



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS**

**SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CARGUÍO Y TRANSPORTE MINA  
CHUQUICAMATA**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN MINERÍA**

**JUAN LUIS YARMUCH GUZMÁN**

PROFESOR GUÍA:  
JULIÁN ORTIZ CABRERA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
RAÚL CASTRO RUIZ  
RAFAEL EPSTEIN NUMHAUSER  
RICARDO ALVAREZ FUENTES

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por CODELCO Chile, división Chuquicamata.

**SANTIAGO DE CHILE**  
**ABRIL 2012**



# RESUMEN

En las minas a cielo abierto el manejo de materiales es crucial para determinar la capacidad de producción. Chuquicamata es hoy una de las minas a en operación más grande del mundo, con una profundidad cercana a un kilómetro. El sistema de manejo de materiales incluye una flota de noventa y seis camiones y tres chancadores primarios. Hoy en día dos de ellos se encuentran en superficie y uno al interior del pit. El 2010 se debe tomar la decisión si se traslada uno de los chancadores en superficie al interior del pit.

Considerando la complejidad del sistema de manejos de materiales se realiza un análisis detallado de alternativas usando la simulación dinámica de eventos discretos y cadenas de Markov. La simulación dinámica de eventos discretos permite cuantificar la variabilidad de los procesos junto con estudiar las variables de tráfico y congestión. Por su parte las cadenas de Markov son una alternativa analítica para resolver el problema de la confiabilidad de un sistema en función de la configuración y funcionamiento de sus componentes.

La primera parte del trabajo consiste en una revisión bibliográfica relacionada con el desarrollo de los objetivos de este trabajo. Además se describen los procesos Markovianos y algunas técnicas de simulación de eventos discretos. Se continúa presentando la metodología utilizada para modelar el sistema de manejo de materiales a través de la simulación dinámica y de modelos de cadenas Markov. Finalmente se desarrollan, utilizando la metodología propuesta para cada caso, los modelos a escala mina de las distintas alternativas a estudiar.

Operativamente se plantean dos condiciones: camiones pueden o no bajar cargados por las rampas. Para el caso en que los camiones no pueden bajar cargados, no se recomienda el traslado del chancador al interior del pit, ya que no se logra copar la capacidad de los dos chancadores al interior del pit. En el caso de que los camiones puedan bajar cargados, a pesar de la mejora en la evaluación económica, el beneficio asociado al traslado sigue siendo marginal y altamente sensible a la productividad alcanzada por el sistema de chancado al interior mina. El proyecto de traslado se volvería atractivo si el precio del cobre se acercara a los costos de producción, lo cual no se prevé en un futuro cercano.

En el caso de los modelos de Markov se reafirma la decisión con respecto a no trasladar un chancador E4 al interior del pit.

Dedicado a la memoria de don Juan Yarmuch Ch. (10-04-2012)

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue realizado gracias a la colaboración de diversas personas y entidades, quienes resultaron indispensables para su desarrollo.

Por parte de la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) se destaca en especial la participación y apoyo de don Raúl Cancino. Otros profesionales y directivos que contribuyeron en la gestión de este trabajo son don Enrique Chacón, Julio Castillo, Juan Carlos Peña y don Sergio Jarpa. También se agradece la colaboración del área de planificación de mina Chuquicamata, la superintendencia de chancado y la superintendencia de operaciones mina.

Dentro de los académicos de la Universidad de Chile se agradece la destacada colaboración del profesor Rafael Epstein quién participó en la génesis, desarrollo y análisis de este trabajo junto a los profesionales de CODELCO. A los profesores Julián Ortiz y Raúl Castro quienes guiaron, revisaron, corrigieron y se preocuparon de entregar las mejores condiciones para el desarrollo de la tesis. A los alumnos Miguel Ángel Fuenzalida y Eduardo Viera por su tiempo y conocimiento en modelamiento computacional.



# Índice General

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. PROBLEMÁTICA Y MOTIVACIÓN .....	2
1.2 OBJETIVO .....	3
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.3 ALCANCES .....	4
1.4 DESCRIPCIÓN POR CAPÍTULOS .....	4
<b>2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
2.1 CÁLCULO DE EQUIPOS.....	6
2.1.1 ÍNDICES OPERACIONALES.....	8
2.1.2 METODOLOGÍA ACTUAL DEL CÁLCULO DE EQUIPOS.....	9
2.2 CICLOS DEL SISTEMA DE MANEJO DE MATERIALES .....	10
2.3 MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN .....	11
2.3.1 MODELOS DE SIMULACIÓN.....	13
2.3.2 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN MODELO DE SIMULACIÓN. ....	16
2.3.3 ELEMENTOS DE LA SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS. ....	17
2.4 SIMULACIÓN DE SISTEMAS MINEROS. ....	17
2.3 MODELOS DE CONFIABILIDAD.....	20
2.4 PROCESOS DE POISSON.....	21
2.5 CADENAS DE MARKOV .....	23
2.5.1 CONDICIÓN DE MARKOV. ....	23
<b>3 METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
3.1 MODELO DE SIMULACIÓN .....	25
3.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	26
3.1.2 RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	26
3.1.3 DECLARACIÓN DE SUPUESTOS. ....	27
3.1.4 PROGRAMACIÓN DEL MODELO. ....	27
3.1.5 VALIDACIÓN DEL MODELO. ....	28
3.1.6 DISEÑO DE EXPERIMENTOS. ....	28
3.2 MODELO DE ANALÍTICO DE CADENAS DE MARKOV. ....	29
3.2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	29
3.2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	30
3.2.3 DECLARACIÓN DE SUPUESTOS. ....	30
3.2.4. MODELAMIENTO.....	31
3.2.5. DISEÑO DE EXPERIMENTOS .....	31
<b>4 MODELO DE SIMULACIÓN.....</b>	<b>32</b>
4.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	32
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33

4.3 DECLARACIÓN DE SUPUESTOS.....	46
4.4 MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS. ....	51
4.5 VALIDACIÓN DEL MODELO.....	54
4.6 DISEÑO DE EXPERIMENTOS .....	55
4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
<b><u>5 CADENAS DE MARKOV .....</u></b>	<b><u>68</u></b>
5.1 COMPARACIÓN DEL MODELO ANALÍTICO VS EL MODELO DE SIMULACIÓN .....	68
5.2 MODELAMIENTO SISTEMA DE CHANCADO DE SULFUROS CODELCO NORTE .....	75
5.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA .....	80
5.4. CONCLUSIONES .....	86
<b><u>6 CONCLUSIONES.....</u></b>	<b><u>87</u></b>
<b><u>7 BIBLIOGRAFÍA.....</u></b>	<b><u>89</u></b>
<b><u>ANEXOS .....</u></b>	<b><u>93</u></b>



## Índice de Figuras

Ilustración 1: Confiabilidad v/s Nivel de detalle. ....	12
Ilustración 2: Modelos de Simulación.....	15
Ilustración 3: Pasos a seguir al crear un modelo de simulación. ....	16
Ilustración 4: Alternativas de Configuración .....	26
Ilustración 5: Alternativas de Configuración modelo Markov .....	30
Ilustración 6: Configuración 1 sistema de chancado .....	32
Ilustración 7: Configuración 2 sistema de chancado .....	32
Ilustración 8: Frecuencia tiempos de carguío (minutos) .....	34
Ilustración 9: Frecuencia tiempo de descarga (minutos) .....	34
Ilustración 10: Velocidad camión cargado en función de la pendiente .....	35
Ilustración 11: Velocidad camión vacío en función de la pendiente.....	35
Ilustración 12: Esquema de funcionamiento de PlanInt.....	36
Ilustración 13: Componentes del sistema M1 (Configuración 1).....	37
Ilustración 14: Componentes del sistema E4 (Configuración 1) .....	38
Ilustración 15: Componentes del sistema M1 (Configuración 2).....	38
Ilustración 16: Componentes del sistema E4 (Configuración 2) .....	38
Ilustración 17: Layout mina Chuquicamata .....	45
Ilustración 18: Ubicación fases mina Chuquicamata .....	46
Ilustración 19: Mina Chuquicamata fin año 2011.....	47
Ilustración 20: Mina Chuquicamata fin año 2012.....	48
Ilustración 21: Mina Chuquicamata fin año 2013.....	49
Ilustración 22: Mina Chuquicamata fin año 2014.....	50
Ilustración 23: Diagrama de Flujo Camión .....	52
Ilustración 24: Validación número de camiones en cola chancador M1. ....	54
Ilustración 25: Validación número de camiones en cola chancador E4. ....	55
Ilustración 26: Rampa oeste entre Fase 42 y chancador M1.....	56
Ilustración 27: Histograma tiempo de falla por sistema de chancado Configuración 1. ....	69
Ilustración 28: Histograma tiempo de falla por sistema de chancado Configuración 2. ....	70
Ilustración 29: Grafo Cadena de Markov sistema de chancado Configuración 1.....	72
Ilustración 30: Grafo Cadena de Markov sistema de chancado Configuración 2.....	73
Ilustración 31: Configuración 1 sistema de chancado de sulfuros Codelco Norte.....	75
Ilustración 32: Configuración 2 sistema de chancado de sulfuros Codelco Norte.....	75

## Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen escenarios simulados.....	28
Tabla 2: Resumen escenarios Cadenas de Markov.....	31
Tabla 3: Datos confiabilidad mecánica sistema E4.....	37
Tabla 4: Curvas de Falla <i>Configuración 1</i> .....	42
Tabla 5: Curvas de Falla <i>Configuración 2</i> .....	42
Tabla 6: Resumen escenarios estudiados.....	42
Tabla 7: Plan de movimiento de materiales escenario 1.....	43
Tabla 8: Plan de movimiento de materiales escenario 2.....	43
Tabla 9: Plan de movimiento de materiales escenario 3.....	44
Tabla 10: Plan de movimiento de materiales escenario 4.....	44
Tabla 11: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 1.....	56
Tabla 12: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 1.....	57
Tabla 13: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 1.....	57
Tabla 14: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 1.....	57
Tabla 15: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 2.....	57
Tabla 16: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 2.....	57
Tabla 17: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 2.....	58
Tabla 18: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 2.....	58
Tabla 19: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 3.....	58
Tabla 20: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 3.....	59
Tabla 21: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 3.....	59
Tabla 22: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 3.....	59
Tabla 23: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 4.....	59
Tabla 24: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 4.....	59
Tabla 25: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 4.....	60
Tabla 26: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 4.....	60
Tabla 27: Resumen horas camión escenario1.....	60
Tabla 28: Resumen horas camión escenario2.....	60
Tabla 29: Resumen horas camión escenario3.....	61
Tabla 30: Resumen horas camión escenario4.....	61
Tabla 31: Resumen horas camión sensibilidad M1.....	61
Tabla 32: Diferencia Mínima Alternativa 1.....	62
Tabla 33: Diferencia Media Alternativa 1.....	63
Tabla 34: Diferencia Máxima Alternativa 1.....	63
Tabla 35: Diferencia Mínima Alternativa 2.....	63
Tabla 36: Diferencia Media Alternativa 2.....	63
Tabla 37: Diferencia Máxima Alternativa 2.....	64
Tabla 38: Resumen VAC alternativa 1.....	64
Tabla 39: Resumen VAC alternativa 2.....	65
Tabla 40: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 85ktpd.....	65
Tabla 41: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 90 ktpd.....	65
Tabla 42: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 100ktpd.....	66
Tabla 43: Análisis de sensibilidad alternativa 2.....	66
Tabla 44: Estados Configuración 1.....	71
Tabla 45: Estados Configuración 2.....	71
Tabla 46: Matriz de probabilidades (P) de transición, <i>configuración 1</i> .....	71
Tabla 47: Matriz de probabilidades (P) de transición, <i>configuración 2</i> .....	72
Tabla 48: Probabilidades estacionarias, <i>configuración 1</i> .....	73
Tabla 49: Porcentaje del tiempo en falla <i>configuración 1</i> .....	74
Tabla 50: Probabilidades estacionarias, <i>configuración 2</i> .....	74

Tabla 51: Porcentaje del tiempo en falla <i>configuración 2</i> . .....	74
Tabla 52: Curvas de Falla <i>Configuración 1</i> Sistema de Chancado de Sulfuros.....	76
Tabla 53: Curvas de Falla <i>Configuración 2</i> Sistema de Chancado de Sulfuros.....	76
Tabla 54: Estados posibles Chancadores Sulfuro.....	77
Tabla 55: Estados posibles Chancadores Sulfuro.....	77
Tabla 56: Matriz de probabilidades Chancadores Sulfuro configuración 1. ....	77
Tabla 57: Matriz de probabilidades Chancadores Sulfuro configuración 2. ....	78
Tabla 58: Tonelajes y distancias chancadores sulfuro <i>configuración 1</i> . ....	81
Tabla 59: Tonelajes y distancias chancadores sulfuro <i>configuración 2</i> . ....	81
Tabla 60: Datos para cálculo de distancia media <i>configuración 1</i> . ....	82
Tabla 61: Distancia media configuración 1.....	82
Tabla 62: Distancia media configuración 2.....	82
Tabla 63: Requerimiento de camiones por configuración.....	83
Tabla 64: Gasto en mano de obra por configuración.....	83
Tabla 65: Gasto de combustible por configuración. ....	83
Tabla 66: Gasto de neumáticos por configuración. ....	84
Tabla 67: Gasto mantención por configuración. ....	84
Tabla 68: Tonelaje tratado por sistema M1 por configuración (kton). ....	84
Tabla 69: Tabla resumen cálculo económico comparativo configuración 1 vs configuración 2..	85

# 1 Introducción

Dentro de las operaciones de extracción que se realizan en la minería a cielo abierto destacan la perforación, la tronadura, el carguío y el transporte. Típicamente las operaciones subsiguientes en minería metálica de sulfuros de cobre son el chancado, transporte, molienda, flotación, secado, fundición y electro-refinación.

Cada una de las operaciones que componen la extracción o proceso requieren de un continuo estudio y mejora en función del progreso de las tecnologías emergentes y la complejidad proveniente del agotamiento de los yacimientos de mejor ley, obligando a llevar al límite la eficiencia de esta cadena productiva.

En este estudio se presenta una metodología que permite modelar el sistema de carguío y transporte de una mina a cielo abierto de grandes dimensiones y con una alta tasa de movimiento diario de material, como es el caso de la mina Chuquicamata, ya que las problemáticas en este sistema han puesto en jaque las metodologías y modelos tradicionalmente utilizados.

Los modelos de carguío y transporte existentes en la división Chuquicamata fueron desarrollados con la finalidad de determinar el número de equipos necesario para cumplir un plan de producción determinado. Los principales supuestos de dichos modelos son, en el caso de los equipos de transporte, tiempos de carguío, espera, cola y descarga constantes y en el caso de los equipos de carguío, el suponer un sistema saturado, es decir que en todo momento se cuenta con un equipo de transporte para ser cargado. Es claro observar que, producto de su objetivo, estos modelos de naturaleza determinística no pueden ser utilizados para resolver problemas que incorporen las variables de tráfico, congestión y confiabilidad en el sistema.

Dentro de las metodologías que se proponen para modelar el sistema de carguío y transporte se encuentran la simulación dinámica de eventos discretos y el uso de cadenas de Markov. La simulación dinámica de eventos discretos permite cuantificar la variabilidad de los procesos junto con estudiar las variables de tráfico y congestión. Por otra parte las cadenas de Markov son una alternativa analítica para resolver el problema de la confiabilidad de un sistema en función de la configuración y funcionamiento de sus componentes.

Chuquicamata, ubicada a 1.250 km al norte de Santiago, es una mina explotada por el método de rajo abierto en esquema de banco cerrado, que produce minerales sulfurados de cobre con importantes contenidos de molibdeno, los cuales son concentrados, fundidos y electro-refinados. Las dimensiones del rajo son 4.630 m de largo, 2.770 m de ancho y 900 m de profundidad. Desde el año 2010 esta mina será explotada a niveles cercanos a las 550 kton/d de movimiento total para ir descendiendo paulatinamente hasta terminar su vida útil el año 2020; la producción de mineral se moverá en torno a las 122 kton/d.

El principal equipamiento consiste en 96 camiones de extracción, 15 equipos de carguío, 17 perforadoras y 51 equipos de apoyo. Actualmente la mina Chuquicamata cuenta con 3 chancadores primarios, cada uno con una capacidad nominal de 100 kton/d, dos de ellos se encuentran en superficie y uno al interior del pit.

### **1.1. Problemática y Motivación**

Hoy la mina Chuquicamata cuenta con 3 chancadores primarios, cada uno con una capacidad de 100 kton/d y con una meta productiva de 122 kton/d, por ende corresponde a un sistema redundante de chancado. Estos se encuentran ubicados dentro y fuera del pit. La pregunta que se pretende resolver es ¿Cuál es la mejor configuración de chancadores, considerando la congestión de los camiones de extracción y la confiabilidad del sistema propuesto?

Para responder esta pregunta se pretende modelar el sistema de carguío, transporte y chancado, utilizando la simulación dinámica de eventos discretos, lo cual permite evaluar el efecto de la congestión y confiabilidad del sistema.

De manera adicional se modela el problema de la configuración de los chancadores como una Cadena de Markov, evaluando la confiabilidad del sistema en función de su configuración.

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “Evaluación del Traslado chancador E4”, cuyo objetivo es evaluar el impacto de efectuar el traslado del chancador primario E4, al interior de la mina Chuquicamata, simulando por primera vez el sistema de transporte de materiales en dicho yacimiento. Esto se hará simulando diferentes configuraciones del sistema de chancado y evaluando económicamente su impacto.

## **1.2 Objetivo**

- Modelar y simular el sistema de carguío, transporte y chancado de la mina Chuquicamata, mediante la simulación dinámica de eventos discretos.

