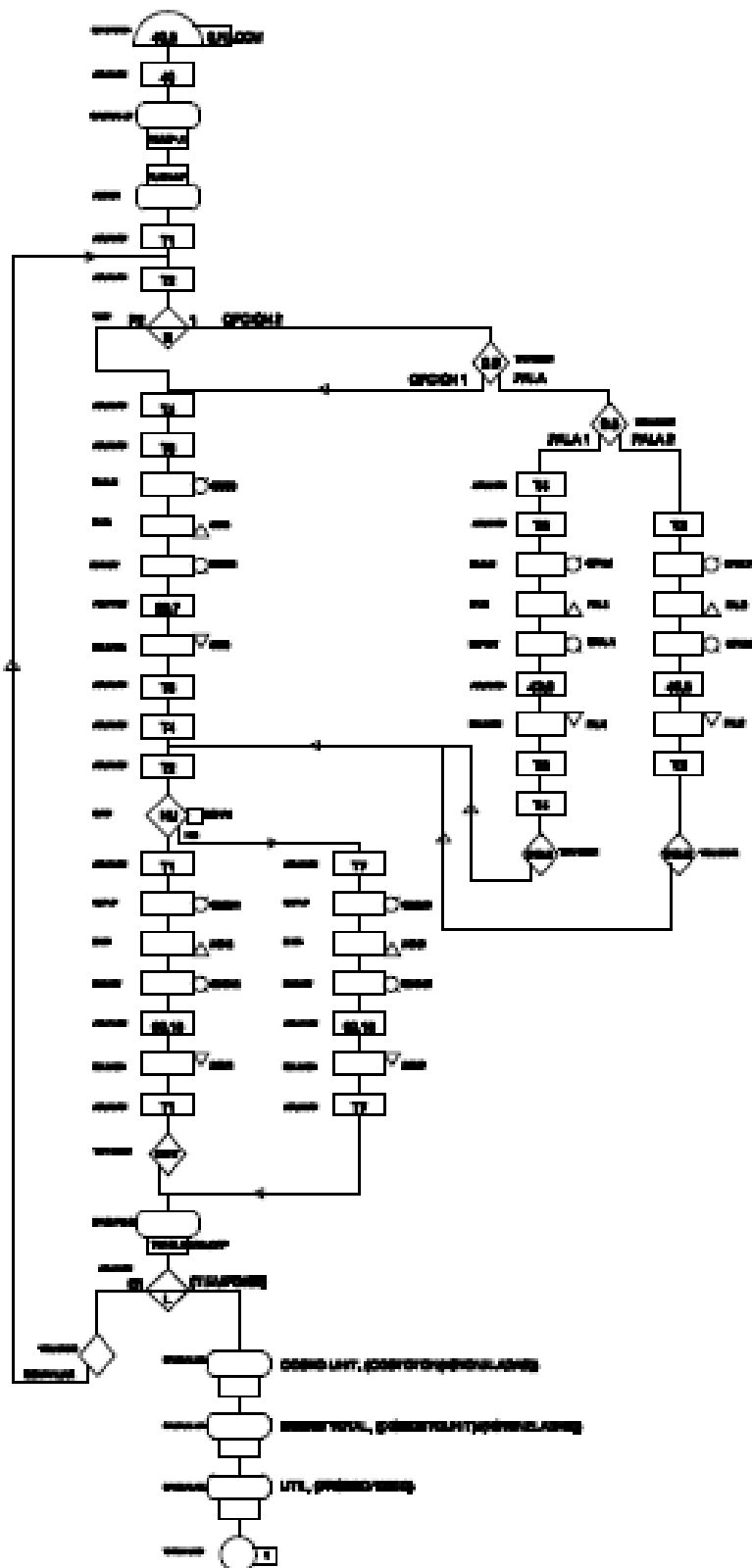
PALA2     ADVANCE    T3          ;TIEMPO VACIO DE PTO1 A LA
PALA2     QUEUE      CPAL2
          SEIZE      PAL2
          DEPART     CPAL2
          ADVANCE    43,6
          RELEASE    PAL2
          ADVANCE    T3
          TRANSFER   ,SIGUE

FIN       SAVEVALUE  COSTOUNIT,(COSTOTON(X$TONELADAS))
          SAVEVALUE  COSTOTOTAL,((X$COSTOUNIT)#(X$TONELADAS))
          SAVEVALUE  UTIL,(FR$SCO/1000.0)
          TERMINATE  1
          START      1

PROCEDURE COSTOTON(TONELAJE) BEGIN
TEMPORARY COSTO,VAR;
VAR=(FR$PAL1+FR$PAL2)/NPALA;
COSTO=((CLOCOM+CSCOOP#FR$SCO/1000+CPALA#VAR/1000)/TONELAJE);
RETURN COSTO;
END;

```

3.6 DIGRAMA DE BLOQUES DEL MODELO EN GPSS PARA DOS ECHADEROS



3.7 ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN PARA DOS ECHADEROS

Otra alternativa que se plantea es de tener dos echaderos para esto se debe contar con 4 locomotoras para poder tener la capacidad de lograr transportar el desmote producido por guardia. La simulación efectuada para este caso resulta con un costo unitario 5.0 US\$ menor que con tres locomotoras 8.4 US\$

Los trabajos de rehabilitación que se están realizando en la GL 860 para su minado producirán en promedio 50 t de desmote. Por lo que con la simulación de este futuro caso se necesitaran cuatro locomotoras.

Se adjunta los resultados de todos los reportes de la simulación para el caso de dos echaderos en el anexo 3 páginas del 72 al 81

Tabla 3.2 Tabla de las toneladas y costos extraídos del CX 430 S analizado para diferente número de locomotoras y los casos de contar con uno y dos echaderos.

Nº LOCOM.	01 ECHADERO			02 ECHADERO		
	TON. 1	C.U. 1	C.T. 1	TON. 2	C.U.2	C.T. 2
2	150	4.3	648.7	150	4.4	655.64
3	200	4.7	934.5	200	4.7	942.51
4	150	8.4	1257.4	250	5.0	1261.962

Se puede apreciar que para cuatro locomotoras y dos echaderos se extraen 250 t en comparación con tres locomotoras y un solo echadero solo extrae 150 t esto debido a las colas que se formarían en el único echadero que se tiene y que es el único con que realmente se cuenta en la actualidad. Se adjunta el plano del Pique principal y del futuro echadero de la GL 860 ver el anexo 1 página. 61.