### **1.2.1 Objetivos Específicos**

1. Generar un modelo de velocidades en función del porcentaje de pendiente de la ruta.
2. Analizar y determinar la confiabilidad del sistema de chancado para distintas configuraciones.
3. Modelar el sistema en software Promodel ©.
4. Generar análisis de confiabilidad con cadenas de Markov.
5. Simular distintos planes de producción, con diferentes configuraciones de chancado.
6. Estudiar y determinar económicamente cual de las configuraciones requiere de menor cantidad de recursos.
7. Comparar y validar resultados obtenidos de las simulaciones versus los resultados teóricos de Markov.

### **1.3 Alcances**

En este trabajo se modela y simula un sistema de transporte en minería de cielo abierto, en particular la mina Chuquicamata donde se contemplarán los años 2011, 2012, 2013 y 2014 del plan de negocios divisional (PND) 2010 de Codelco Norte.

La malla de rutas es previamente determinada, para ello se utiliza el software de optimización de distancias PlanInt, desarrollado en conjunto por NCL y Codelco.

El carguío y chancado se simulan como operaciones unitarias con una variabilidad de producción asociada a sus tiempos de ciclos y fallas.

### **1.4 Descripción por Capítulos**

Esta sección describe de forma breve el contenido de cada capítulo presente en este trabajo de tesis.

El capítulo 2 corresponde al capítulo de Antecedentes. Este capítulo muestra la revisión bibliográfica relacionada con el desarrollo de los objetivos de este trabajo. Además se describen los procesos Markovianos y algunas técnicas de simulación de eventos discretos.

El capítulo 3 muestra en detalle la metodología desarrollada para generar modelos de simulación dinámica y los modelos de cadenas Markov.

En el capítulo 4 se plantea en detalle el problema que la División Chuquicamata pretende resolver con este estudio, para ello se utiliza la simulación dinámica. En este capítulo se describe el análisis de datos, la validación de los modelos, los escenarios a estudiar, el análisis de los resultados, las conclusiones y recomendaciones del caso de estudio.

El capítulo 5 es planteado como un apoyo al trabajo realizado en el capítulo 4, en donde se aborda la misma problemática con otra metodología. Algunos modelos de Cadenas de Markov reproducen ciertos escenarios antes simulados para validar los resultados, junto con ser

un apoyo son incorporados nuevos escenarios al estudio los cuales no fueron simulados anteriormente dada la complejidad que generaría en los modelos de simulación.

El capítulo 6 corresponde a las conclusiones y discusiones del trabajo realizado. Se enfatizan las bondades y defectos de las distintas metodologías utilizadas. Se propone posibles mejoras y formas de acercamiento a situaciones no consideradas en los alcances de este trabajo.



## 2 Antecedentes

El estudio del comportamiento de los sistemas de transporte en minería ha sido trabajado desde los años 60'. En el transcurso de los años han existido diferentes aproximaciones y metodologías con el fin de representar la realidad de la manera más fiel posible. Las principales metodologías utilizadas son la aplicación de la teoría de colas y la utilización de modelos matemáticos de simulación. A pesar del gran avance computacional y el desarrollo de nuevas teorías estas metodologías no son aplicadas rutinariamente en la planificación minera.

### 2.1 Cálculo de Equipos

En la minería las labores de carguío y transporte son fundamentales para cumplir las metas de producción definidas. La elección de los equipos de carguío y transporte obedecen a un análisis de costos y capacidad productiva de los distintos sistemas estudiados. Las metodologías principalmente utilizadas actualmente se basan en una aproximación determinística de las productividades de los equipos.

Los equipos de carguío en minas de cielo abierto pueden ser clasificados como discretos o continuos, los discretos corresponden a las palas de cables, palas hidráulicas, cargadores frontales, retroexcavadoras, mientras que los de flujo continuo son típicamente las rotopalas, las excavadoras de cadenas y las excavadoras continuas. Dentro de esta clasificación están aquellos que pueden desplazarse distancias cortas y aquellos que son de carácter más bien estático, del grupo de equipos mencionado el único que puede desplazarse distancias cortas es el cargador frontal [1].

Los equipos de transporte en minería a cielo abierto pueden ser clasificados como aquellos que poseen un camino definido y aquellos que pueden transitar libremente. Dentro de los equipos que poseen un camino definido están los trenes y las correas, siendo estas últimas consideradas como elementos de flujo continuo, mientras que los trenes se clasifican como unidades discretas. Aquellos equipos que no siguen un camino definido son los camiones, los cuales también se encuentran dentro de los equipos discretos [1].

Algunas definiciones importantes para realizar el proceso de selección de equipos son:

1. *Producción*: Total del material que será extraído en un periodo de tiempo, este es independiente del tipo de equipo seleccionado, por lo general se utiliza el término de producción anual de material.
2. *Tasa de producción*: Corresponde al volumen teórico que es capaz de producir un equipo por unidad de tiempo, generalmente medido en unidades por horas.
3. *Productividad*: Se define como la producción por unidad de tiempo cuando son incluidos los factores de disponibilidad y gestión.
4. *Eficiencia*: Porcentaje de la producción que es realmente manejada por la máquina, el factor de producción puede ser expresado como el promedio de los minutos en que la máquina estuvo trabajando por hora dividido en 60 minutos.
5. *Disponibilidad*: Porcentaje del tiempo en el cual la máquina se encuentra lista para ser operada.
6. *Utilización*: Porción del tiempo disponible en el cual la máquina se encuentra siendo operada.
7. *Capacidad*: Se refiere a la capacidad que puede cargar o transportar el equipo en todo instante de tiempo.
8. *Factor de Esponjamiento*: Corresponde al factor de ajuste producto del aumento de volumen por desconfinamiento del material.
9. *Factor de llenado del balde*: Factor que se le aplica al balde de los equipos de carguío para corregir el volumen de material que puede ser llenado, este factor está en función de las características del material y su ángulo de reposo.

Para ejercer la gestión es necesario definir ciertos índices operacionales, estos generalmente son basados en la Norma Asarco. Esta norma clasifica y describe en detalle cada uno de los estatus en que se encuentran los equipos en operación durante un periodo determinado de tiempo. La tabla siguiente muestra como se distribuyen los tiempos en las faenas de Codelco Norte [2]:

Tiempo Nominal				
Tiempo Disponible				Tiempo No Disponible
Tiempo Operativo			Tiempo en Reserva	
Tiempo Efectivo	Demoras Programadas	Demoras No Programadas	Perdidas Operacionales	

- *Tiempo Nominal*: Tiempo durante el cual el equipo se encuentra físicamente en faena.
- *Tiempo No Disponible*: o tiempo en reparación mecánica, en este ítem se encuentran los tiempos destinados tanto para mantenencias programadas y/o reparaciones electromecánicas de terreno.
- *Tiempo Disponible*: Tiempo en que el equipo está habilitado y en buenas condiciones electromecánicas para operar.
- *Tiempo en Reserva*: Es aquel tiempo en donde el equipo, estando en condiciones mecánicas de operación no es utilizado en labores productivas, ya sea por falta de operador o superávit de equipos en ese momento.
- *Tiempo Operativo*: Corresponde al tiempo que el equipo se encuentra operando en faena (con operador).
- *Tiempo Efectivo*: Tiempo que el equipo se encuentra realizando labores puras de producción (dentro de este tiempo no son consideradas las colas).
- *Detenciones Programadas*: Tiempo de detención programada, como cambios de turno, colaciones, etc.
- *Detenciones No Programadas*: tiempo de detención no programada, principalmente por carga de petróleo (camiones) y acomodos o limpiezas de cancha (palas).
- *Pérdidas Operacionales*: tiempo de pérdidas operacionales, en donde el equipo se encuentra esperando la pala y/o chancado para el caso del camión y espera por camión en el caso de las palas.

### 2.1.1 Índices Operacionales

$$\text{Disponibilidad Mecánica} : Dfm = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Tiempo Nominal}} \cdot 100\%$$

$$\text{Utilización Efectiva} : Ut. Efe = \frac{\text{Tiempo Efectivo}}{\text{Tiempo Disponible}} \cdot 100\%$$

$$\% \text{ Pérdidas Operacionales} : \%PO = \frac{\text{Tiempo Pérdidas Operacionales}}{\text{Tiempo Operativo}} \cdot 100\%$$

$$\% \text{ Reserva} : \%Res = \frac{\text{Tiempo en Reserva}}{\text{Tiempo Disponible}} \cdot 100\%$$

### 2.1.2 Metodología Actual del Cálculo de Equipos

El proceso de cálculo de equipos de transporte y carguío es relativamente simple, la idea general es elegir una combinación de equipos que permitan el movimiento total del material para una distancia definida. El objetivo a priori pareciera ser minimizar el costo unitario, sin embargo en la práctica se suele minimizar la inversión sujeto a un costo máximo de carguío y transporte.

Los pasos básicos a seguir para este cálculo son los siguientes:

1. Determinar la producción requerida: La producción de material depende de muchas variables, principalmente la componente económica y la componente geométrica del depósito influyen para la determinación de los movimientos totales de material.
2. Determinar el circuito de transporte: En minas a cielo abierto la determinación del circuito de transporte va de la mano con el diseño de fases. Estas poseen su propio sistema de transporte, sin embargo en algunos casos es posible la interconexión de rampas generando más de una salida.
3. Calcular el tiempo de ciclo: Sin lugar a dudas esta es la tarea más delicada del proceso de cálculo, ya que intervienen complejas interacciones entre los elementos o equipos, las cuales pueden ser estudiadas mediante la simulación o bien aproximada mediante factores, los cuales deben ser determinados de manera prudente y ser validados con resultados operacionales. Las distancias cambian constantemente en función del avance de las fases, haciendo que el tiempo de ciclo dependa del tiempo.
4. Calcular la capacidad del sistema: La capacidad del sistema puede ser calculada en función de los tiempos y capacidad de los equipos de carguío y los tiempos de ciclo y capacidad de los equipos de transporte. Los cuales deben responder a la producción requerida.
5. Iterar para mejorar la productividad: Es posible que los equipos seleccionados para el cálculo del tiempo de ciclo y el cálculo de capacidad del sistema no sean los mismos, de esta manera es necesario ajustar los tiempos de ciclo. Es posible también tener más de una sola solución a este problema, siendo necesario evaluar las distintas alternativas.

6. Calcular el tamaño de la flota: La tendencia del mercado suele ser el elegir los equipos de mayor tonelaje que presentan menores costos unitarios producto de las economías de escala, sin embargo es necesario considerar que mientras menor sea el número de equipos más riesgoso se vuelve el cumplimiento del plan, lo cual es difícil de ver en modelos determinísticos. En el caso de los equipos de carguío una variable relevante es el tipo de mineralización ya que si es del tipo selectiva se debe recurrir a equipos más pequeños, lo cual afecta en número de equipos operando, modificando la congestión del sistema.
7. Iterar para reducir los costos: Como se menciona en el punto 5 es posible obtener más de una alternativa para el sistema de carguío transporte, estas alternativas no solo deben ser estudiadas técnicamente, sino que también de manera económica, los costos de capital (CAPEX) y los costos de operación (OPEX) deben ser comparados y tomados en cuenta a la hora de realizar la elección.

## **2.2 Ciclos del Sistema de Manejo de Materiales**

El proceso de selección de equipos no finaliza una vez seleccionada la serie de equipos que satisfacen los requerimientos, es importante considerar de qué forma los equipos trabajarán juntos [3]. El proceso de transporte se encuentra entre la tarea de carga y de descarga. La eficiencia y efectividad del sistema de transporte solo puede lograrse una vez analizado cada uno de sus componentes, de otra forma son generados los cuellos de botella en el sistema. Los puntos recomendados para el análisis se mencionan a continuación [4]:

1. La planificación de las operaciones unitarias ejecutadas en paralelo, en este punto es importante tener en cuenta que la misma productividad de carguío puede ser alcanzada con uno o más equipos y esto genera un efecto en la productividad total.
2. El balance entre las capacidades de operación entre los elementos del sistema, por lo general se tiende a utilizar los valores medios de producción para cada equipo que compone el sistema, sin embargo es importante notar que estos valores dependen del comportamiento de los otros componentes del sistema.

3. Considerar la influencia del diseño del sistema en los factores de disponibilidad. La tendencia de la minería de gran tonelaje es utilizar equipos de grandes dimensiones los cuales operan en serie con otros equipos. Al utilizar esta configuración cada falla de algún componente, afecta de manera importante al sistema completo, es por ello que se recomienda estudiar la alternativa de configuración con más equipos de menor tamaño.

Estas son algunas aplicaciones del estudio del sistema de manejo de materiales. Para el modelamiento del sistema existen varias técnicas, entre ellas se encuentran la simulación, la solución analítica utilizando teoría de colas y las técnicas de despacho (corto plazo).

Independiente de la técnica utilizada para la resolución del problema de transporte, es necesario definir los elementos que componen tal ciclo [5],

$$LCT = STL + LT + TL + STD + DT + TE + AD$$

donde:

LCT= tiempo de ciclo de la unidad de transporte (min).

STL= tiempo de acuatamiento en la unidad de carguío (min).

LT= tiempo de carguío (min).

TL= tiempo de viaje cargado (min).

STD=tiempo de acuatamiento en la descarga (min).

DT=tiempo de descarga (min).

TE= tiempo de viaje vacío (min).

AD= promedio de las demoras en el ciclo, esperas en la zona de carga y/o descarga, demoras en la ruta, etc. (min).

### **2.3 Modelamiento y Simulación**

A medida que los fenómenos se vuelven más complejos e interdependientes, se incrementa la necesidad de explorar las posibles consecuencias de tomar ciertas decisiones antes de ejecutar acción alguna. Una forma de realizar esto es usar una aproximación basada en modelos externos explícitos que capturen la esencia de la situación. Los conceptos de modelamiento y simulación son asignados al conjunto de actividades que se realizan para reproducir un sistema. Esta reproducción se genera habitualmente de manera computacional. Por sistema entenderemos a la porción del mundo real que nos genera interés, por lo cual será aquel el que se tratará de modelar. Los modelos son simplificaciones, abstracciones de las

características que se consideran importantes [6]. Estos modelos asumen hipótesis y supuestos que terminan por condicionar la exactitud de la respuesta.

Lobão y Porto plantean que a medida que aumenta el nivel de detalle del modelo, éste se vuelve más complejo, volviéndolo lento, difícil de entender y de mantener [7], como se muestra en la siguiente figura:

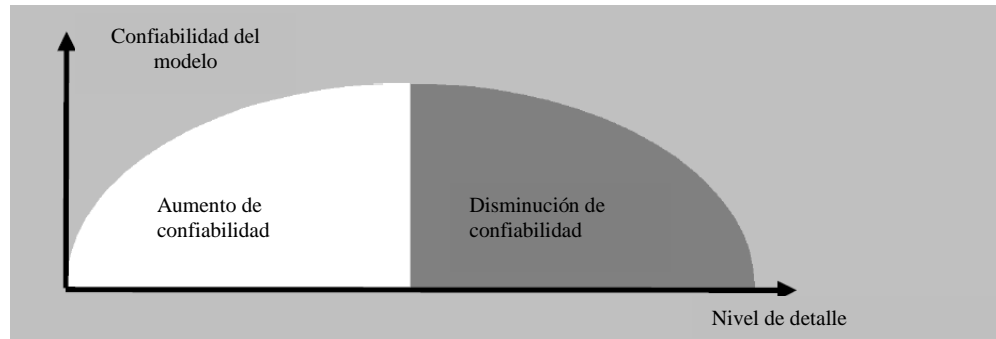


Ilustración 1: Confiabilidad v/s Nivel de detalle.

En la actualidad existen numerosas definiciones de simulación. Una de las definiciones más completas proviene de Luque, quien la define como “*un medio de conocer las consecuencias previsibles derivadas de las decisiones que se tomen en cada momento, utilizando un modelo implementado en un ordenador, que de forma simplificada represente la realidad del sistema objeto de estudio y su entorno específico y genérico a través de descripciones de las relaciones existentes entre ellos. La simulación sustituye al método analítico y se vale de determinados algoritmos de los métodos numéricos para su funcionamiento en la resolución de problemas que se planteen*”. Utilizando esta definición se puede dar cuenta de lo reciente que resulta este desarrollo, ya que son necesarios los computadores para la resolución de las ecuaciones y expresiones matemáticas. Sobre los orígenes de la simulación no está muy claro quién fue la primera persona en aplicar las técnicas de simulación, sin embargo, es connotado el trabajo que realizaron John von Neumann y Stanislaw Ulam a fines de la década de 1940, utilizando análisis de Montecarlo para resolver problemas de blindaje nuclear [12].

Otras definiciones interesantes de simulación se incluyen de manera referencial, Thierauf y Grosse definen simulación: “*es una técnica cuantitativa que se emplea para evaluar cursos alternativos de acción, basada en hechos e hipótesis, con un modelo matemático de ordenador, a fin de representar la toma real de decisiones en condiciones de incertidumbre*” [13].

J. Prawda define simulación: “es un proceso numérico diseñado para experimentar el comportamiento de cualquier sistema en un ordenador, a lo largo de una dimensión del tiempo” [14].

White e Ingalls definen simulación: “es una aproximación particular para estudiar los modelos, la cual es principalmente de naturaleza empírica o experimental. En principio, la simulación es muy similar a la realización de pruebas de campo, excepto que se sustituye el sistema de interés por un modelo físico o computacional. La simulación implica la creación de un modelo que imita el sistema de interés; experimentar con el modelo para generar las observaciones de estos comportamientos, y tratar de entender, resumir y / o generalizar estos comportamientos. En muchas aplicaciones, la simulación también implica la prueba y la comparación de diseños alternativos y validar, explicar y apoyar los resultados de la simulación y recomendaciones del estudio”. [15]

### 2.3.1 Modelos de Simulación.

Existen varios tipos de modelos de simulación, como también varias formas de clasificarlos, la clasificación presentada corresponde a la realizada por Law y Kelton, considerados referentes obligados en temas de simulación [8].

La simulación se considera estática si la variable tiempo no es considerada relevante dentro del modelo, mientras que se considera dinámica si el tiempo es una de las variables importantes del modelo. En la simulación estática resulta muy sencillo comparar distintas estrategias ante las mismas condiciones del azar, ya que el consumo de recursos computacionales está muy por debajo que el correspondiente a la simulación dinámica. Un uso típico de la simulación estática corresponde por ejemplo a los modelos financieros para el cálculo del VAR, o la sensibilización de los flujos de caja en los proyectos.

En la simulación dinámica, se trata de ir analizando los distintos estados por los que va pasando un sistema que evoluciona en el tiempo. Esto generalmente provoca un mayor costo computacional y de estabilización. Existen dos tipos de simulación dinámica:

- La simulación continua: en la que se supone que el sistema cambia de estado constantemente.
- La simulación discreta: para la cual los cambios se producen en ciertos instantes de tiempo singulares.



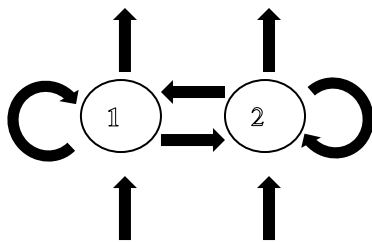
La razón de sus nombres viene de que en el primer caso el conjunto de estados es continuo, mientras que en el segundo es discreto. Dentro de la simulación discreta distinguiremos la simulación por eventos y la simulación por cuantos.

Con el nombre de simulación por eventos, o asíncrona, designamos el tipo de simulación dinámica discreta en la cual se controla la variable tiempo moviéndola hasta la ocurrencia del siguiente suceso (o evento). Esto implica la necesidad de controlar minuciosamente cuál es dicho próximo suceso: saber cuáles son los posibles sucesos en un futuro inmediato y cuál de ellos es el más inmediato.

Resumen de la simulación por eventos [9]:

1. Se avanza el tiempo hasta el momento en que ocurre el siguiente evento de cualquier tipo.
2. Se actualiza el sistema determinando su nuevo estado, que es el resultado de este evento y es generado aleatoriamente (si no se generó antes) el tiempo hasta la siguiente ocurrencia de un evento de cualquier tipo que pueda ocurrir estando en este estado. También se registra la información deseada sobre el comportamiento del sistema. (volver al paso anterior).

Un ejemplo simple de la simulación por eventos es el de una red de colas abierta con dos nodos [10]. Los eventos que debemos considerar son los siguientes:



- Llegadas del exterior al nodo 1
- Llegadas del exterior al nodo 2
- Llegadas al nodo 1 procedentes del nodo 1
- Llegadas al nodo 1 procedentes del nodo 2
- Llegadas al nodo 2 procedentes del nodo 1
- Llegadas al nodo 2 procedentes del nodo 2
- Finalización del servicio (salida) en el nodo 1
- Finalización del servicio (salida) en el nodo 2

La simulación por cuantos, responde a una filosofía totalmente diferente. Se trata de examinar el sistema (que evoluciona en el tiempo) dejando pasar pequeños intervalos de

tiempo de longitud  $\delta$ , fija, (llamada cuanto) en los cuales se supone que, a lo sumo, un sólo suceso puede producirse [11].

Resumen de la simulación por cuantos [9]:

1. Se avanza el tiempo una cantidad fija pequeña.
2. Se actualiza el sistema determinando los eventos que ocurrieron durante ese lapso y el estado del sistema que resulta. También se registra la información deseada sobre el comportamiento del sistema (volver al paso anterior).

En general, la simulación por eventos es exacta y de más difícil implementación, pero de mucha más rápida ejecución que la simulación por cuantos. Sin embargo esta última es muchas veces la única posibilidad factible en la simulación dinámica continua.

La clasificación anteriormente expuesta puede resumirse en la figura siguiente:

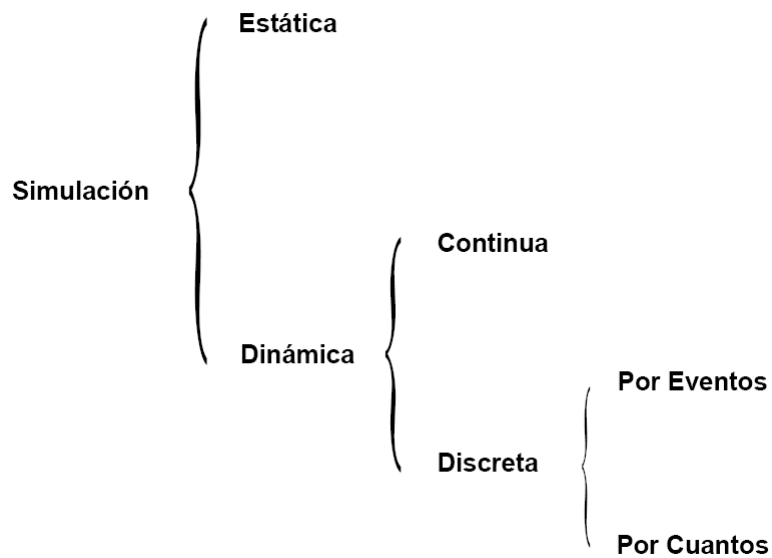


Ilustración 2: Modelos de Simulación.

### 2.3.2 Procedimiento para realizar un modelo de simulación.

Los modelos del sistema deben ser capaces de captar el desempeño de las operaciones unitarias que se desean estudiar y las interacciones entre ellas. El modelo debe captar la esencia del funcionamiento del sistema y debe responder ante cambios de las variables de entrada de manera coherente. Es deseable que exista un balance apropiado entre el nivel de detalle del modelo, ya que un modelo con un nivel de detalle muy alto consume innecesariamente tiempo de análisis, por el contrario si el modelo posee un nivel de detalle muy bajo entonces el modelo resulta una abstracción con poca relevancia para el estudio del problema seleccionado [3]. No existen directrices específicamente definidas de cómo realizar una simulación de un sistema [4]. Law presenta una guía para llevar a cabo una simulación de un sistema de manera satisfactoria, el cual se puede resumir en siguiente esquema [16]:

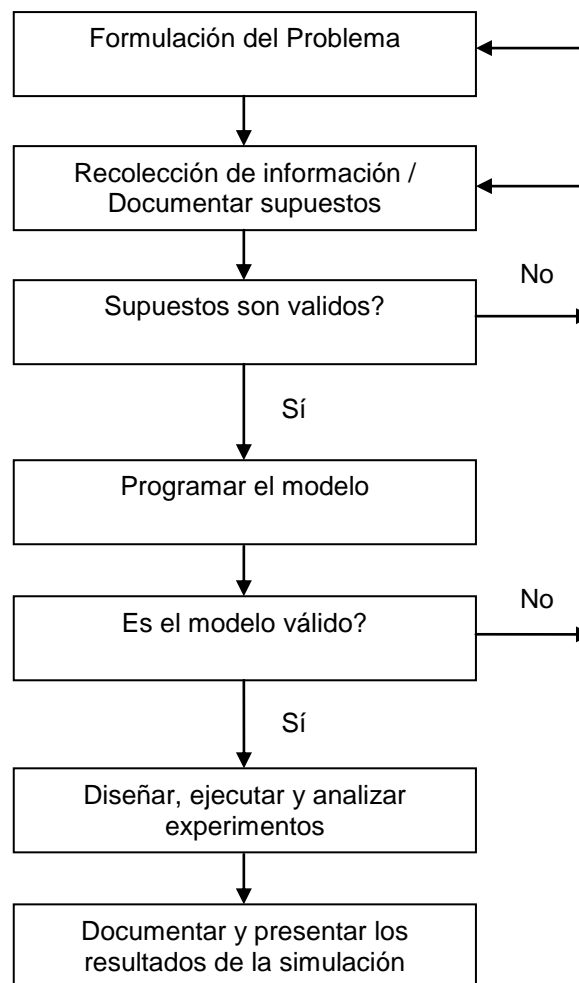


Ilustración 3: Pasos a seguir al crear un modelo de simulación.

### **2.3.3 Elementos de la Simulación de Eventos Discretos.**

La estructura de la simulación de eventos discretos, según lo complejo que sea el software de simulación, contemplará mayor o menor detalle en los objetos que lo componen, sin embargo existe una serie de componentes básicos que se mencionan en esta sección [15].

1. Entradas, salidas y estados: se consideran inputs a las acciones que provienen del ambiente hacia el sistema. Los outputs del sistema son las variables medibles, las cuales derivan del estado del sistema, el comportamiento de los outputs son nuestro punto de interés y el objeto de la construcción del modelo. Los inputs cambian los estados del sistema lo cual se ve reflejado en el cambio de las salidas.
2. Entidades y Atributos: en la estructura de la simulación de eventos discretos los inputs son el arribo dinámico de entidades. Tales entidades poseen características particulares, las cuales se denominan atributos.
3. Actividades y Eventos: las actividades son los procesos y operaciones lógicas dentro de la simulación, los eventos son condiciones que ocurren en un instante puntual del tiempo, en el cual se cambia el estado del sistema.
4. Recursos: los recursos dentro de la simulación representan cualquier cosa que posea una capacidad definida. Los recursos generalmente prestan servicios a las entidades, las cuales pueden hacer colas esperando por recursos o retrasar su despacho por este motivo. Como ejemplos de recursos pueden ser trabajadores, intersecciones de tráfico, nodos de comunicación, maquinarias de transporte, etc.
5. Variables Globales: el valor de las variables globales se encuentra disponible en toda la simulación durante todo el tiempo y permite rastrear algún dato de interés.

### **2.4 Simulación de Sistemas Mineros.**

Desde sus inicios los métodos de simulación han sido utilizados para resolver los más diversos problemas en las más variadas disciplinas, entre ellas la minería. Los primeros trabajos que se realizaron fueron principalmente para abordar el problema de la operación de sistemas continuos en minería subterránea Rist (1961) [17], Falkie (1963) [18], Harvey (1964) [19], Elbron (1964) [20], Redmon (1964) [21], entre otros.

Una de las primeras publicaciones en donde se aplica la simulación para resolver el problema de transporte en minería a cielo abierto fue realizada por Madge en 1964 [22], en donde utiliza la simulación para reproducir el movimiento de los camiones en una operación de una mina nueva en Canadá, la cual consistía en dos pits y un chancador primario, evaluando la flota necesaria de equipos de carguío y transporte.

En 1968 Morgan [23] utiliza la simulación para determinar la productividad del sistema pala-camión. Su aproximación fue considerar los componentes del ciclo como: carguío, salida del pit, transporte, vaciado, retorno, entrada al pit. Para cada uno de estos segmentos se tomaron los tiempos y se realizó un análisis estadístico, obteniendo nuevos tiempos de ciclo del sistema. Luego se realizó una simulación de la productividad de las palas (con histogramas previamente obtenidos) y la simulación de los camiones (con los histogramas de los segmentos), obteniendo un nuevo match pala camión. Los resultados obtenidos se utilizaron para graficar el costo operacional versus el número de camiones.

En 1969 Cross [24] simula la operación del sistema de transporte de camiones en una mina de cobre al sur-este de Estados Unidos. El propósito del estudio fue cuantificar el efecto del algoritmo de despacho, obteniendo una producción de 1250 toneladas más por turno en el caso de la utilización del algoritmo despachador. En todos los casos el algoritmo con despachador utilizó 1 camión menos para lograr la misma producción.

Lee en 1974 [25] utiliza la simulación de Montecarlo en una cantera de material industrial para estudiar el efecto del remanejo de materiales. Las principales características son, la necesidad de clientes, se producen varios tipos de productos y se necesita vender más de un millón de toneladas al año. Los factores de incertidumbres considerados en el estudio fueron, la demanda, la calidad del producto, la producción de la mina, la producción de la planta y el clima. El modelo fue realizado para responder el dimensionamiento de stockpiles y responder algunos escenarios del tipo "*What if?*".

Bernes, King y Johnson en 1977 [26] realizaron un estudio de la productividad del sistema de manejo de materiales en una mina a cielo abierto, en donde compararon el desarrollo de teoría de colas de Koenigsberg de la década de 1950 contrarrestándolo con el desarrollo de Elbrond en 1977 y con un modelo de simulación desarrollado en fortran. Este modelo de simulación tenía ciertas restricciones para ser comparables con los modelos analíticos: todos los camiones debían ser idénticos, solo las palas podían ser distintas, la tasa de servicios era exponencial, no era posible incorporar fallas de los elementos. Las

conclusiones de los autores fueron que en un modelo con las restricciones mencionadas la solución analítica puede reemplazar a la aproximación obtenida por la simulación.

El principal uso de la simulación del sistema de manejo de materiales tuvo como propósito el estudio de distintos algoritmos de despacho, Charterree y Brake [27], Kim e Ibarra [28], Wilke y Heck [29], Borkovic [30], Tu y Hacka [31], Sturgul [32], Kolonja [33].

En 1989 aparece el primer modelo de simulación aplicado a minería que se encuentra provisto de animaciones gráficas [34]. Este fue realizado por Baunach, Brown y Jones, y fue programado en el SIMAN y la visualización se realizó en CINEMA. El objetivo fue mostrar la mejor alternativa de costo según varias alternativas de stockpiles en una mina de hierro en Australia.

El estudio de los modelos analíticos para ser comparados con los modelos de simulación sigue siendo objeto de estudio, Elbrond (1990) [35], Panagiotou (1993) [36], Krause y Musingwuni (2007) [37]. Si bien se utilizan modelos más sofisticados, estos modelos requieren de condiciones particulares para su correcta aplicación.

### 2.3 Modelos de Confiabilidad

La confiabilidad de un sistema o equipo se relaciona con la idea de que la probabilidad que dicho equipo o sistema permanezca en funcionamiento por un tiempo determinado sin fallas sea alta. La Norma Británica (BS), la define como “*la característica de un ítem (o sea de un elemento de un equipo, de un equipo completo o de un sistema), expresada por la probabilidad de que efectúe una función requerida (es decir, que no falle), bajo ciertas condiciones (o sea en condiciones nominales de operación), en un período de tiempo establecido*” [38]. Matemáticamente, es posible expresar esta definición mediante la ecuación:

$$Conf = R(t) = P(X > t) = 1 - P(X \leq t)$$

Donde,  $R(t)$  se define como la confiabilidad del sistema en un tiempo  $t$ ,  $P(X > t)$  es la probabilidad de que  $X$  falle después de  $t$ .

Dependiendo de la configuración, la confiabilidad de un sistema puede ser determinado a través de sus componentes. Los sistemas pueden encontrarse en serie o en paralelo:

**Sistemas en Serie:** cuando los elementos se encuentran conectados en serie, si un elemento falla, se produce la falla del sistema completo. La probabilidad de que el sistema falle antes de  $t$  es la probabilidad conjunta de que falle solamente el elemento 1 antes de  $t$ , o que falle el elemento 2 antes de  $t$  o que fallen ambos elementos antes de  $t$ .

$$P(X \leq t) = P_1(X \leq t) \cdot P_2(X > t) + P_1(X > t) \cdot P_2(X \leq t) + P_1(X \leq t) \cdot P_2(X \leq t)$$

Si la confiabilidad de cada componente puede ser descrita como una función exponencial de parámetro  $\lambda_i$ , se tiene:

$$P_i(t) = 1 - e^{-\lambda_i t}$$

Entonces:

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) \cdot t}$$

Luego,

$$R(t) = P(X > t) = 1 - P(X \leq t) = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) \cdot t}$$

Finalmente el valor esperado de confiabilidad del sistema en serie resulta como:

$$E(T) = \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

**Sistemas en Paralelo:** Dos componentes de un sistema se consideran conectados en paralelo, en términos de confiabilidad, cuando la falla de uno no ocasiona la falla del sistema, el que, por el contrario continúa funcionando normalmente. Este esquema puede ser descrito como redundante por construcción. La probabilidad de que el sistema falle antes de  $t$  es la probabilidad conjunta de que el elemento 1 falle antes de  $t$  y el elemento 2 también falle antes de  $t$ .

$$P(X \leq t) = P_1(X \leq t) \cdot P_2(X \leq t)$$

Si la confiabilidad de cada componente puede ser descrita como una función exponencial de parámetro  $\lambda_i$ , se tiene:

$$P_i(t) = 1 - e^{-\lambda_i t}$$

Entonces:

$$P(T \leq t) = (1 - e^{-\lambda_1 t}) \cdot (1 - e^{-\lambda_2 t})$$

Luego,

$$R(t) = P(X > t) = 1 - P(X \leq t) = e^{-\lambda_1 t} + e^{-\lambda_2 t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}$$

Finalmente el valor esperado de confiabilidad del sistema en paralelo resulta como:

$$E(T) = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Bajo ciertas condiciones particulares se pueden crear modelos analíticos para el estudio de confiabilidad y estados de un sistema. Si el sistema posee características de un proceso de Poisson, este podría ser modelado y resuelto utilizando Cadenas de Markov.

## 2.4 Procesos de Poisson

Se define como proceso estocástico, a aquellas funciones aleatorias tales que su argumento es el tiempo, por ejemplo, se dice que  $\{X_t\}_{t \in T}$  es un proceso estocástico si en el conjunto  $E$  si,  $\forall t \in T, X_t$  es una variable aleatoria con valores en  $E$ . Un proceso uniforme de Poisson es un proceso de conteo en el cual los intervalos que separan dos eventos



---

consecutivos son variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas de acuerdo a una ley exponencial [39].

## 2.5 Cadenas de Markov

Las cadenas de Markov son una familia particular de procesos estocásticos en tiempo discreto definidos en conjuntos finitos. La particularidad de dichos procesos es que la ocurrencia de un estado futuro depende del estado inmediatamente precedente y sólo de él. Las cadenas de Markov se usan para estudiar el comportamiento a corto y largo plazo de ciertos sistemas estocásticos, son conocidas sus aplicaciones en áreas de inventarios, mantenimiento, reemplazo y recursos acuíferos.