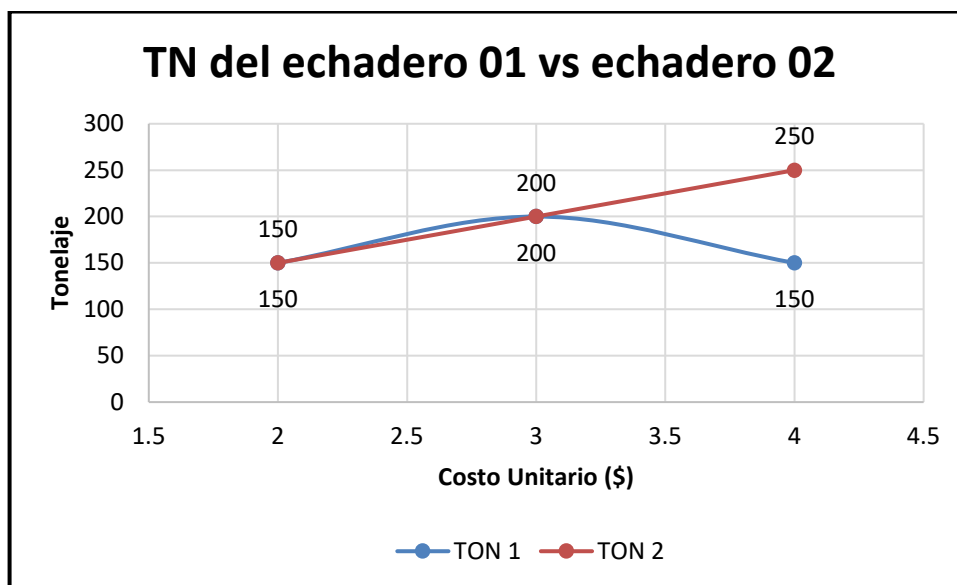


Figura 3.4 Gráfico de los costos involucrados para diferente número de locomotoras involucrados en la extracción del desmote con uno y dos echaderos

Los costos unitarios simulados de contar con cuatro locomotoras y dos echaderos son de 5.0 US\$, en comparación con los 8.4US\$ de solo contar con tres locomotoras y un solo echadero. Para el caso de tener un frente más, la GL 860, que ya dentro de tres meses entrara en producción.

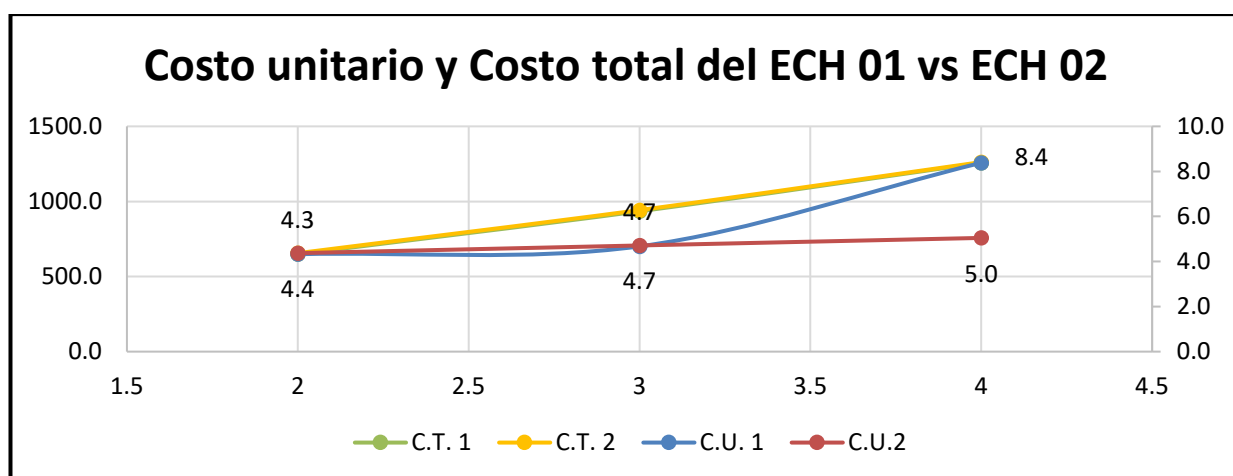


Figura 3.5 Gráfico de los Costos Unitarios y Costos Totales para diferente número de locomotoras involucrados en la extracción del desmote con uno y dos echaderos

3.8 CÁLCULO DEL DESMONTE PROMEDIO TRANSPORTADO POR GUARDIA

En el nivel 540 se extrae en promedio 198.91 t por guardia.

Realizando los cálculos con los datos de mina tenemos el siguiente histograma.

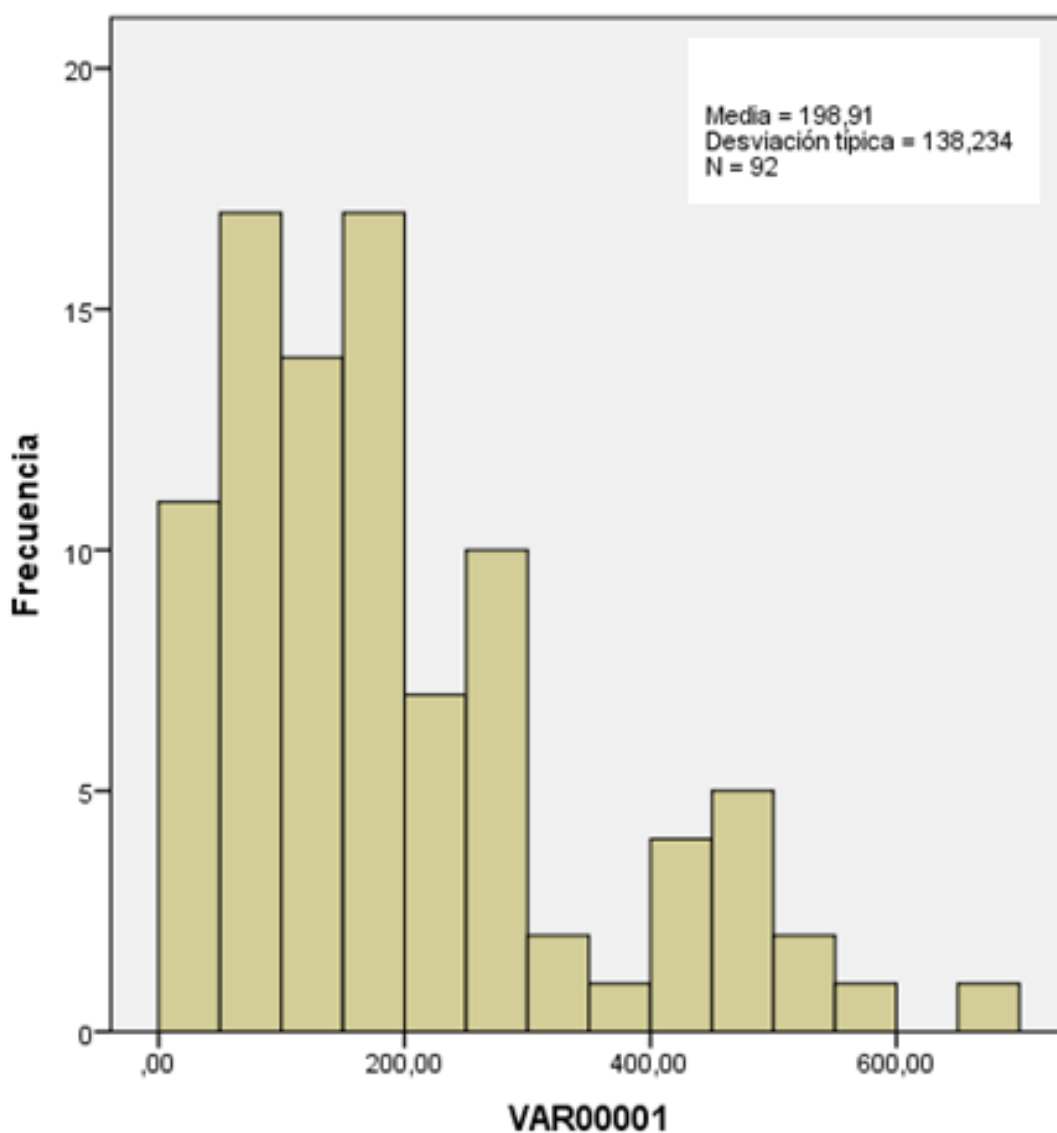


Figura 3.6 Gráfico del histograma de los tonelajes extraídos por guardia en el NV. 540.