### 2.5.1 Condición de Markov.

Sea un sistema  $S$  que evoluciona en el tiempo de manera aleatoria, el estado del sistema en el instante  $n$ ,  $X_n$  es una variable aleatoria del sistema que toma valores en el conjunto de estados  $E = \{E_1, \dots, E_r\}$ .

Denotando por  $\pi_i(n)$  la probabilidad a priori de alcanzar el estado  $E_i$  en el instante  $n$ , es decir,  $\pi_i(n) = Pr[X_n = E_i]$ . Así los valores de  $\pi_i(n)_{i=1, \dots, r}$  constituyen la ley de probabilidades asociadas a  $X_n$ .

Condición de Markov: la ley condicional de  $X_{n+1}$  conocidos  $X_0 = E_{i_0}, \dots, X_n = E_{i_n}$  depende solamente del último estado  $E_{i_n}$  alcanzado por el sistema. Un proceso que satisface la condición de Markov se le denomina Cadena de Markov.

Sea  $P$  la matriz de transición de un periodo asociada a una cadena de Markov finita y homogénea ( $P$  es constante) y escribiendo la relación  $\pi(n) = \pi(n-1) \cdot P$ , entonces si el límite existe se tiene que:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \pi(n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \pi(n-1) \cdot P$$

$$\pi = \pi \cdot P$$

Se entiende como comportamiento estacionario de largo plazo a la existencia de  $\lim_{n \rightarrow \infty} \pi(n)$

Se define como un vector  $\pi$  de Probabilidades Estacionarias para una cadena de Markov finita y homogénea con matriz de transición  $P$ , si independiente de  $\pi(0)$  se cumple que,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \pi(n) = \pi$  [40].

Se pueden apreciar tres aproximaciones para modelar el sistema de carguío y transporte, la más utilizada por su simplicidad es el modelo determinístico, esta aproximación es rápida y fácil de implementar, sin embargo no permite estudiar fenómenos estocásticos. Para ello se pueden utilizar dos aproximaciones distintas, la primera son los modelos de simulación y la segunda los modelos analíticos como las cadenas de Markov. Serán estas dos últimas las que se considerarán para resolver el problema anteriormente planteado.

## 3 Metodología

En una primera etapa se resuelve la problemática planteada mediante la simulación de eventos discretos. Para la construcción y calibración de los modelos se utilizan datos reales de la mina Chuquicamata.

Se considera como los componentes del sistema a las operaciones de carguío, transporte y descarga. El carguío se produce en las fases en operativas, el material cargado se transporta en una primera etapa mediante camiones de extracción (CAEX) y dependiendo su destino se descarga en botaderos (lastre y lixiviación de sulfuros), stock o chancadores. De ser descargado en botaderos, el material termina su destino en ese punto. Por otro lado si el material es descargado en stock debe ser remanejado posteriormente hacia el chancado. Finalmente si el destino es el chancador, el material continúa su trayecto en correas transportadoras hasta la planta de molienda, donde finaliza el sistema. El objetivo con el cual se construye el modelo es evaluar la congestión y la confiabilidad del sistema de manejo de materiales.

La segunda etapa del trabajo consiste en modelar los sistemas de chancado de forma analítica utilizando las cadenas de Markov. El objetivo principal de esta etapa es analizar, sin necesidad de la simulación, la confiabilidad del sistema de chancado y correas, comparando los resultados obtenido en la simulación, junto con incorporar nuevos escenarios de estudio.

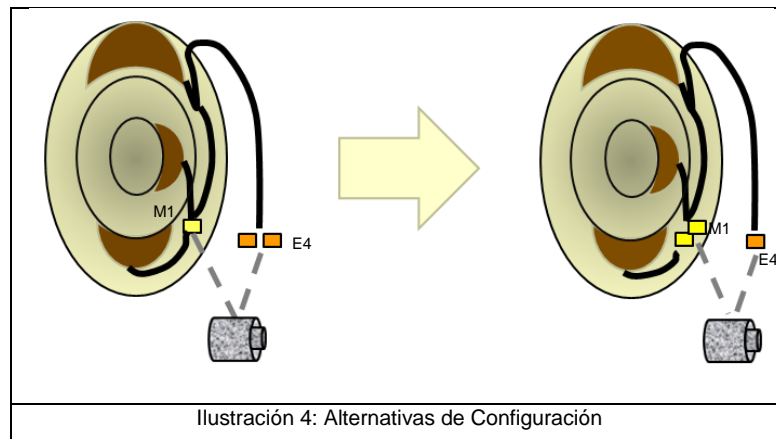
### **3.1 Modelo de Simulación**

La metodología para realizar la simulación es básicamente la presentada por Averill Law el 2009 en su paper “How to Build Valid and Credible Simulation Models” [16], donde esquematiza la construcción de modelos de simulación en pasos bastante claros.

### 3.1.1 Formulación del Problema.

La formulación del problema engloba tanto la definición de éste como la clasificación de sus componentes. En este caso el problema que se busca resolver es la mejor configuración de los 3 chancadores primarios de la mina Chuquicamata. Las configuraciones a estudiar consisten en:

1. Ubicar un chancador interior mina (M1) y dos chancadores en el exterior del pit (E4), ver ilustración 4 figura izquierda.
2. Ubicar dos chancadores al interior del pit (M1) y un chancador en el exterior (E4), figura derecha.



### 3.1.2 Recolección de Datos.

En esta etapa hay que definir cuáles son los componentes que se incorporarán al modelo (definición del sistema) y los supuestos que sostendrán dicho modelo. Una vez definido el sistema se procede a tomar los datos relevantes que serán considerados en el modelamiento.

En este caso el sistema está compuesto por las fases productivas, las cuales producen en función del plan minero establecido en el Plan de Negocios Divisional 2010 de Codelco Norte. La elección de las rutas proviene del software PlanInt desarrollado por NCL y Codelco para el cálculo óptimo de rutas.

Para el cálculo del ciclo de carguío se toma la base de datos de operaciones. Para la estimación de velocidades se genera un modelo de velocidades para los camiones de extracción basado en las características de la ruta (porcentaje de pendiente).

El análisis de confiabilidad se realiza para cada una de las configuraciones propuestas en la descripción del problema, para este cálculo es necesario contar con las bases de datos de tiempo entre falla y tiempo de falla para cada uno de los componentes descritos.

### **3.1.3 Declaración de Supuestos.**

Dado que el modelo pretende estudiar la productividad en función de la configuración de chancados y correas, no se consideran fallas en los equipos de carguío y transporte. La naturaleza de la minería a cielo abierto es dinámica, dado su constante desarrollo y modificación espacial de fases y caminos. Para modelar este dinamismo, sin caer en un modelo de tiempo real se consideran 4 configuraciones espaciales de la mina para representar los 4 años de estudio del modelo. Los frentes de carguío se modelan como un punto de carga por fase, por ende no se estudian los tiempos de espera en las palas ni cargadores, solamente se considera como congestión las colas en los chancadores. Se consideran como datos los movimientos de material y la distancia por periodo, ya que las metodologías tradicionalmente utilizadas para el dimensionamiento de flota de transporte no consideran la variable congestión. El requerimiento de camiones se calcula para cada periodo en cada modelo obteniendo como resultado las horas camión requeridas para cumplir el plan.

### **3.1.4 Programación del Modelo.**

Los modelos de simulación de eventos discretos han sido programados en distintos lenguajes de programación. Los primeros modeladores generaron sus propias aplicaciones en códigos como Fortran. Hoy en día existe una gran cantidad de softwares comerciales que permiten programar las simulaciones con mayor o menor flexibilidad, además muchos de ellos ya cuentan con la interfaz gráfica para visualizar los resultados. En esta oportunidad se utiliza el software Promodel 7.

### 3.1.5 Validación del Modelo.

Para validar el modelo de simulación se construye un modelo del mes de Diciembre de 2010 de la mina Chuquicamata en operación. El resultado de dicho modelo se compara con el resultado real de la operación. En particular, se compara el número de camiones en cola por destino. Sólo es considerado el mes de Diciembre de 2010 ya que es el primer mes que cuenta con la implementación del sistema Jigsaw, el cual cuenta con datos veraces y confiables para dicho propósito.

### 3.1.6 Diseño de Experimentos.

Ya con el modelo de simulación programado y validado se procede al diseño de los experimentos, los cuales deben ser elegidos de manera de que sus resultados ayuden a la toma de decisiones.

Escenario	N° Chancadores M1	N° Chancadores E4	Productividad de Chancador M1	Permite bajar cargado.
(1)	1	2	Máx 80 ktpd	No
(2)	2	1	Máx 80 ktpd	No
(3)	1	2	Máx 100 ktpd	Sí
(4)	2	1	Máx 100 ktpd	Sí
(5)	1	2	Promedio 85 ktpd	Sí
(6)	1	2	Promedio 90 ktpd	Sí
(7)	1	2	Promedio 100 ktpd	Sí

Tabla 1: Resumen escenarios simulados.

### **3.2 Modelo de Analítico de Cadenas de Markov.**

Las cadenas de Markov por lo general son utilizadas en modelos de inventario, mantenimiento, reemplazo entre otros. Son una familia de procesos estocástico los cuales tienen la característica de determinar la probabilidad de un estado en función del estado inmediatamente anterior.

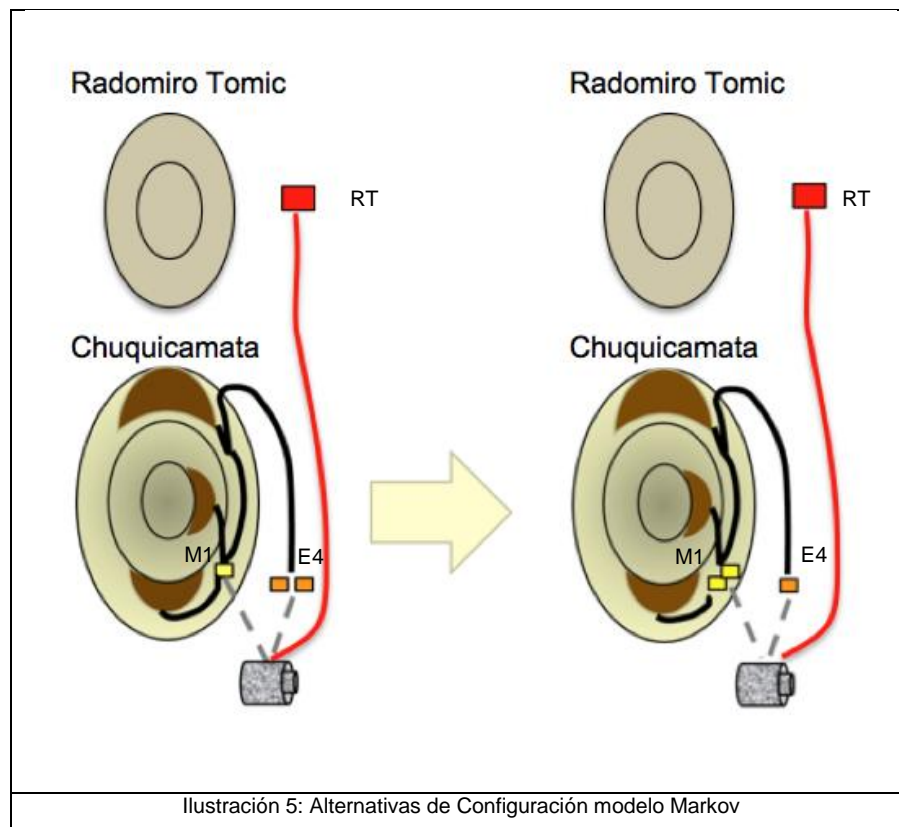
En este caso los sistemas de falla de los chancadores y correas cumplen las condiciones de Markov al ser distribuciones exponenciales independientes, por lo tanto se puede aplicar la teoría para calcular la probabilidad del tiempo en el cual cada uno de estos componentes se encontrará operativo o en falla.

Por tratarse de un modelo analítico el modelamiento matemático es más complejo que el de la simulación, sin embargo la resolución de dicho modelo es más simple en términos computacionales, lo cual permite añadir más componentes al problema.

#### **3.2.1 Formulación del Problema.**

Se crea un modelo para predecir la capacidad productiva del sistema de chancado, para así resolver la mejor configuración del sistema de chancado en la mina Chuquicamata. En esta oportunidad es incorporada la confiabilidad del sistema de chancado y correa del chancador de sulfuros de Radomiro Tomic.





A diferencia del modelo de simulación, en el cual se obtienen las horas requeridas de camión para cumplir el plan, en este caso son calculadas a posteriori en función de las distintas porciones del tiempo en el cual estuvieron operando los distintos chancadores.

### 3.2.2 Recolección de Datos.

Como este modelo no estudia la congestión de los camiones en el circuito de transporte, no se utilizan los datos de velocidad recolectados para el modelo de simulación. Sin embargo sí son necesarias las curvas de fallas de los chancadores y correas de Chuquicamata y Radomiro Tomic.

### 3.2.3 Declaración de Supuestos.

Este modelo analítico tiene por objetivo encontrar la porción del tiempo (en estado estacionario) en el cual los chancadores se encuentran operativos dependiendo de la configuración de los componentes. En este modelo no se consideran los tiempos de espera de camiones en los puntos de descarga. Las curvas de falla del chancador y correa de Radomiro

Tomic serán una aproximación basada en el criterio de la superintendencia de chancado de la mina Chuquicamata, ya que en el periodo en el cual se realizó este estudio dicho chancador no se encontraba en producción.

### 3.2.4. Modelamiento

Se resuelven dos problemas distintos, el primero es replicar la configuración de los chancadores utilizadas en los modelos de simulación y comparar los resultados obtenidos con ambas metodologías. El segundo problema es incorporar el chancador y correa de sulfuros de Radomiro Tomic en el modelo, evaluando el sistema de chancado de sulfuros de Codelco Norte en forma global.

Los componentes individuales del sistema de chancado pueden estar en falla u operativos, por ende el estado del sistema es la combinación del estado de cada componente individual. En el caso de estudio se detalla cada uno de los estados y las probabilidades de transición entre cada uno de ellos. La probabilidad de transición se calcula en base a las curvas de falla.

### 3.2.5. Diseño de Experimentos

Al igual que con los modelos de simulación, una vez finalizada la construcción del modelo teórico se determinan los experimentos a resolver y luego se analizan sus resultados.

Escenario	N° Chancadores M1	N° Chancadores E4	N° Chancadores RT	Productividad de Chancador M1	Permite bajar cargado.
(1)	1	2	1	Máx 85 ktpd	Sí
(2)	2	1	1	Máx 85 ktpd	Sí

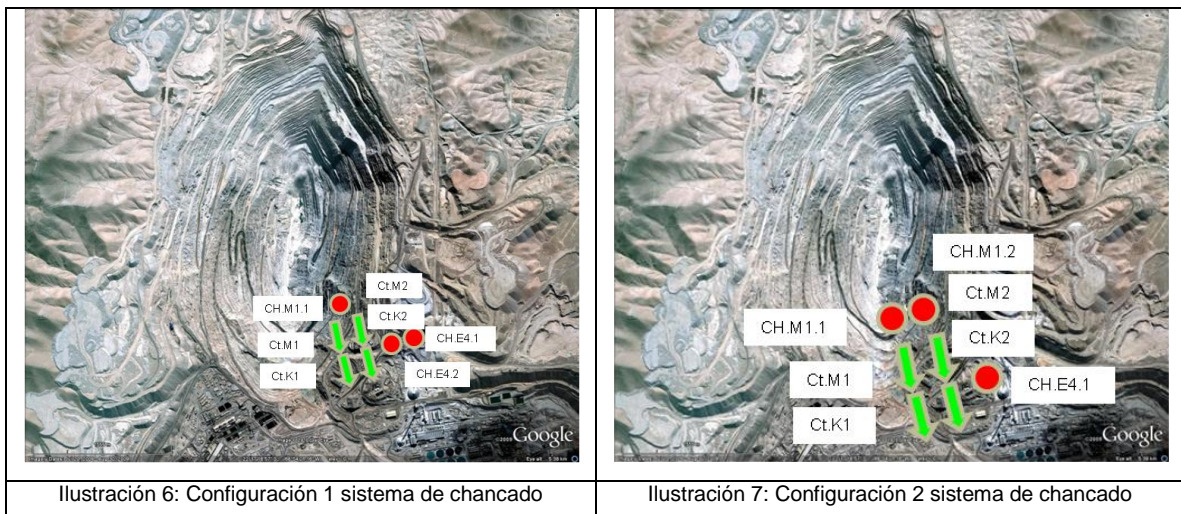
Tabla 2: Resumen escenarios Cadenas de Markov.

## 4 Modelo de Simulación

Este capítulo tiene la finalidad de resolver la problemática descrita utilizando la simulación de eventos discretos, el objetivo es modelar y simular los distintos escenarios utilizando datos reales de producción y planificación de la mina Chuquicamata perteneciente a la División Codelco Norte.

### 4.1 Formulación del Problema

La mina Chuquicamata hoy cuenta con 3 chancadores de sulfuros, cada uno es capaz de procesar 100 kton/d, y el requerimiento máximo de planificación es de 122 kton/d. La configuración actual (configuración 1) y alternativa (configuración 2) se pueden apreciar en el siguiente esquema:



La **configuración 1** del sistema de chancado es tal como se encuentra operando hoy la mina Chuquicamata. Esta configuración consta de 2 chancadores en superficie y uno al interior de la mina. Cada chancador en superficie tiene su propia correa de transporte hacia la planta de molienda. El chancador interior mina posee 2 correas en paralelo para tal fin (sistema redundante). El detalle de los componentes son: el chancador interior mina M1 (CH.M1.1), el tramo de correa M1 (Ct.M1), el tramo de correa K1 (Ct.K1), el tramo de correa M2 (Ct.M2), el tramo de correa K2 (Ct.K2), el chancador en superficie E4.1 (CH.E4.1) y el chancador en superficie E4.2 (CH.E4.2).