Los resultados obtenidos se acercan bastante al tonelaje simulado con el GPSS de 200 t extraídas por guardia. Con esto confirmamos los resultados de la simulación para los casos anteriormente planteados.

Los datos obtenidos por fechas en campo se muestran a continuación.

Tabla 3.3 Tabla de las toneladas extraídos de frente CX 430 S por guardia desde Mayo hasta Setiembre del 2013.

FECHA	Toneladas de DESMONTE
23/04/2013	221
24/04/2013	252
25/04/2013	176
26/04/2013	90
27/04/2013	180
29/04/2013	45
30/04/2013	36
02/05/2013	180
03/05/2013	225
04/05/2013	207
05/05/2013	135
06/05/2013	180
07/05/2013	288
08/05/2013	90
09/05/2013	135
10/05/2013	225
11/05/2013	171
12/05/2013	45
13/05/2013	135
14/05/2013	180
15/05/2013	180
16/05/2013	216
17/05/2013	225
18/05/2013	90
19/05/2013	90
20/05/2013	180
21/05/2013	135
22/05/2013	90
23/05/2013	90

24/05/2013	225
25/05/2013	135
26/05/2013	135
28/05/2013	270
31/05/2013	122
04/06/2013	81
05/06/2013	261
06/06/2013	176
07/06/2013	180
08/06/2013	180
19/06/2013	135
20/06/2013	180
21/06/2013	90
22/06/2013	45
23/06/2013	90
24/06/2013	450
25/06/2013	522
26/06/2013	522
27/06/2013	405
28/06/2013	450
29/06/2013	108
30/06/2013	90
01/07/2013	342
02/07/2013	252
05/07/2013	288
06/07/2013	414
08/07/2013	432
09/07/2013	180
10/07/2013	180
11/07/2013	450
12/07/2013	576
13/07/2013	432
14/07/2013	270
15/07/2013	270
16/07/2013	468
17/07/2013	360
18/07/2013	270
19/07/2013	252
20/07/2013	657
21/07/2013	180
22/07/2013	450
23/08/2013	135

24/08/2013	113
25/08/2013	90
26/08/2013	90
27/08/2013	135
28/08/2013	90
29/08/2013	90
30/08/2013	45
31/08/2013	158
01/09/2013	45
05/09/2013	90
07/09/2013	45
09/09/2013	126
10/09/2013	126
11/09/2013	45
13/09/2013	45
14/09/2013	45
16/09/2013	180
17/09/2013	315
18/09/2013	45
19/09/2013	90
20/09/2013	90
21/09/2013	135
Total general	18432

CONCLUSIONES

1. Se puede comprobar que con tres locomotoras y un solo echadero que es el caso actual solo es necesario contar con tres locomotoras de 10 carros cada una trasladando 200 t con un costo de 4.7 US\$/t.
2. Se determina que si el horario se establece permanentemente en dos horas de atención tanto a inicio de guardia como al final de guardia se garantiza la evacuación del desmonte para la guardia siguiente.
3. Los resultados obtenidos del tonelaje simulado es de 200 t por guardia mientras que el tonelaje promedio real es de 198.91 t lo que nos permite tener la certeza de los datos obtenidos a partir de la simulación con GPSS.
4. Si se contara con 2 echaderos sería necesario tener 4 locomotoras, con ello se transportaría 250 t a un costo de 5 US\$/t.
5. Casi la gran mayoría de los procesos mineros son procesos estocásticos probabilísticos, los cuales no se puede ver la tendencia que tendrán con la recopilación de datos históricos mediante la estadística tradicional porque tiene sus limitaciones. Es allí donde herramientas como el programa de simulación GPSS nos da una alternativa para poder ver estos sistemas tan complejos y hacerlos simples mediante su programación y poder ver la tendencia que tendrán.

RECOMENDACIONES

- La mina tiene una gran complejidad por las labores tan alejadas que tiene, pero con la simulación mediante el programa GPSS se puede obtener información para realizar un planeamiento de las operaciones y ver los resultados anticipadamente y ver la viabilidad de la operación.
- Se recomienda realizar la simulación para las demás operaciones mina, en especial del pique responsable de la evacuación del mineral y desmonte para obtener un valor real de su utilización, ya que es una de las principales causas de demora en interior mina, la evacuación del mineral y del desmonte.
- Los equipos empleados como dumper y scoop carecen de radios por lo cual es complicado saber su rutina y posición, una alternativa de saber realmente su producción es modelando su trabajo mediante el GPSS para poder contrastar su utilización real con lo que realmente debería de producir.

BIBLIOGRAFÍA

AZARANG ESFANDIARI, Mohamman R. y GARCÍA DUNNA, Eduardo
Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos, México, Mc GRAW-HILL Editores 1996.

MARÍN SUAREZ, Alfredo, Notas de Clase de los cursos: Geoestadística I y II, Análisis de
Sistemas Mineros UNI, Lima 2006

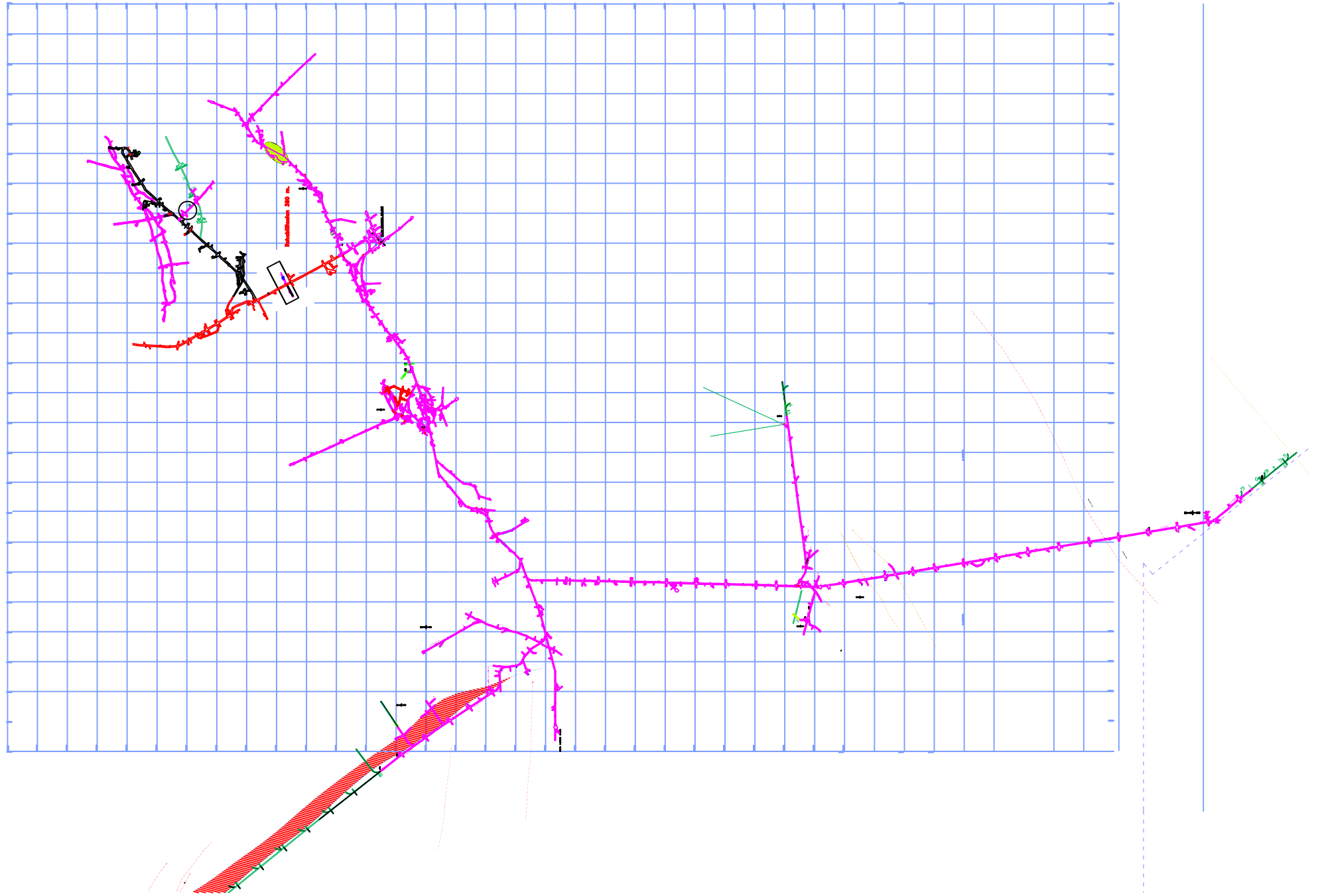
MARTÍNEZ CONTRATISTA E INGENIEROS SOCIEDAD ANÓNIMA, Reportes de
Frentes Pilotos CX 430-S, Informe mensual 2013.

MOYA, Rufino y SARA VIA, Gregorio Probabilidad e inferencia Estadística, pp. 485-774

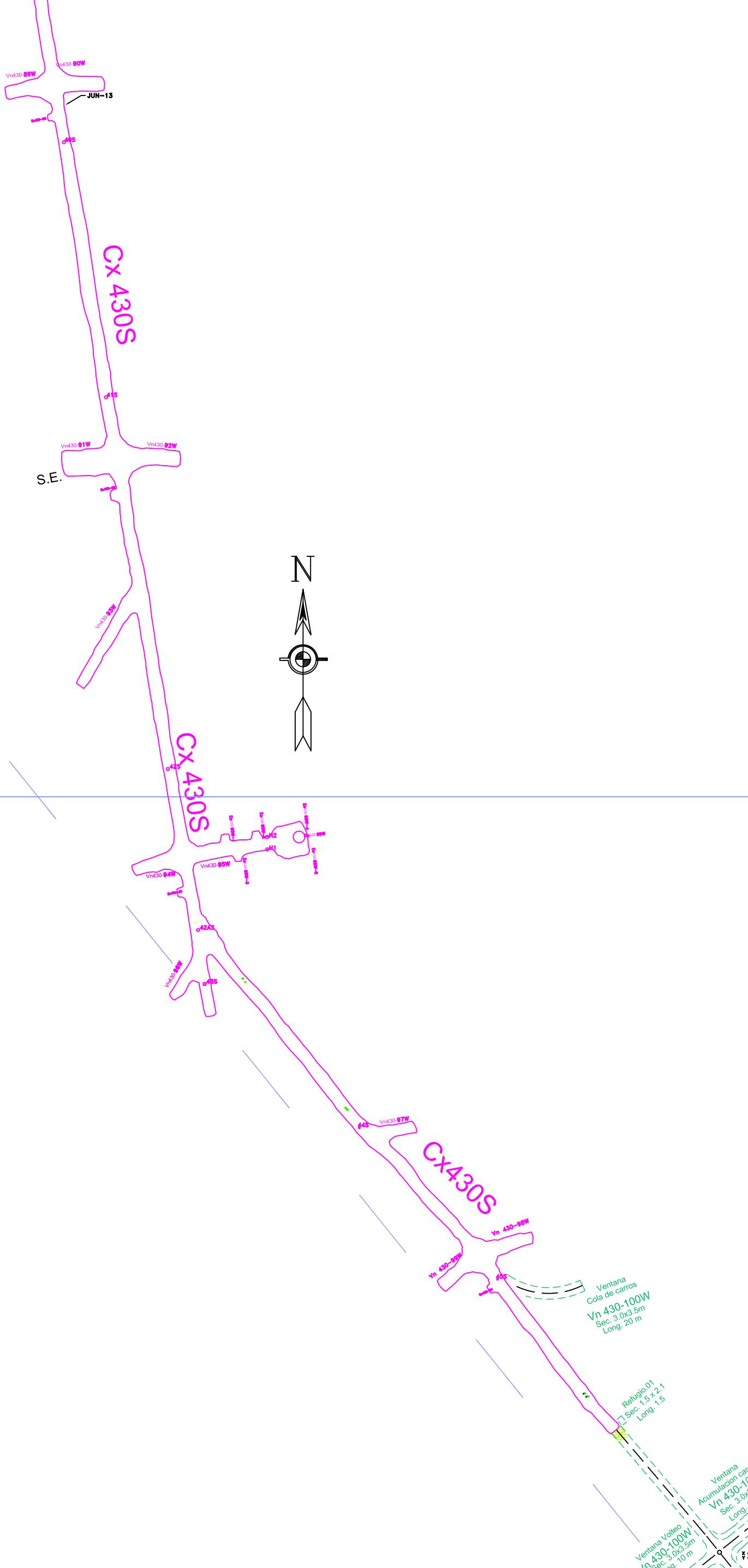
STURGUL, Jhon R. Mine Design Examples Using Simulation, Society for Mining,
Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME)
Littleton, CO, USA, Editado en 1999

ANEXO 1

1.1 PLANO GENERAL DEL NIVEL 540

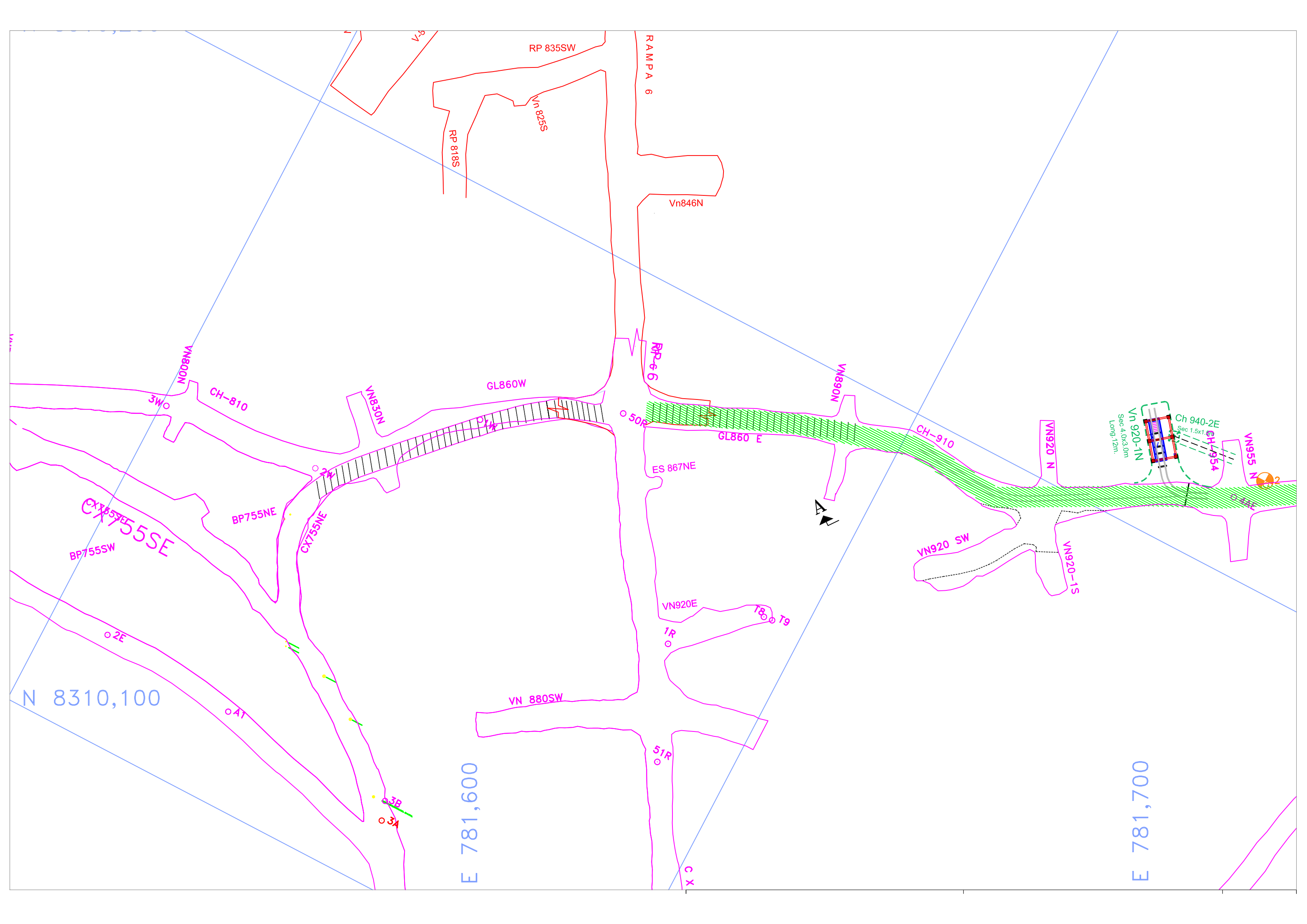


1.2 PLANO GENERAL DEL CX 430 S, NIVEL 540



		MINA CHIPMO - CUERPO MELISSA PLANO GEOLÓGICO Cx 430 S Nv. 3540	Lámina: 42
Elaborado : Topografía	FECHA :		Escala : 1/1500
Dibujado : Topografía-cad	OCT-2013	Area/Departamento : Topografía	Formato : A4
Revisado : Ing.		Seccion : Topografía	
Aprobado : Ing.			
Ruta : C:\Users\Ipc1\Desktop\FIGMM28129\plano NV 540 Y Bloques GPSSINV3540 GL 430-1E OK.dwg			

1.3 PLANO GENERAL DEL PIQUE PRINCIPAL, NIVEL 540



RP 835SW

RAMP A 6

RP 818S

Vn 835S

Vn 846N

N008NA

CH-810

3WO

VN830N

GL860W

RP-6

VN890N

o 50R

GL860 E

CH-910

VN920 N

Vn 920-1N
Sec 4.0x3.0m
Long 12m

Ch 940-2E
Sec 1.5x1.8

CH 7554

VN955 N

o 41E

BP755NE

CX755NE

ES 867NE

CX755SE

BP755SW

VN920 SW

VN920-1S

N 8310,100

o 2E

o 41

VN 880SW

VN920E

T8 o T9

1R o

E 781,600

51R o

CX

E 781,700



o 3B
o 3A

ANEXO 2

2.1 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 2 LOCOMOTORAS Y UN ECHADERO

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 01 ECHADERO.178.1

Monday, November 25, 2013 17:59:47

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	541.676	52	4	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10025.000
CLOCOM	560.000
CONT	26.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10023.000
CPAL2	UNSPECIFIED
CPALA	280.000
CSCO	10021.000
CSCOOP	630.000
ECHA1	10006.000
FIN	49.000
NLOCOM	2.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	29.000
PAL1	10024.000
PAL2	10026.000
PALA	30.000
PALA1	31.000
PALA2	41.000
SCO	10022.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED
UTIL	10005.000
VAR	UNSPECIFIED

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	2	0	0
	2	ADVANCE	2	0	0
	3	SAVEVALUE	2	0	0
	4	ASSIGN	2	0	0
	5	ADVANCE	2	0	0
CONTINUAR	6	ADVANCE	4	0	0
	7	TEST	4	0	0
OPCION1	8	ADVANCE	3	0	0
	9	ADVANCE	3	0	0
	10	QUEUE	3	0	0
	11	SEIZE	3	0	0
	12	DEPART	3	0	0
	13	ADVANCE	3	0	0
	14	RELEASE	3	0	0
	15	ADVANCE	3	0	0
	16	ADVANCE	3	0	0
SIGUE	17	ADVANCE	4	0	0
	18	ADVANCE	4	0	0
	19	QUEUE	4	0	0
	20	SEIZE	4	0	0
	21	DEPART	4	0	0
	22	ADVANCE	4	1	0
	23	RELEASE	3	0	0
	24	ADVANCE	3	0	0
	25	TRANSFER	3	0	0
CONT	26	SAVEVALUE	3	0	0
	27	TEST	3	0	0
	28	TRANSFER	2	0	0
OPCION2	29	TRANSFER	2	0	0
PALA	30	TRANSFER	1	0	0
PALA1	31	ADVANCE	1	0	0
	32	ADVANCE	1	0	0
	33	QUEUE	1	0	0
	34	SEIZE	1	0	0
	35	DEPART	1	0	0
	36	ADVANCE	1	0	0
	37	RELEASE	1	0	0
	38	ADVANCE	1	0	0
	39	ADVANCE	1	0	0
	40	TRANSFER	1	0	0
PALA2	41	ADVANCE	0	0	0
	42	QUEUE	0	0	0
	43	SEIZE	0	0	0
	44	DEPART	0	0	0
	45	ADVANCE	0	0	0
	46	RELEASE	0	0	0
	47	ADVANCE	0	0	0
	48	TRANSFER	0	0	0
FIN	49	SAVEVALUE	1	0	0
	50	SAVEVALUE	1	0	0
	51	SAVEVALUE	1	0	0
	52	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	4	0.359	48.656	1	2	0	0	0	0
SCO	3	0.122	22.041	1	0	0	0	0	0
PAL1	1	0.084	45.623	1	0	0	0	0	0
PAL2	0	0.000	0.000	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