En la **configuración 2** del sistema de chancado, se considera el traslado del chancador E4.2 al interior mina (junto al M1) quedando la siguiente configuración: chancador M1.1 interior mina (CH.M1.1), chancador M1.2 interior mina (CH.M1.2), el tramo de correa M1 (Ct.M1), el tramo de correa K1 (Ct.K1), el tramo de correa M2 (Ct.M2), el tramo de correa K2 (Ct.K2) y el chancador en superficie E4.1 (CH.E4.1). Es decir que cada chancador interior mina (M1.1 y M1.2) queda con su correa de transporte respectiva (Ct.M1-K1 y Ct.M2-K2), y en superficie queda el chancador E4.1 con 2 correas en sistema redundante.

Entonces se debe determinar cuál de las dos configuraciones propuesta es mejor considerando inversión, costo y variables externas al modelo, como por ejemplo la posible entrada de una fase marginal de mineral en el sector del chancador M1 (implicaría remover eventualmente 2 chancadores en vez de uno). Principalmente se espera identificar el comportamiento de la congestión de los camiones de extracción y diferencia en la confiabilidad de los sistemas de chancado.

La evaluación económica y por ende el modelo se realiza para los primeros 4 años del Plan de Negocios Divisional (PND) de Codelco Norte (Anexo A.1).

#### **4.2 Recolección de Datos**

Antes de la construcción del modelo hay que definir claramente sus componentes. En este caso el sistema es un subconjunto de la mina Chuquicamata. Se consideran como tal al sistema de manejo de materiales, los tiempos de carga y descarga son variables exógenas del sistema, modelados como una variable aleatoria distribuida según el análisis histórico de dichos tiempos. Por ende son recolectadas las bases de datos del sistema Dispatch correspondiente a los meses de Marzo a Mayo del 2010 (Anexo A.2). Las figuras 8 y 9 muestran los histogramas de los tiempos de carga y descarga respectivamente.

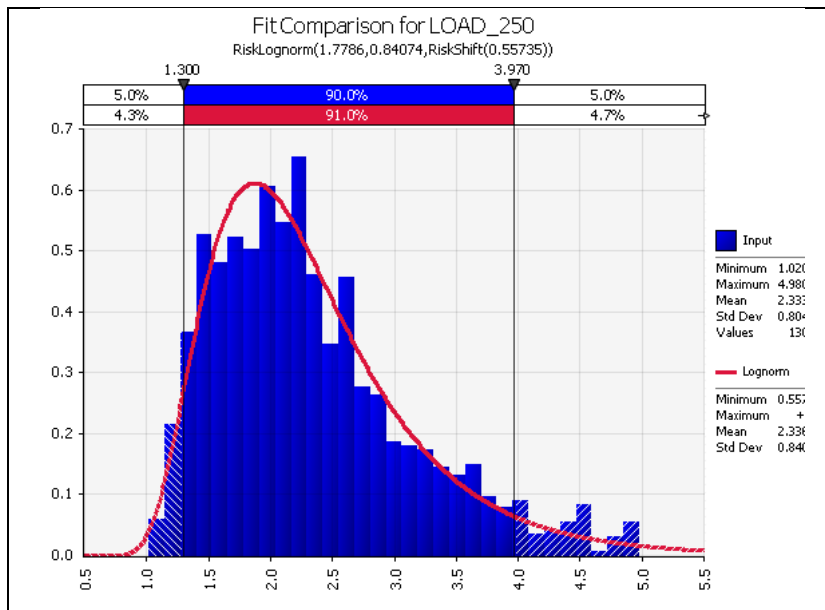


Ilustración 8: Frecuencia tiempos de carguío (minutos)

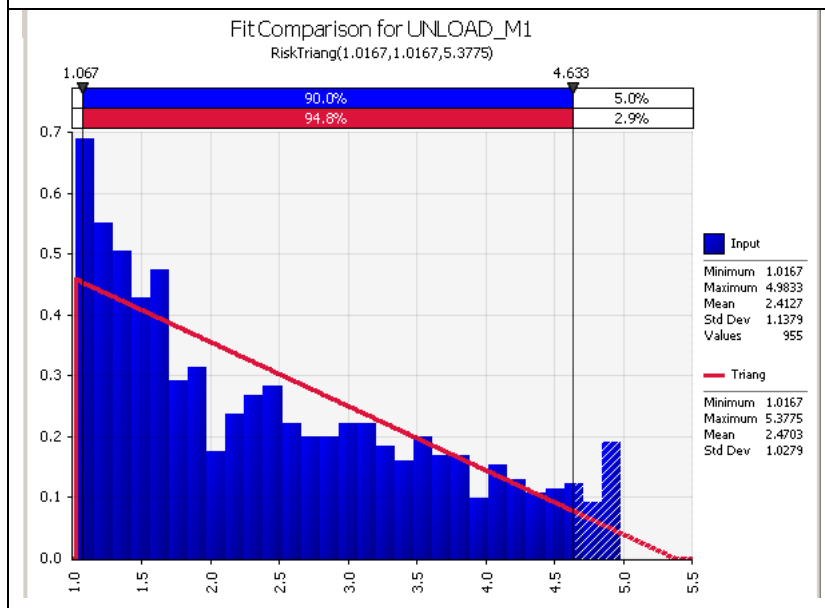


Ilustración 9: Frecuencia tiempo de descarga (minutos)

La velocidad de los camiones depende de las características de la ruta, el modelo debe realizarse para 4 años de producción en una mina a cielo abierto, lo que implica que dado que tanto las fases de producción como las rutas cambian en el tiempo. Es necesario por tanto crear un modelo de velocidades en función de las características de la ruta.

La característica de la ruta que más impacta en la velocidad de los camiones es el porcentaje de pendiente de ésta. El porcentaje de pendiente es el porcentaje de la ruta que

sobre pasa una pendiente del 8%. Las velocidades de las rutas se obtienen de Dispatch correspondiente a los meses de Marzo a Mayo del 2010. El modelo ajusta al promedio de las velocidades para cada ruta seleccionada, los gráficos representan las curvas de velocidad media en función del porcentaje de pendiente de la ruta, para camiones cargados y vacíos (Anexo A.3).

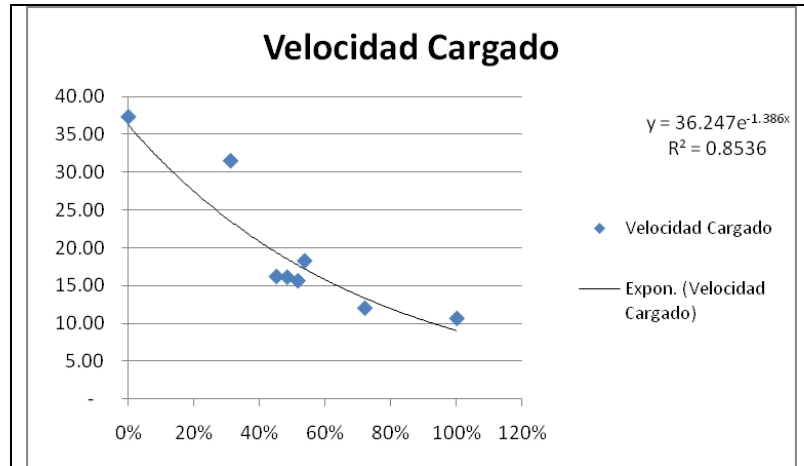


Ilustración 10: Velocidad camión cargado en función de la pendiente

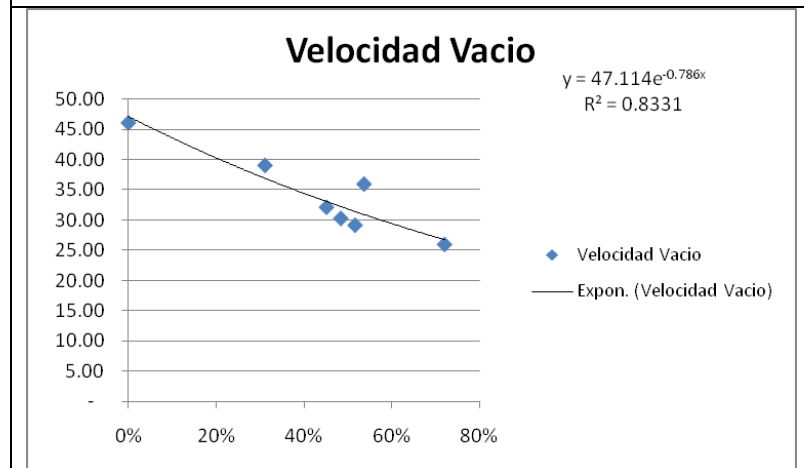


Ilustración 11: Velocidad camión vacío en función de la pendiente

Los planes de movimiento de materiales por fase y por destino provienen del informe PND 2010 de Codelco Norte. La selección de los caminos (por lo general en una mina de las dimensiones de Chuquicamata hay más de un camino posible) se determina mediante el software PlanInt, el cual es alimentado con el plan minero, las fases y la malla de rutas posibles, eligiendo el camino óptimo para cada material proveniente del plan. Estas rutas son la que se replican en el modelo de simulación. En la siguiente ilustración se presenta el esquema de funcionamiento de PlanInt, en la figura superior se muestra la malla de rutas posibles y en la figura inferior se muestra la ruta elegida en función del menor tiempo de ciclo.

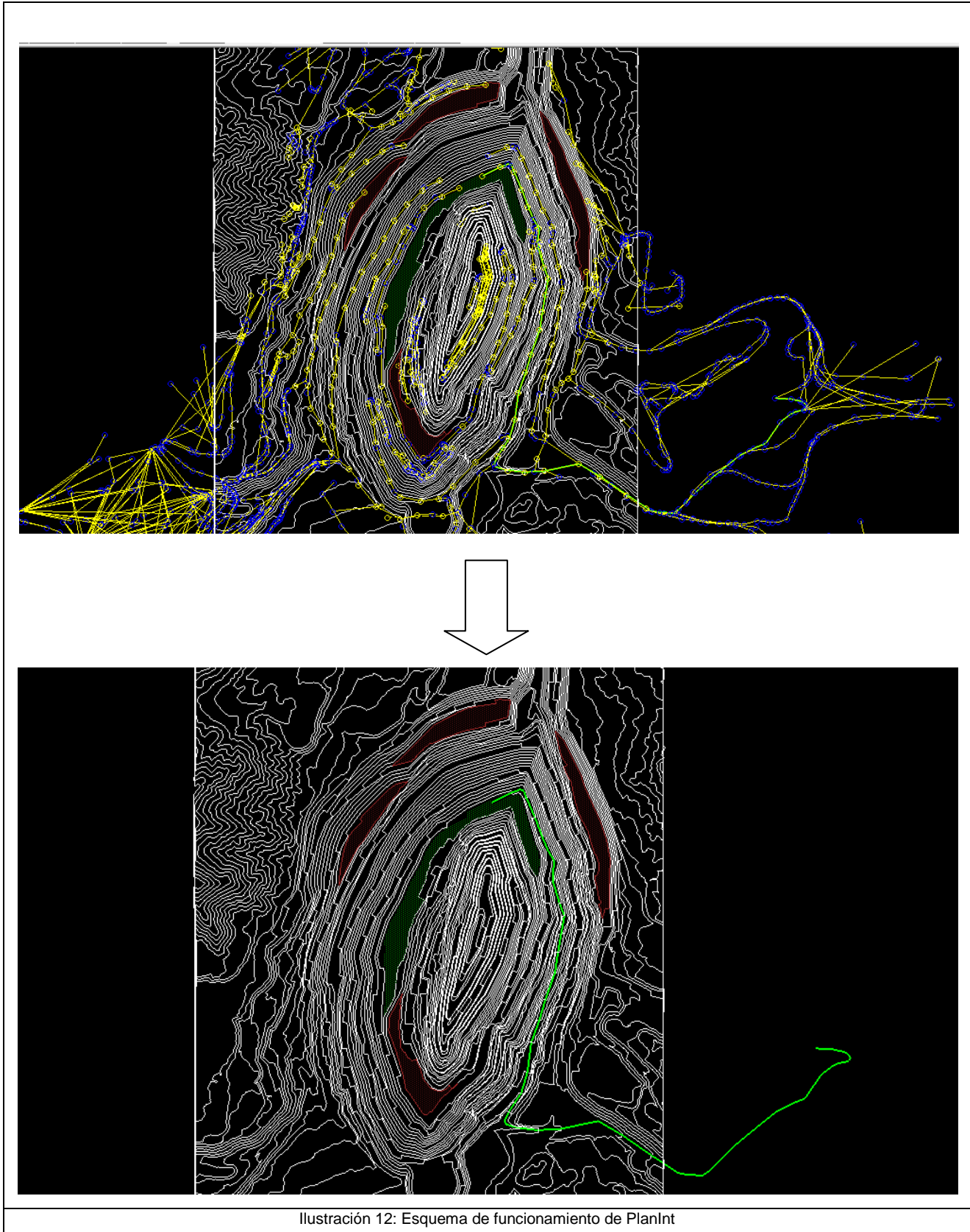


Ilustración 12: Esquema de funcionamiento de PlanInt



Para el cálculo de confiabilidad para cada una de las configuraciones es necesario obtener las bases de datos de tiempo entre falla y tiempo de falla para cada uno de los componentes del sistema de chancado. Todos los componentes del sistema M1 poseen 16 meses de información, excepto la correa M2-K2 que se encuentra en puesta en marcha por ende solo se obtiene información de 3 meses. Las distribución de los datos ajustan de manera exponencial, sin embargo la información de la correa M2-K2 no es suficiente para generar un buen ajuste de curva, de todas formas se utilizan estos datos tomando la precaución a la hora de concluir resultados.

Para el caso de los componentes del sistema E4, no se cuenta con datos detallados, solo con la tasa de falla global y la disponibilidad del sistema. Sin embargo la superintendencia de chancado de la mina Chuquicamata recomienda asumir el comportamiento de los chancadores E4 tal como los chancadores M1. Otro supuesto es considerar que las correas del sistema E4 se comportan de igual forma entre sí. Por lo tanto en el caso del sistema E4 se procede a calcular las curvas de falla de sus componentes en función de los datos entregados.

Tiempo Medio entre Fallas (hr)	19.01
Tiempo Medio de Falla (hr)	1.19
Disponibilidad Mecánica (%)	94.11

Tabla 3: Datos confiabilidad mecánica sistema E4.

La confiabilidad de los sistemas se puede determinar a partir de sus componentes, y este cálculo es necesario para ser ingresado en los modelos de simulación. El esquema de la configuración 1, para cada uno de los chancadores es el siguiente:

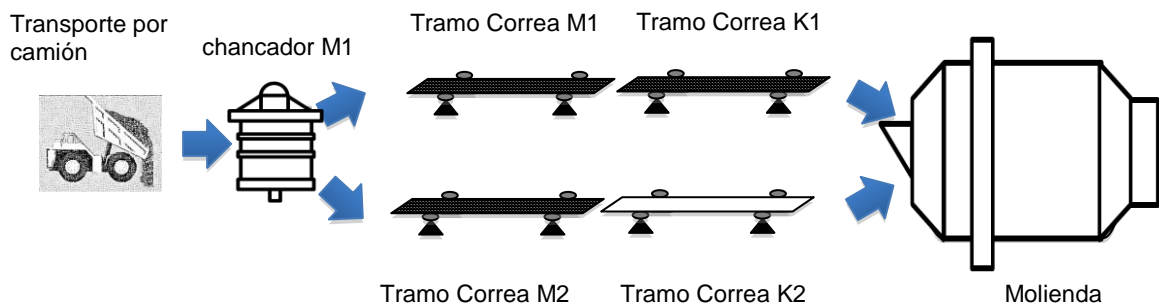


Ilustración 13: Componentes del sistema M1 (Configuración 1)



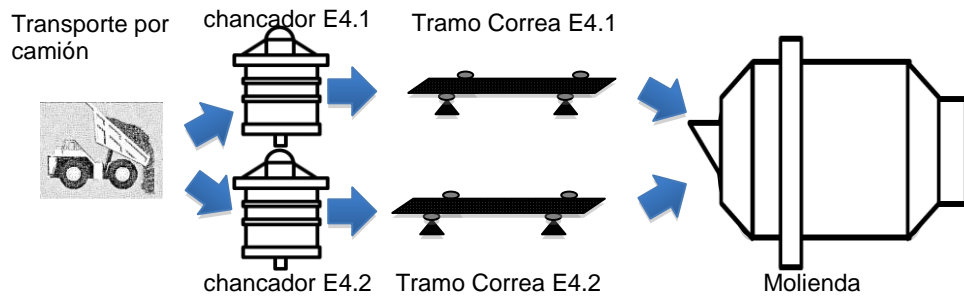


Ilustración 14: Componentes del sistema E4 (Configuración 1)

De igual forma se presenta el esquema de chancadores y correas para la configuración 2, el cual se diferencia del esquema anterior por dejar dos chancadores en el sistema M1 y solo uno en el sistema E4:

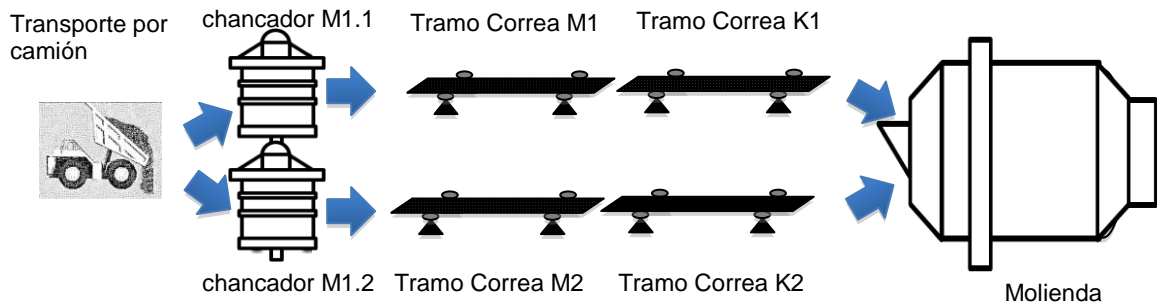


Ilustración 15: Componentes del sistema M1 (Configuración 2)

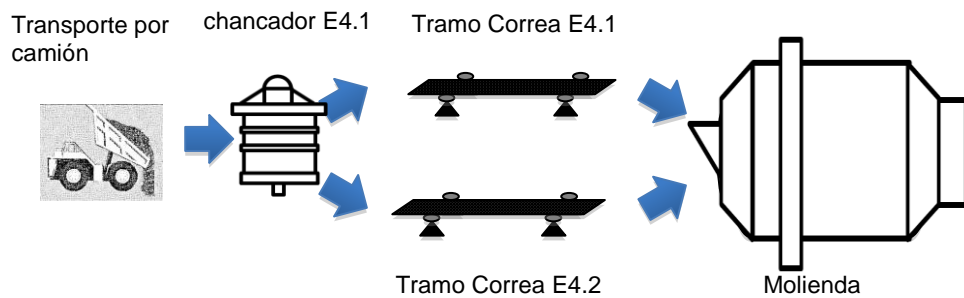
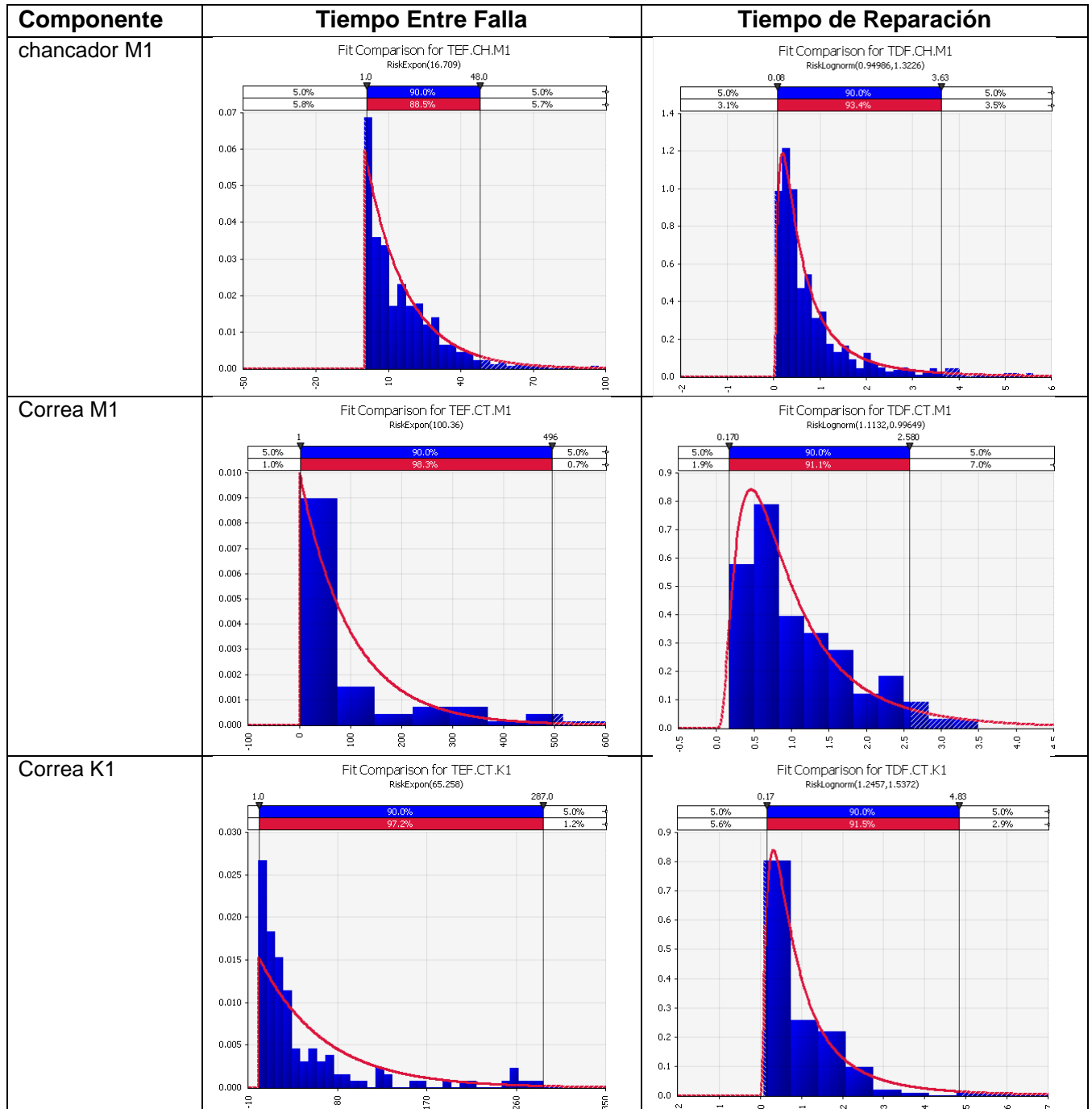
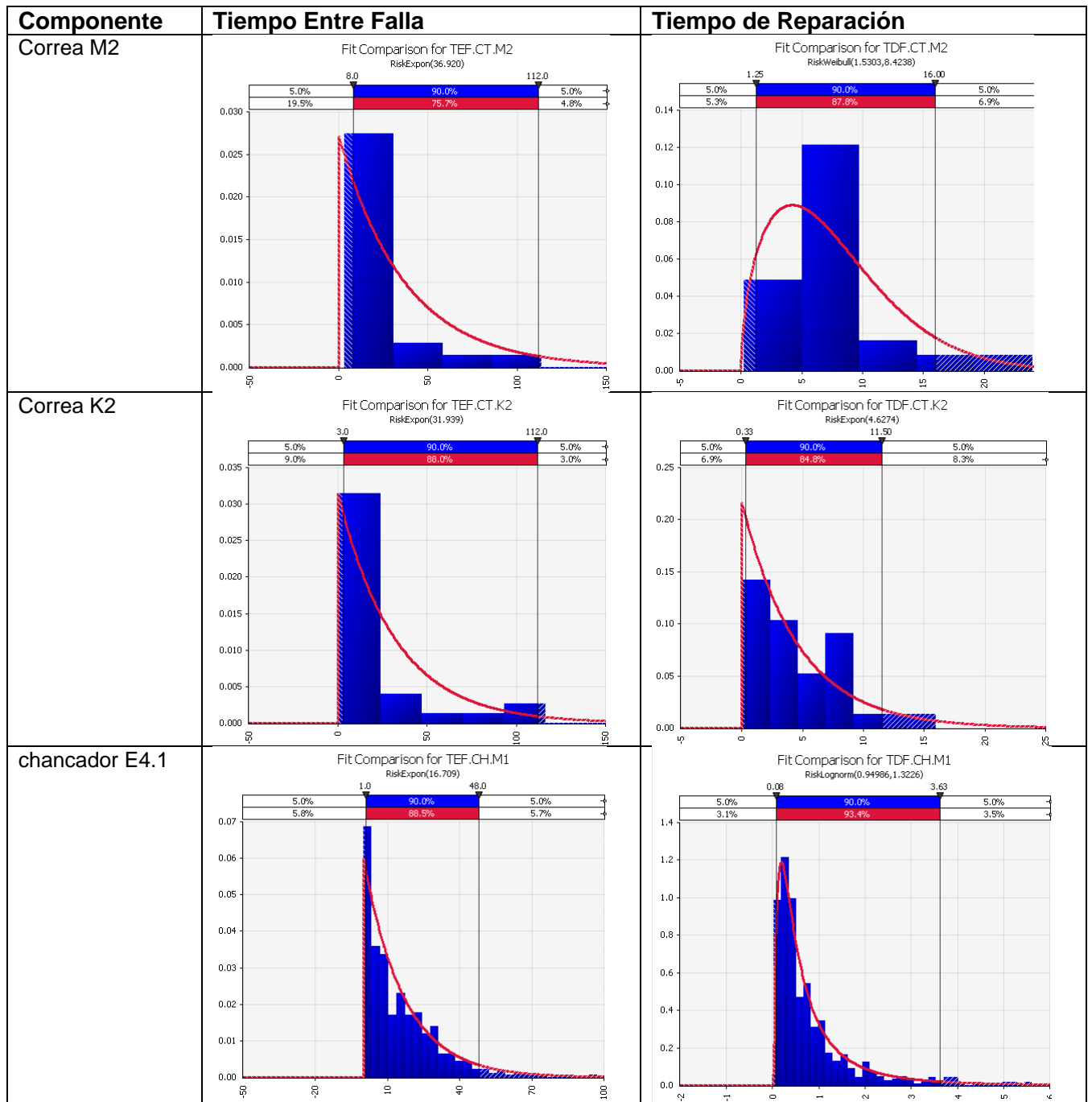
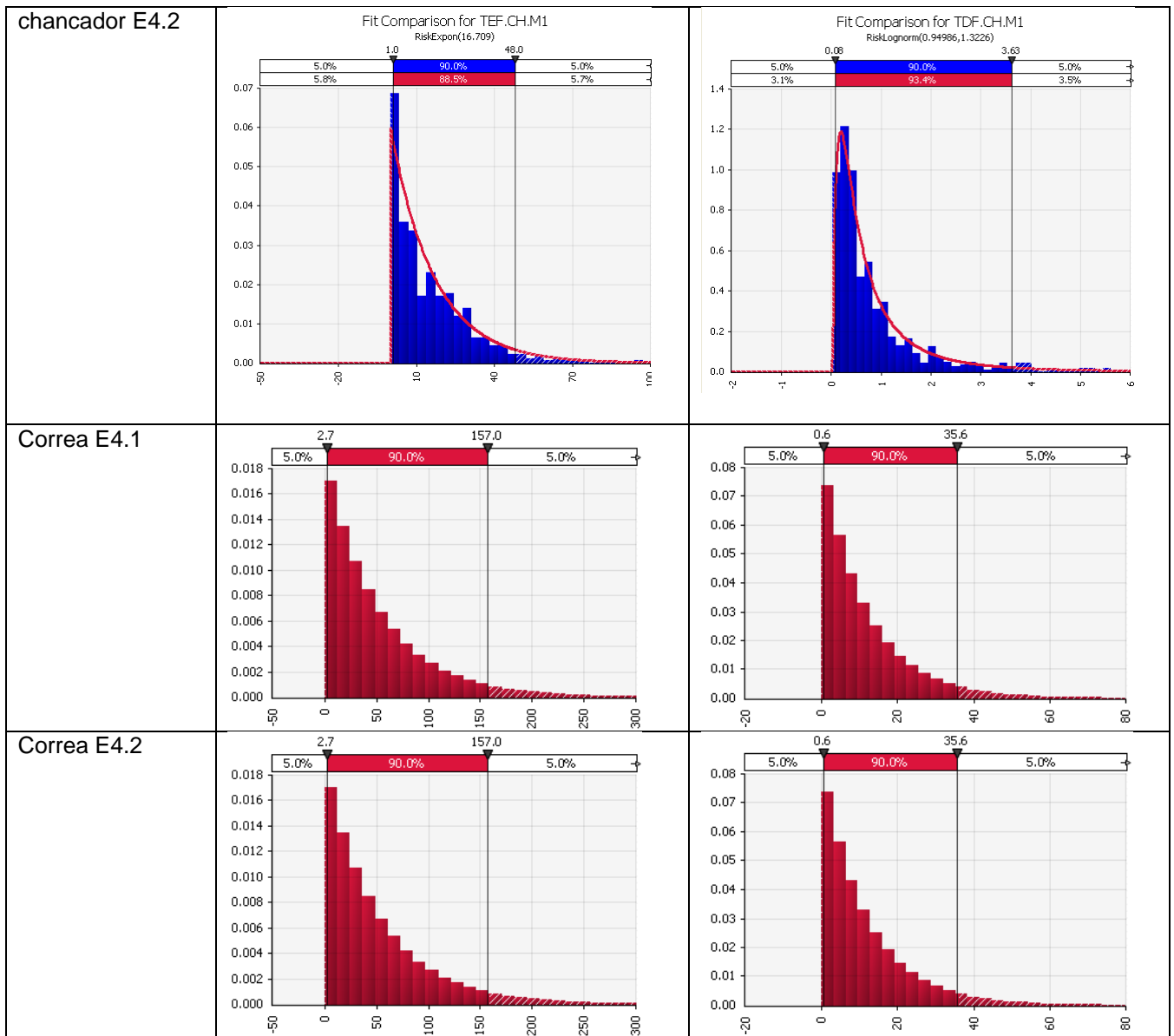


Ilustración 16: Componentes del sistema E4 (Configuración 2)

El cálculo de confiabilidad del sistema se basa en las curvas de falla de cada uno de sus componentes. Los datos considerados para el sistema M1 son entregados por la superintendencia de chancado de la mina Chuquicamata en un formato de bitácora. De esta base de datos se busca obtener la distribución de los tiempos entre falla y los tiempos de falla para cada componente del sistema. Por lo tanto los datos son filtrados con el fin de eliminar todas las detenciones programadas. Las curvas resultantes se muestran en las siguientes figuras:







Con los datos de cada uno de los componentes se procede a determinar las curvas de confiabilidad para cada sistema de chancado (M1 y E4) y para cada una de las configuraciones. El cálculo de dicha confiabilidad toma el supuesto que tanto los tiempos entre falla y los tiempos de falla para cada componente se distribuyen como una función exponencial, lo cual se puede apreciar en los gráficos anteriormente mostrados. Los datos de las correas M2-K2 debido a la poca cantidad de datos carecen de un buen ajuste exponencial, sin embargo, se tomarán las precauciones a la hora de concluir con respecto a los resultados del modelo de simulación.

Si cada uno de los componentes tiene curvas de falla y reparación exponencial entonces la confiabilidad del sistema se calcula mediante la solución teórica mostrada en el capítulo 2.3 el

cual depende si los componentes se encuentran en serie o en paralelo. El resultado del cálculo se muestra en las tablas siguientes.

Sistema	Tiempo Entre Falla	Tiempo de Reparación
M1	$f(t) = e^{-0.081 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.85 \cdot t}$
E4.1	$f(t) = e^{-0.079 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.25 \cdot t}$
E4.2	$f(t) = e^{-0.079 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.25 \cdot t}$

Tabla 4: Curvas de Falla Configuración 1

Sistema	Tiempo Entre Falla	Tiempo de Reparación
M1.1	$f(t) = e^{-0.085 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.69 \cdot t}$
M1.2	$f(t) = e^{-0.102 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.23 \cdot t}$
E4	$f(t) = e^{-0.073 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.63 \cdot t}$

Tabla 5: Curvas de Falla Configuración 2

Se realiza un plan de movimiento de materiales para cada escenario a simular. Se definen dos alternativas para el estudio, cada alternativa cuenta con dos escenarios (configuraciones de chancado). Estas alternativas buscan evaluar el potencial económico de trasladar el chancador E4 al interior mina (M1) ante distintas condiciones de operación, la alternativa 1 refleja una baja productividad del sistema de chancado M1 (con un solo chancador) y no se permite que los camiones bajen cargados, por otro lado la alternativas 2 estudia el comportamiento del sistema con un chancador M1 alcanzando 100 ktpd y donde los camiones pueden bajar cargados (Tabla 6).

Escenario	Nº Chancadores M1	Nº Chancadores E4	Productividad de Chancador M1	Permite bajar cargado.
(1)	1	2	80	No
(2)	2	1	80	No
(3)	1	2	100	Sí
(4)	2	1	100	Sí

Tabla 6: Resumen escenarios estudiados.