CSCO	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CPAL1	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0
CECH1	1	0	4	2	0.151	20.385	40.769	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	2.000
TONELADAS	0	150.000
COSTOUNIT	0	4.325
COSTOTOTAL	0	648.696
UTIL	0	0.122

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
2		0	609.202	2	22	23	2	2.000

2.2 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 3 LOCOMOTORAS Y UN ECHADERO

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 01 ECHADERO.179.1

Monday, November 25, 2013 18:13:58

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	486.022	52	4	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10027.000
CLOCOM	840.000
CONT	26.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10025.000
CPAL2	10023.000
CPALA	280.000
CSCO	10021.000
CSCOOP	630.000
ECHA1	10006.000
FIN	49.000
NLOCOM	3.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	29.000
PAL1	10026.000
PAL2	10024.000
PALA	30.000
PALA1	31.000
PALA2	41.000
SCO	10022.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED
UTIL	10005.000
VAR	UNSPECIFIED

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	3	0	0
	2	ADVANCE	3	0	0
	3	SAVEVALUE	3	0	0
	4	ASSIGN	3	0	0
	5	ADVANCE	3	0	0
CONTINUAR	6	ADVANCE	6	0	0
	7	TEST	6	0	0
OPCION1	8	ADVANCE	2	0	0
	9	ADVANCE	2	0	0
	10	QUEUE	2	0	0
	11	SEIZE	2	0	0
	12	DEPART	2	0	0
	13	ADVANCE	2	0	0
	14	RELEASE	2	0	0
	15	ADVANCE	2	0	0
	16	ADVANCE	2	0	0
SIGUE	17	ADVANCE	5	1	0
	18	ADVANCE	4	0	0
	19	QUEUE	4	0	0
	20	SEIZE	4	0	0
	21	DEPART	4	0	0
	22	ADVANCE	4	0	0
	23	RELEASE	4	0	0
	24	ADVANCE	4	0	0
	25	TRANSFER	4	0	0
CONT	26	SAVEVALUE	4	0	0
	27	TEST	4	0	0
	28	TRANSFER	3	0	0
OPCION2	29	TRANSFER	4	0	0
PALA	30	TRANSFER	4	0	0
PALA1	31	ADVANCE	3	0	0
	32	ADVANCE	3	0	0
	33	QUEUE	3	0	0
	34	SEIZE	3	0	0
	35	DEPART	3	0	0
	36	ADVANCE	3	1	0
	37	RELEASE	2	0	0
	38	ADVANCE	2	0	0
	39	ADVANCE	2	0	0
	40	TRANSFER	2	0	0
PALA2	41	ADVANCE	1	0	0
	42	QUEUE	1	0	0
	43	SEIZE	1	0	0
	44	DEPART	1	0	0
	45	ADVANCE	1	0	0
	46	RELEASE	1	0	0
	47	ADVANCE	1	0	0
	48	TRANSFER	1	0	0
FIN	49	SAVEVALUE	1	0	0
	50	SAVEVALUE	1	0	0
	51	SAVEVALUE	1	0	0
	52	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	4	0.477	57.930	1		0	0	0	0
SCO	2	0.074	18.029	1		0	0	0	0
PAL2	1	0.101	48.850	1		0	0	0	0
PAL1	3	0.241	39.020	1		3	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
CSCO	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CPAL2	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0
CPAL1	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CECH1	1	0	4	2	0.124	15.084	30.169	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	3.000
TONELADAS	0	200.000
COSTOUNIT	0	4.673
COSTOTOTAL	0	934.531
UTIL	0	0.074

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
	2	0	487.103	2	17	18	2	2.000
	3	0	499.658	3	36	37	2	3.000

2.3 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 4 LOCOMOTORAS Y UN ECHADERO

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 01 ECHADERO.180.1

Monday, November 25, 2013 18:17:29

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	452.296	52	4	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10025.000
CLOCOM	1120.000
CONT	26.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10026.000
CPAL2	10023.000
CPALA	280.000
CSCO	10021.000
CSCOOP	630.000
ECHA1	10006.000
FIN	49.000
NLOCOM	4.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	29.000
PAL1	10027.000
PAL2	10024.000
PALA	30.000
PALA1	31.000
PALA2	41.000
SCO	10022.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED
UTIL	10005.000
VAR	UNSPECIFIED

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	4	0	0
	2	ADVANCE	4	0	0
	3	SAVEVALUE	4	0	0
	4	ASSIGN	4	0	0
	5	ADVANCE	4	0	0
CONTINUAR	6	ADVANCE	6	0	0
	7	TEST	6	0	0
OPCION1	8	ADVANCE	4	0	0
	9	ADVANCE	4	0	0
	10	QUEUE	4	0	0
	11	SEIZE	4	0	0
	12	DEPART	4	0	0
	13	ADVANCE	4	1	0
	14	RELEASE	3	0	0
	15	ADVANCE	3	0	0
	16	ADVANCE	3	0	0
SIGUE	17	ADVANCE	5	1	0
	18	ADVANCE	4	0	0
	19	QUEUE	4	0	0
	20	SEIZE	4	0	0
	21	DEPART	4	0	0
	22	ADVANCE	4	1	0
	23	RELEASE	3	0	0
	24	ADVANCE	3	0	0
	25	TRANSFER	3	0	0
CONT	26	SAVEVALUE	3	0	0
	27	TEST	3	0	0
	28	TRANSFER	2	0	0
OPCION2	29	TRANSFER	4	0	0
PALA	30	TRANSFER	2	0	0
PALA1	31	ADVANCE	1	0	0
	32	ADVANCE	1	0	0
	33	QUEUE	1	0	0
	34	SEIZE	1	0	0
	35	DEPART	1	0	0
	36	ADVANCE	1	0	0
	37	RELEASE	1	0	0
	38	ADVANCE	1	0	0
	39	ADVANCE	1	0	0
	40	TRANSFER	1	0	0
PALA2	41	ADVANCE	1	0	0
	42	QUEUE	1	0	0
	43	SEIZE	1	0	0
	44	DEPART	1	0	0
	45	ADVANCE	1	0	0
	46	RELEASE	1	0	0
	47	ADVANCE	1	0	0
	48	TRANSFER	1	0	0
FIN	49	SAVEVALUE	1	0	0
	50	SAVEVALUE	1	0	0
	51	SAVEVALUE	1	0	0
	52	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	4	0.474	53.557	1	4	0	0	0	0	0
SCO	4	0.175	19.770	1	2	0	0	0	0	0
PAL2	1	0.091	41.131	1	0	0	0	0	0	0
PAL1	1	0.104	46.909	1	0	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.	CONT.	AVE.	TIME	AVE.	(-0)	RETRY
CSCO	1	0	4	4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	
CPAL2	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	
CECH1	2	0	4	1	0.449	50.773	67.697	0	0	0	
CPAL1	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.	C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	4.000
TONELADAS	0	150.000
COSTOUNIT	0	8.383
COSTOTOTAL	0	1257.402
UTIL	0	0.175

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
2	0	464.770	2	13	14	2	2.000	
1	0	466.167	1	17	18	2	1.000	
4	0	524.095	4	22	23	2	4.0	

ANEXO 3

3.1 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 2 LOCOMOTORAS Y DOS ECHADEROS

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 02 ECHADEROS.179.1

Friday, November 29, 2013 09:30:53

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	500.293	60	5	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10026.000
CECH2	10027.000
CLOCOM	560.000
CONT	34.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10024.000
CPAL2	10029.000
CPALA	280.000
CSCO	10022.000
CSCOOP	630.000
ECH2	10028.000
ECHA1	10006.000
FIN	57.000
NLOCOM	2.000
NO	27.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	37.000
PAL1	10025.000
PAL2	10030.000
PALA	38.000
PALA1	39.000
PALA2	49.000
SCO	10023.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
T7	5.670
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED

LABEL	UTIL VAR	LOC	BLOCK TYPE	10005.000 UNSPECIFIED	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
		1	GENERATE		2	0	0
		2	ADVANCE		2	0	0
		3	SAVEVALUE		2	0	0
		4	ASSIGN		2	0	0
		5	ADVANCE		2	0	0
CONTINUAR		6	ADVANCE		4	0	0
		7	TEST		4	0	0
OPCION1		8	ADVANCE		2	0	0
		9	ADVANCE		2	0	0
		10	QUEUE		2	0	0
		11	SEIZE		2	0	0
		12	DEPART		2	0	0
		13	ADVANCE		2	0	0
		14	RELEASE		2	0	0
		15	ADVANCE		2	0	0
		16	ADVANCE		2	0	0
SIGUE		17	ADVANCE		4	0	0
		18	GATE		4	0	0
		19	ADVANCE		2	0	0
		20	QUEUE		2	0	0
		21	SEIZE		2	0	0
		22	DEPART		2	0	0
		23	ADVANCE		2	0	0
		24	RELEASE		2	0	0
		25	ADVANCE		2	0	0
		26	TRANSFER		2	0	0
NO		27	ADVANCE		2	0	0
		28	QUEUE		2	0	0
		29	SEIZE		2	0	0
		30	DEPART		2	0	0
		31	ADVANCE		2	1	0
		32	RELEASE		1	0	0
		33	ADVANCE		1	0	0
CONT		34	SAVEVALUE		3	0	0
		35	TEST		3	0	0
		36	TRANSFER		2	0	0
OPCION2		37	TRANSFER		2	0	0
PALA		38	TRANSFER		2	0	0
PALA1		39	ADVANCE		1	0	0