El detalle de los movimientos de materiales para cada escenario se presenta en las siguientes tablas:

Periodo	Sbl			Stock			Bot_95			Bot_81			Bot_57		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	4,206	7,375	55	3,602	6,222	59	4,875	8,087	40	4,861	4,056	52	11,367	7,540	51
2011-T2	3,250	7,555	56	4,676	6,807	63	4,411	8,635	41	4,955	4,867	55	12,668	7,273	54
2011-T3	2,552	8,060	57	3,140	8,572	67	4,078	8,781	43	4,456	5,111	58	14,628	7,372	54
2011-T4	3,161	8,491	55	1,699	10,153	66	4,656	9,121	44	4,986	5,294	60	14,255	7,637	56
2012-T1	2,131	9,237	54	519	8,567	58	3,768	9,368	44	4,830	4,798	54	13,097	8,601	48
2012-T2	4,911	9,690	54	1,392	9,052	57	4,260	8,729	43	4,454	4,399	49	12,880	9,348	52
2012-T3	4,047	9,948	55	1,428	9,319	58	6,751	8,300	43	1,612	3,177	48	13,390	9,284	52
2012-T4	6,176	10,093	54	1,517	9,318	59	8,242	9,077	43	2,177	3,198	49	11,105	10,074	58
2013-S1	7,281	9,542	54	330	9,270	70	24,884	11,238	46	9,780	4,290	56	1,399	11,567	40
2013-S2	9,513	6,593	43				28,222	10,263	44	9,904	4,125	56			
2014-S1	9,269	7,069	42				17,254	10,196	46	5,076	4,032	57			
2014-S2	9,545	7,419	48				17,015	10,751	43	7,662	4,322	58	1,659	9,901	31
<b>Total</b>	<b>66,042</b>	<b>8,197</b>	<b>50</b>	<b>18,303</b>	<b>7,975</b>	<b>62</b>	<b>128,413</b>	<b>10,024</b>	<b>44</b>	<b>64,754</b>	<b>4,390</b>	<b>55</b>	<b>106,447</b>	<b>8,421</b>	<b>53</b>

Periodo	Bot_68			Bot_71			Ch_E4			Ch_M1			Total		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	6,794	3,224	49	2,409	3,991	35	3,812	4,333	72	7,207	4,508	62	49,132	5,674	53
2011-T2	6,365	3,794	47	2,396	3,634	31	4,039	4,369	73	7,227	4,658	64	49,987	5,899	54
2011-T3	7,287	3,584	65	2,471	3,728	34	4,003	4,502	73	7,139	4,242	62	49,754	5,980	57
2011-T4	6,964	3,770	76	2,453	3,873	45	5,262	4,355	73	6,128	3,937	67	49,564	6,146	59
2012-T1	8,558	3,964	74	3,493	3,835	51	9,877	4,314	75	1,266	1,064	28	47,538	6,027	56
2012-T2	5,825	4,433	76	3,728	3,934	55	9,589	4,126	75	1,677	1,221	39	48,715	6,558	56
2012-T3	6,395	4,815	75	3,733	4,138	58	3,930	2,674	85	7,212	2,655	40	48,498	6,494	54
2012-T4	5,436	5,320	71	3,736	4,324	61	4,133	2,718	82	7,258	2,785	45	49,778	6,963	55
2013-S1	6,203	4,872	67	7,401	4,995	59	9,599	6,798	64	12,686	2,348	39	79,563	7,196	51
2013-S2	1,304	5,471	65	7,431	5,738	64	8,052	3,941	51	14,480	2,592	52	78,906	6,492	48
2014-S1				7,443	5,921	69	14,238	3,457	48	7,799	2,810	58	61,079	6,174	50
2014-S2				2,978	6,272	74	12,141	3,718	55	10,390	3,246	60	61,390	6,529	49
<b>Total</b>	<b>61,131</b>	<b>4,175</b>	<b>67</b>	<b>49,672</b>	<b>4,813</b>	<b>57</b>	<b>88,673</b>	<b>4,177</b>	<b>65</b>	<b>90,470</b>	<b>3,164</b>	<b>53</b>	<b>673,906</b>	<b>6,390</b>	<b>53</b>

Tabla 7: Plan de movimiento de materiales escenario 1

Periodo	Sbl			Stock			Bot_95			Bot_81			Bot_57		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	4,206	7,375	55	3,602	6,222	59	5,052	8,124	40	4,861	4,056	52	11,178	7,536	51
2011-T2	3,250	7,555	56	4,676	6,807	63	4,411	8,635	41	4,954	4,869	55	12,570	7,285	54
2011-T3	2,552	8,060	57	3,140	8,572	67	4,078	8,781	43	4,456	5,111	58	14,663	7,357	54
2011-T4	3,161	8,491	55	1,699	10,153	66	4,656	9,121	44	4,986	5,294	60	14,220	7,666	56
2012-T1	2,131	9,079	56	519	8,567	58	3,768	9,368	44	4,837	4,797	54	12,993	8,592	49
2012-T2	4,911	9,562	55	1,392	9,052	57	4,260	8,729	43	4,454	4,399	49	13,088	9,323	51
2012-T3	4,047	9,819	56	1,428	9,319	58	6,751	8,300	43	1,612	3,173	48	13,465	9,278	52
2012-T4	6,176	9,979	55	1,517	9,318	59	8,067	9,045	43	2,177	3,192	49	11,445	10,043	58
2013-S1	7,281	9,436	55	330	9,270	70	26,198	11,248	46	9,965	4,312	56			
2013-S2	9,513	6,436	45				28,266	10,261	44	9,904	4,175	54			
2014-S1	9,269	6,601	47				17,321	10,262	46	5,076	4,610	41			
2014-S2	9,545	7,026	51				13,381	11,045	45	7,662	4,845	45	831	9,451	33
<b>Total</b>	<b>66,042</b>	<b>8,008</b>	<b>52</b>	<b>18,303</b>	<b>7,975</b>	<b>62</b>	<b>126,207</b>	<b>10,056</b>	<b>44</b>	<b>64,945</b>	<b>4,507</b>	<b>52</b>	<b>104,454</b>	<b>8,368</b>	<b>53</b>

Periodo	Bot_68			Bot_71			Ch_E4			Ch_M1			Total		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	6,794	3,224	49	2,420	4,074	35	202	5,358	56	10,817	4,410	56	49,132	5,678	51
2011-T2	6,366	3,793	47	2,495	3,605	32				11,266	4,531	57	49,987	5,889	53
2011-T3	7,287	3,584	65	2,436	3,797	34				11,142	4,276	55	49,754	5,968	55
2011-T4	6,964	3,770	76	2,487	3,709	47	5,262	4,355	73	6,128	3,937	67	49,564	6,143	59
2012-T1	8,552	3,964	74	3,597	3,851	51	9,877	4,314	75	1,266	1,064	28	47,538	6,008	56
2012-T2	5,825	4,433	76	3,520	3,926	56	9,589	4,126	75	1,677	1,221	39	48,715	6,561	56
2012-T3	6,395	4,815	75	3,659	4,134	58	2,121	969	65	9,021	2,890	37	48,498	6,457	53
2012-T4	5,436	5,320	71	3,570	4,311	61	2,394	969	65	8,997	2,954	43	49,778	6,907	54
2013-S1	6,018	4,866	67	7,485	4,963	59	9,599	6,798	64	12,686	2,348	39	79,563	7,175	52
2013-S2	1,304	5,471	65	7,388	5,748	63	8,012	3,929	51	14,520	2,592	52	78,906	6,480	48
2014-S1				7,376	5,912	69	14,238	3,457	48	7,799	2,806	58	61,079	6,173	49
2014-S2				7,439	6,453	75	12,141	3,718	55	10,390	3,242	60	61,390	6,299	52
<b>Total</b>	<b>60,941</b>	<b>4,172</b>	<b>67</b>	<b>53,870</b>	<b>4,951</b>	<b>58</b>	<b>73,434</b>	<b>4,108</b>	<b>62</b>	<b>105,710</b>	<b>3,307</b>	<b>51</b>	<b>673,906</b>	<b>6,355</b>	<b>53</b>

Tabla 8: Plan de movimiento de materiales escenario 2

Periodo	Sbl			Stock			Bot_95			Bot_81			Bot_57		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	4,206	7,585	56	3,602	6,388	60	4,521	8,052	40	4,861	4,056	52	11,800	7,759	52
2011-T2	3,250	7,555	56	4,676	6,807	63	4,411	8,635	41	4,922	4,854	55	12,616	7,282	54
2011-T3	2,552	8,060	57	3,140	8,572	67	4,078	8,781	43	4,456	5,111	58	14,791	7,367	54
2011-T4	3,161	8,491	55	1,699	10,153	66	4,656	9,121	44	4,986	5,294	60	14,243	7,654	56
2012-T1	2,131	9,079	56	519	8,567	58	3,885	9,402	44	4,830	4,798	54	12,929	8,638	48
2012-T2	4,911	9,562	55	1,392	9,052	57	4,712	8,944	44	4,454	4,399	49	12,668	9,272	52
2012-T3	4,047	9,819	56	1,428	9,319	58	6,751	8,300	43	1,612	3,177	48	13,418	9,300	52
2012-T4	6,176	9,979	55	1,517	9,318	59	8,472	9,127	43	2,177	3,198	49	10,874	10,093	58
2013-S1	7,281	9,436	55	330	9,270	70	24,884	11,239	46	9,931	4,329	56	1,345	11,379	40
2013-S2	9,513	6,436	45				28,107	10,267	44	9,904	4,125	56			
2014-S1	9,269	6,601	47				17,318	10,207	46	5,076	4,032	57			
2014-S2	9,545	7,027	51				13,381	11,046	45	7,662	4,322	58	789	9,414	33
<b>Total</b>	<b>66,042</b>	<b>8,021</b>	<b>52</b>	<b>18,303</b>	<b>8,007</b>	<b>62</b>	<b>125,176</b>	<b>10,047</b>	<b>44</b>	<b>64,872</b>	<b>4,394</b>	<b>55</b>	<b>105,473</b>	<b>8,417</b>	<b>53</b>

Periodo	Bot_68			Bot_71			Ch_E4			Ch_M1			Total		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	6,794	3,224	49	2,329	3,962	34	3,785	4,296	73	7,233	4,533	62	49,132	5,755	53
2011-T2	6,398	3,823	47	2,449	3,601	32	4,049	4,299	71	7,217	4,601	65	49,987	5,884	54
2011-T3	7,287	3,584	65	2,308	3,723	34	3,967	4,197	71	7,175	4,050	64	49,754	5,938	57
2011-T4	6,964	3,770	76	2,465	3,847	45	4,251	4,114	77	7,139	3,871	67	49,564	6,110	59
2012-T1	8,558	3,964	74	3,543	3,749	52	3,976	3,514	82	7,167	2,883	31	47,538	5,827	53
2012-T2	5,825	4,433	76	3,488	3,930	55	4,083	2,598	83	7,183	2,381	31	48,715	6,281	53
2012-T3	6,395	4,815	75	3,705	4,055	59	3,930	2,674	85	7,212	2,655	40	48,498	6,484	54
2012-T4	5,436	5,320	71	3,736	4,324	61	4,233	2,810	82	7,157	2,767	45	49,778	6,962	55
2013-S1	6,052	4,839	67	7,454	5,009	58	9,599	6,798	64	12,686	2,348	39	79,563	7,182	52
2013-S2	1,377	5,552	65	7,473	5,733	63	8,070	3,946	51	14,462	2,593	52	78,906	6,469	48
2014-S1				7,379	5,913	69	14,238	3,457	48	7,799	2,810	58	61,079	6,110	51
2014-S2				7,481	6,457	75	12,141	3,718	55	10,390	3,246	60	61,390	6,232	53
<b>Total</b>	<b>61,087</b>	<b>4,176</b>	<b>67</b>	<b>53,810</b>	<b>4,951</b>	<b>58</b>	<b>76,322</b>	<b>4,013</b>	<b>64</b>	<b>102,821</b>	<b>3,135</b>	<b>51</b>	<b>673,906</b>	<b>6,317</b>	<b>53</b>

Tabla 9: Plan de movimiento de materiales escenario 3

Periodo	Sbl			Stock			Bot_95			Bot_81			Bot_57		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	4,206	7,585	56	3,602	6,388	60	4,845	8,370	41	4,861	4,056	52	11,432	7,674	51
2011-T2	3,250	7,555	56	4,676	6,807	63	4,411	8,635	41	4,847	4,845	55	12,624	7,271	54
2011-T3	2,552	8,060	57	3,140	8,572	67	4,078	8,781	43	4,456	5,111	58	14,616	7,365	54
2011-T4	3,161	8,491	55	1,699	10,153	66	4,656	9,121	44	4,986	5,294	60	14,310	7,657	56
2012-T1	2,131	9,079	56	519	8,567	58	3,885	9,402	44	4,829	4,798	54	12,953	8,592	48
2012-T2	4,911	9,562	55	1,392	9,052	57	5,013	9,077	44	4,454	4,408	49	12,164	9,285	52
2012-T3	4,047	9,819	56	1,428	9,319	58	6,751	8,300	43	1,612	3,173	48	13,465	9,288	52
2012-T4	6,176	9,979	55	1,517	9,318	59	7,444	8,884	43	2,177	3,192	49	12,068	10,016	57
2013-S1	7,281	9,436	55	330	9,270	70	26,238	11,242	46	9,965	4,312	56			
2013-S2	9,513	6,436	45				28,266	10,261	44	9,904	4,170	54			
2014-S1	9,269	6,601	47				17,321	10,262	46	5,076	4,610	41			
2014-S2	9,545	7,026	51				13,381	11,045	45	7,662	4,845	45	831	9,451	33
<b>Total</b>	<b>66,042</b>	<b>8,021</b>	<b>52</b>	<b>18,303</b>	<b>8,007</b>	<b>62</b>	<b>126,287</b>	<b>10,069</b>	<b>44</b>	<b>64,830</b>	<b>4,505</b>	<b>52</b>	<b>104,464</b>	<b>8,374</b>	<b>53</b>

Periodo	Bot_68			Bot_71			Ch_E4			Ch_M1			Total		
	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp	Ton (kt)	Dist (m)	% Ramp
2011-T1	6,794	3,224	49	2,375	4,050	35	1,367	4,610	77	9,652	4,304	60	49,132	5,745	52
2011-T2	6,473	3,871	47	2,440	3,657	31				11,266	4,266	60	49,987	5,837	53
2011-T3	7,287	3,584	65	2,484	3,768	34				11,142	3,883	58	49,754	5,878	55
2011-T4	6,964	3,770	76	2,397	3,733	46	1,273	3,616	87	10,117	4,071	60	49,564	6,124	58
2012-T1	8,559	3,964	74	3,519	3,822	51	654	969	65	10,489	3,542	35	47,538	5,889	50
2012-T2	5,825	4,433	76	3,690	3,888	56	2,051	969	65	9,215	2,702	27	48,715	6,254	51
2012-T3	6,395	4,815	75	3,659	4,134	58	2,121	969	65	9,021	2,890	37	48,498	6,460	53
2012-T4	5,436	5,320	71	3,570	4,311	61	2,394	969	65	8,997	2,954	43	49,778	6,889	54
2013-S1	6,018	4,866	67	7,445	4,987	59	9,599	6,798	64	12,686	2,348	39	79,563	7,178	52
2013-S2	1,304	5,471	65	7,388	5,748	63	8,012	3,929	51	14,520	2,592	52	78,906	6,479	48
2014-S1				7,376	5,912	69	14,238	3,457	48	7,799	2,806	58	61,079	6,173	49
2014-S2				7,439	6,453	75	12,141	3,718	55	10,390	3,242	60	61,390	6,299	52
<b>Total</b>	<b>61,055</b>	<b>4,180</b>	<b>67</b>	<b>53,781</b>	<b>4,953</b>	<b>58</b>	<b>53,851</b>	<b>3,881</b>	<b>57</b>	<b>125,293</b>	<b>3,286</b>	<b>49</b>	<b>673,906</b>	<b>6,317</b>	<b>52</b>

Tabla 10: Plan de movimiento de materiales escenario 4

Para facilitar la comprensión del modelo y de la problemática se adjunta el Layout de la mina Chuquicamata con los destinos del material y también se muestra un esquema con la ubicación de las fases involucradas en el plan de movimiento de materiales.



Ilustración 17: Layout mina Chuquicamata



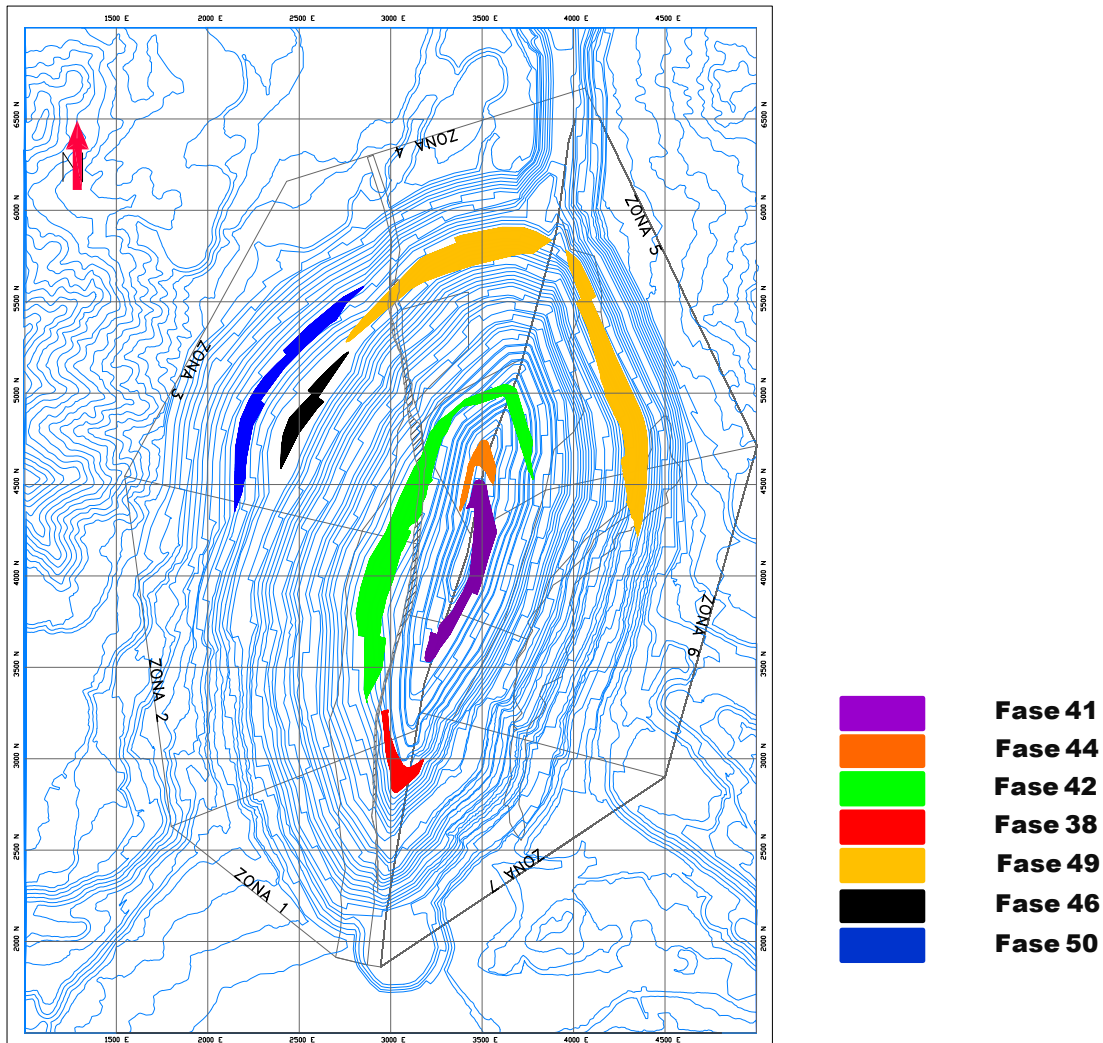


Ilustración 18: Ubicación fases mina Chuquicamata

### 4.3 Declaración de Supuestos

Los modelos son construidos utilizando la técnica de simulación de eventos discretos, producto de que el sistema de rutas en la minería a cielo abierto es dinámico y muy complejo. Se considera generar un modelo para cada año de estudio. En las siguientes figuras se muestran los layouts de los modelos generados para cada periodo de estudio.