		40	ADVANCE		1	0	0
		41	QUEUE		1	0	0
		42	SEIZE		1	0	0
		43	DEPART		1	0	0
		44	ADVANCE		1	0	0
		45	RELEASE		1	0	0
		46	ADVANCE		1	0	0
		47	ADVANCE		1	0	0
		48	TRANSFER		1	0	0
PALA2		49	ADVANCE		1	0	0
		50	QUEUE		1	0	0
		51	SEIZE		1	0	0
		52	DEPART		1	0	0
		53	ADVANCE		1	0	0
		54	RELEASE		1	0	0
		55	ADVANCE		1	0	0

	56	TRANSFER	1	0	0
FIN	57	SAVEVALUE	1	0	0
	58	SAVEVALUE	1	0	0
	59	SAVEVALUE	1	0	0
	60	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE.	TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	2	0.241	60.253	1	0	0	0	0	0	0
SCO	2	0.115	28.734	1	0	0	0	0	0	0
PAL1	1	0.091	45.623	1	0	0	0	0	0	0
ECH2	2	0.124	30.949	1	1	0	0	0	0	0
PAL2	1	0.075	37.557	1	0	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
CSCO	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CPAL1	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0
CECH1	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CECH2	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CPAL2	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	2.000
TONELADAS	0	150.000
COSTOUNIT	0	4.371
COSTOTOTAL	0	655.644
UTIL	0	0.115

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
	1	0	541.846	1	31	32	2	1.000

3.2 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 3 LOCOMOTORAS Y DOS ECHADEROS

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 02 ECHADEROS.180.1

Friday, November 29, 2013 09:40:11

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	500.015	60	5	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10028.000
CECH2	10029.000
CLOCOM	840.000
CONT	34.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10026.000
CPAL2	10024.000
CPALA	280.000
CSCO	10022.000
CSCOOP	630.000
ECH2	10030.000
ECHA1	10006.000
FIN	57.000
NLOCOM	3.000
NO	27.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	37.000
PAL1	10027.000
PAL2	10025.000
PALA	38.000
PALA1	39.000
PALA2	49.000
SCO	10023.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
T7	5.670
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED

LABEL	UTIL VAR	LOC	BLOCK TYPE	10005.000 UNSPECIFIED ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
		1	GENERATE	3	0	0
		2	ADVANCE	3	0	0
		3	SAVEVALUE	3	0	0
		4	ASSIGN	3	0	0
		5	ADVANCE	3	0	0
CONTINUAR		6	ADVANCE	6	0	0
		7	TEST	6	0	0
OPCION1		8	ADVANCE	2	0	0
		9	ADVANCE	2	0	0
		10	QUEUE	2	0	0
		11	SEIZE	2	0	0
		12	DEPART	2	0	0
		13	ADVANCE	2	0	0
		14	RELEASE	2	0	0
		15	ADVANCE	2	0	0
		16	ADVANCE	2	0	0
SIGUE		17	ADVANCE	6	1	0
		18	GATE	5	0	0
		19	ADVANCE	3	0	0
		20	QUEUE	3	0	0
		21	SEIZE	3	0	0
		22	DEPART	3	0	0
		23	ADVANCE	3	0	0
		24	RELEASE	3	0	0
		25	ADVANCE	3	0	0
		26	TRANSFER	3	0	0
NO		27	ADVANCE	2	0	0
		28	QUEUE	2	0	0
		29	SEIZE	2	0	0
		30	DEPART	2	0	0
		31	ADVANCE	2	1	0
		32	RELEASE	1	0	0
		33	ADVANCE	1	0	0
CONT		34	SAVEVALUE	4	0	0
		35	TEST	4	0	0
		36	TRANSFER	3	0	0
OPCION2		37	TRANSFER	4	0	0
PALA		38	TRANSFER	4	0	0
PALA1		39	ADVANCE	3	0	0
		40	ADVANCE	3	0	0
		41	QUEUE	3	0	0
		42	SEIZE	3	0	0
		43	DEPART	3	0	0
		44	ADVANCE	3	0	0
		45	RELEASE	3	0	0
		46	ADVANCE	3	0	0
		47	ADVANCE	3	0	0
		48	TRANSFER	3	0	0
PALA2		49	ADVANCE	1	0	0
		50	QUEUE	1	0	0
		51	SEIZE	1	0	0
		52	DEPART	1	0	0
		53	ADVANCE	1	0	0
		54	RELEASE	1	0	0
		55	ADVANCE	1	0	0

	56	TRANSFER	1	0	0
FIN	57	SAVEVALUE	1	0	0
	58	SAVEVALUE	1	0	0
	59	SAVEVALUE	1	0	0
	60	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	3	0.311	51.860	1	0	0	0	0	0
SCO	2	0.083	20.732	1	0	0	0	0	0
PAL2	1	0.098	48.850	1	0	0	0	0	0
PAL1	3	0.261	43.565	1	0	0	0	0	0
ECH2	2	0.178	44.428	1	3	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
CSCO	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CPAL2	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000	0
CPAL1	1	0	3	2	0.067	11.209	33.627	0
CECH1	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CECH2	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	3.000
TONELADAS	0	200.000
COSTOUNIT	0	4.713
COSTOTOTAL	0	942.514
UTIL	0	0.083

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
	2	0	521.945	2	17	18	2	2.000
	3	0	533.221	3	31	32	2	3.000

3.3 REPORTE DE LA SIMULACIÓN PARA 4 LOCOMOTORAS Y DOS ECHADEROS

GPSS World Simulation Report - ORCOPAMPA 02 ECHADEROS.181.1

Friday, November 29, 2013 09:46:44

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	521.451	60	5	1

NAME	VALUE
CAP	50.000
CECH1	10026.000
CECH2	10029.000
CLOCOM	1120.000
CONT	34.000
CONTINUAR	6.000
COSTO	UNSPECIFIED
COSTOTON	10000.000
COSTOTOTAL	10004.000
COSTOUNIT	10003.000
CPAL1	10027.000
CPAL2	10024.000
CPALA	280.000
CSCO	10022.000
CSCOOP	630.000
ECH2	10030.000
ECHA1	10006.000
FIN	57.000
NLOCOM	4.000
NO	27.000
NPALA	2.000
NSCOOP	1.000
NUMP	10001.000
OPCION1	8.000
OPCION2	37.000
PAL1	10028.000
PAL2	10025.000
PALA	38.000
PALA1	39.000
PALA2	49.000
SCO	10023.000
SIGUE	17.000
T1	1.116
T2	39.006
T3	10.170
T4	1.026
T5	2.970
T6	24.930
T7	5.670
TIEMPO	7.000
TONELADAS	10002.000
TONELAJE	UNSPECIFIED

UTIL		10005.000				
VAR		UNSPECIFIED				
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY	
	1	GENERATE	4	0	0	
	2	ADVANCE	4	0	0	
	3	SAVEVALUE	4	0	0	
	4	ASSIGN	4	0	0	
	5	ADVANCE	4	0	0	
CONTINUAR	6	ADVANCE	8	0	0	
	7	TEST	8	0	0	
OPCION1	8	ADVANCE	3	0	0	
	9	ADVANCE	3	0	0	
	10	QUEUE	3	0	0	
	11	SEIZE	3	0	0	
	12	DEPART	3	0	0	
	13	ADVANCE	3	0	0	
	14	RELEASE	3	0	0	
	15	ADVANCE	3	0	0	
	16	ADVANCE	3	0	0	
SIGUE	17	ADVANCE	7	1	0	
	18	GATE	6	0	0	
	19	ADVANCE	3	0	0	
	20	QUEUE	3	0	0	
	21	SEIZE	3	0	0	
	22	DEPART	3	0	0	
	23	ADVANCE	3	0	0	
	24	RELEASE	3	0	0	
	25	ADVANCE	3	0	0	
	26	TRANSFER	3	0	0	
NO	27	ADVANCE	3	0	0	
	28	QUEUE	3	0	0	
	29	SEIZE	3	0	0	
	30	DEPART	3	0	0	
	31	ADVANCE	3	1	0	
	32	RELEASE	2	0	0	
	33	ADVANCE	2	0	0	
CONT	34	SAVEVALUE	5	0	0	
	35	TEST	5	0	0	
	36	TRANSFER	4	0	0	
OPCION2	37	TRANSFER	6	0	0	
PALA	38	TRANSFER	5	0	0	
PALA1	39	ADVANCE	2	0	0	
	40	ADVANCE	2	0	0	
	41	QUEUE	2	0	0	
	42	SEIZE	2	0	0	
	43	DEPART	2	0	0	
	44	ADVANCE	2	0	0	
	45	RELEASE	2	0	0	
	46	ADVANCE	2	0	0	
	47	ADVANCE	2	0	0	
	48	TRANSFER	2	0	0	
PALA2	49	ADVANCE	3	0	0	
	50	QUEUE	3	0	0	
	51	SEIZE	3	0	0	
	52	DEPART	3	0	0	
	53	ADVANCE	3	0	0	
	54	RELEASE	3	0	0	
	55	ADVANCE	3	1	0	

	56	TRANSFER	2	0	0
FIN	57	SAVEVALUE	1	0	0
	58	SAVEVALUE	1	0	0
	59	SAVEVALUE	1	0	0
	60	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
ECHA1	3	0.384	66.713	1	0	0	0	0	0
SCO	3	0.134	23.284	1	0	0	0	0	0
PAL2	3	0.237	41.206	1	0	0	0	0	0
PAL1	2	0.174	45.401	1	0	0	0	0	0
ECH2	3	0.287	49.815	1	2	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE. CONT.	AVE. TIME	AVE. (-0)	RETRY
CSCO	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CPAL2	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CECH1	1	0	3	3	0.000	0.000	0.000	0
CPAL1	1	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0
CECH2	1	0	3	2	0.067	11.698	35.094	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
ECHA1	1	1	0	0	0	1	0.000	0.000	0	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
NUMP	0	4.000
TONELADAS	0	250.000
COSTOUNIT	0	5.048
COSTOTOTAL	0	1261.962
UTIL	0	0.134

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
	3	0	522.292	3	55	56	2	3.000
	4	0	548.345	4	17	18	2	4.000
	2	0	563.261	2	31	32	2	2.000