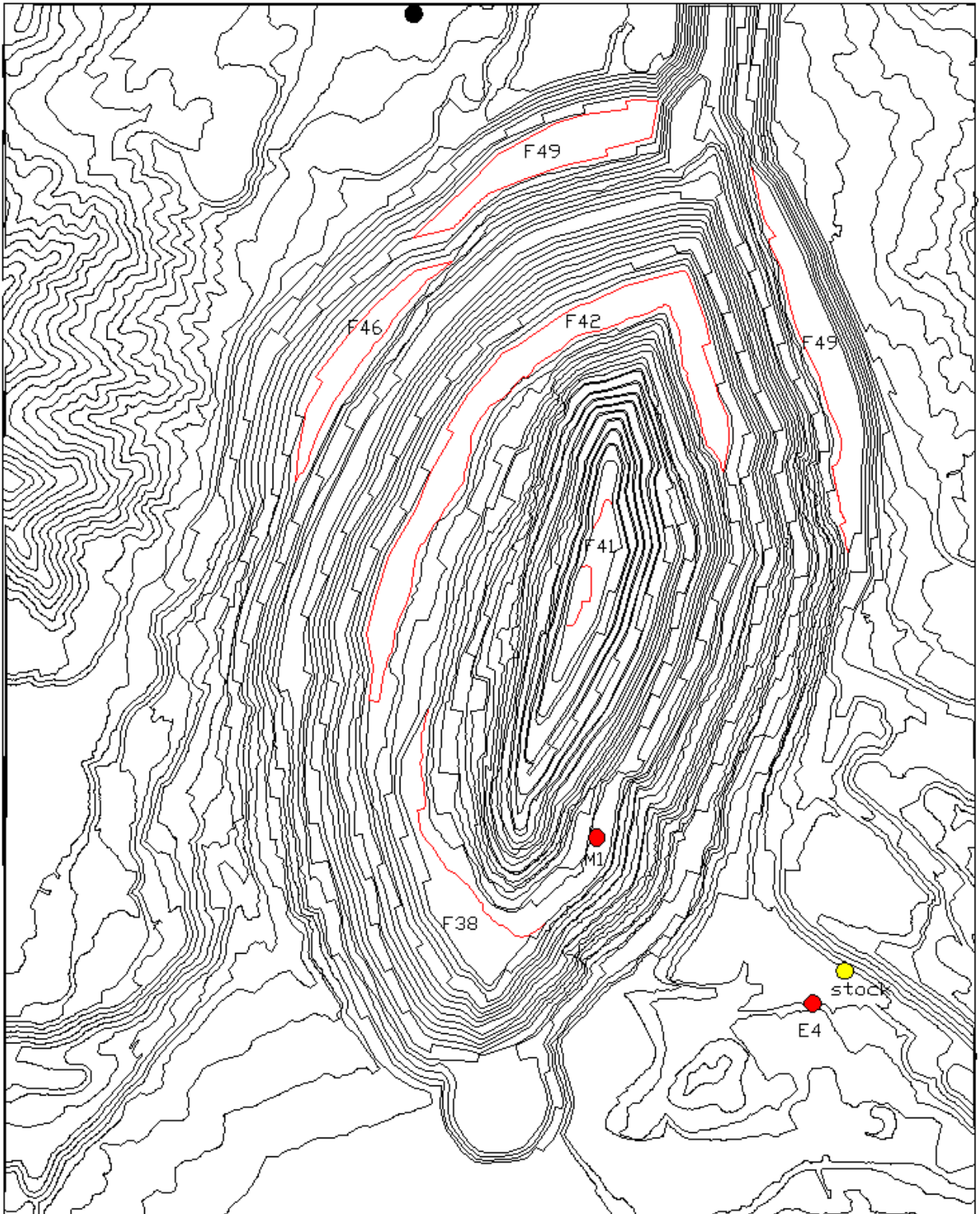


Ilustración 19: Mina Chuquicamata fin año 2011



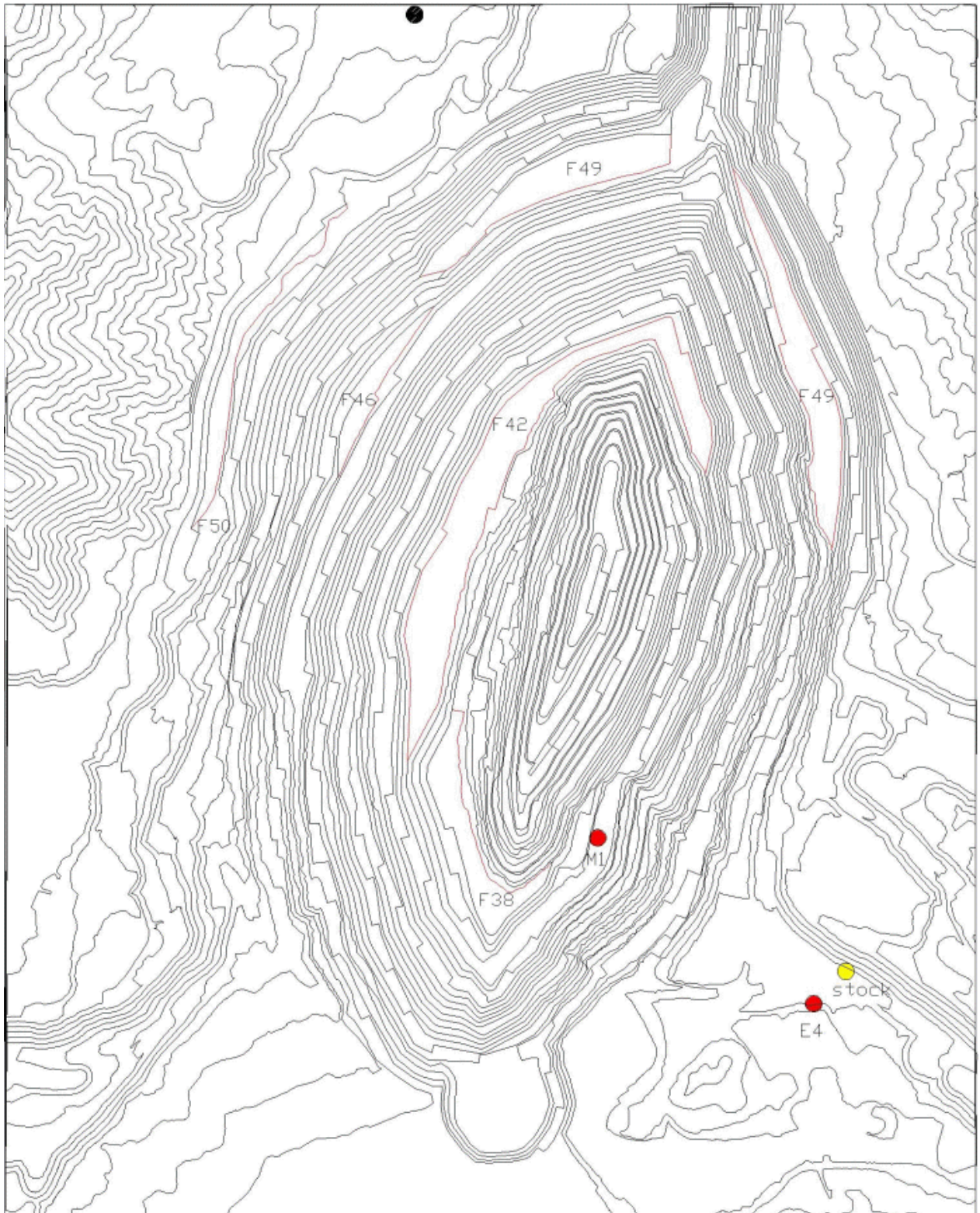


Ilustración 20: Mina Chuquicamata fin año 2012



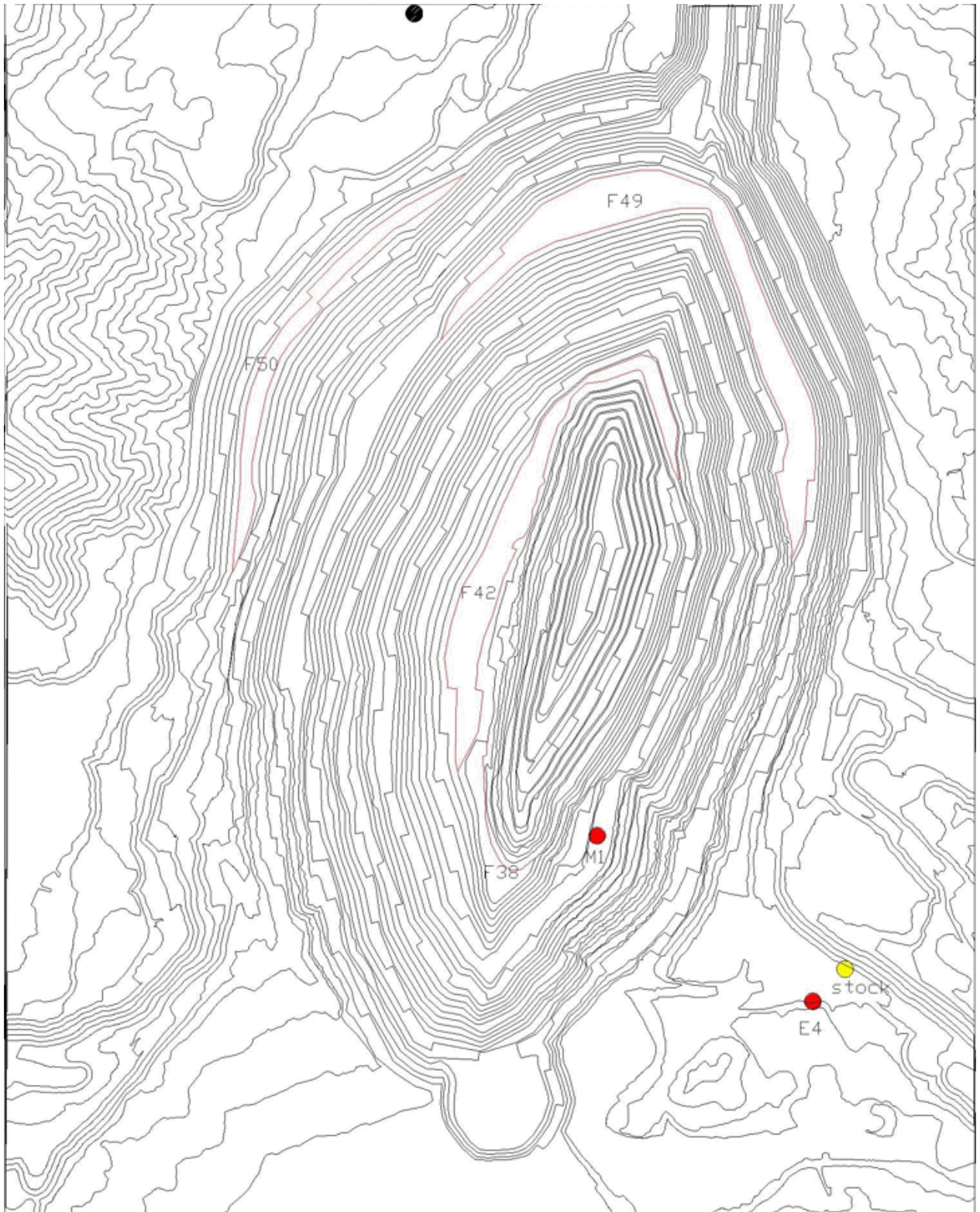


Ilustración 21: Mina Chuquicamata fin año 2013



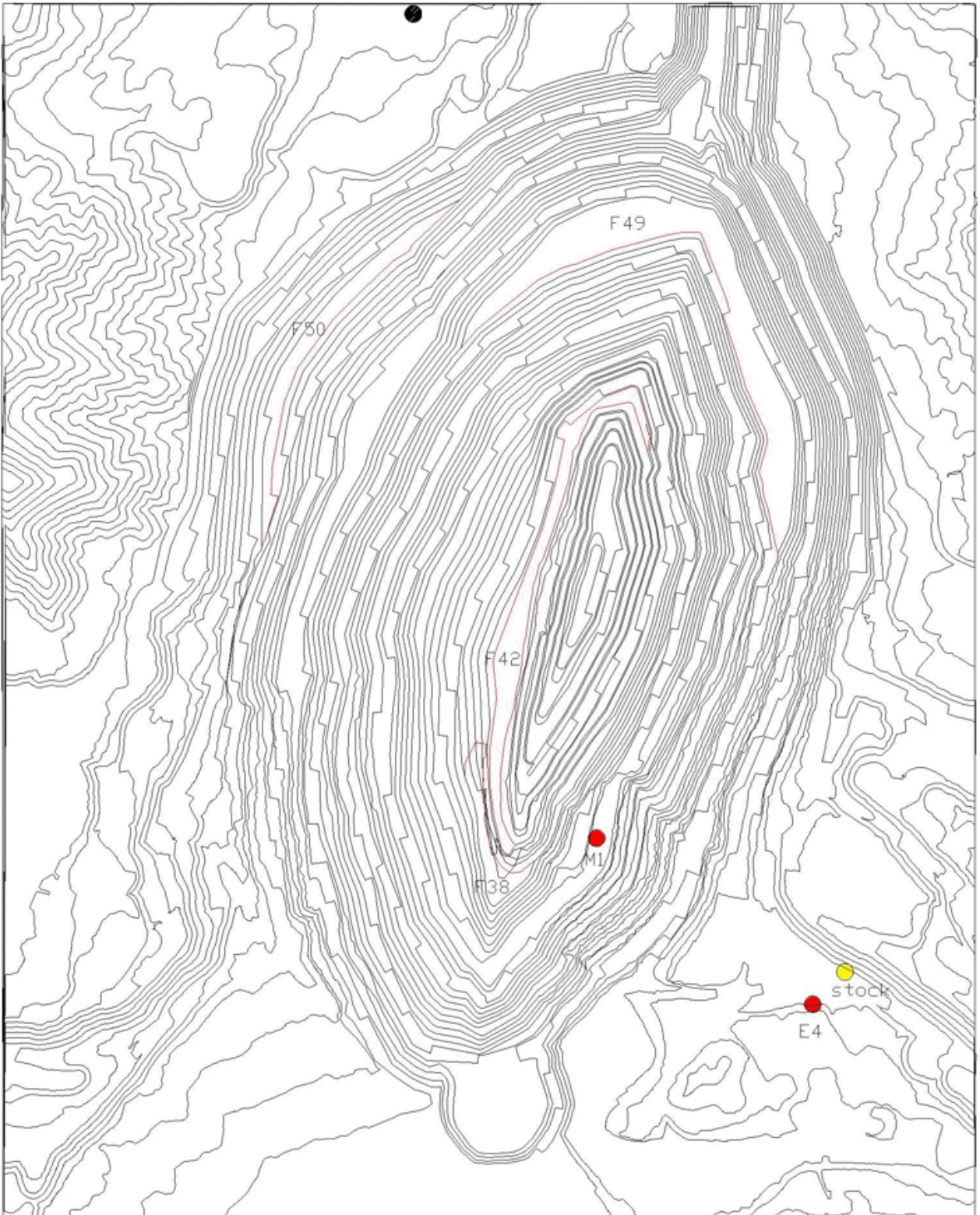


Ilustración 22: Mina Chuquicamata fin año 2014

El enfoque primordial del estudio está en los puntos de vaciado del sistema de manejo de materiales, es decir, el modelo concentra el detalle en la confiabilidad de los chancadores en función de su configuración y su historia. Se considera que tanto los equipos de carguío como los equipos de transporte no reportan fallas, ya que al tratarse de escenarios comparativos este ítem será equivalente para los casos a estudiarse.

La comparación entre cada modelo se basa en las horas efectivas requeridas de camión para cada escenario a estudiar.

#### ***4.4 Modelo de Simulación de Eventos Discretos.***

El elemento dinámico más importante en este modelo es el camión de transporte de material. El camión comienza su operación siendo cargado, luego y dependiendo del material se le asigna un destino. El camión comienza su viaje al destino programado y para el caso de los botaderos de lastre, botaderos de sulfuros de baja ley (SBL) y stock una vez arribado el camión procede a la descarga. Sin embargo para el caso de los chancadores, si el chancador asignado no se encuentra disponible se procede a reasignar el camión a un segundo chancador (M1 o E4 según corresponda), de ocurrir que el segundo chancador también se encuentra en falla, el material es reasignado hacia el stock. En el caso de los chancadores antes de descargar se debe verificar si existe otro camión en la misma maniobra, o en cola, de ser así el camión debe esperar hasta que se encuentre en condiciones de la descarga, incorporando la congestión del sistema de transporte en el modelo. Una vez finalizada la descarga se le asigna una fase de material, comenzando el viaje hasta dicho lugar y de la misma forma que en el chancado, cuando el camión arribe al equipo de carguío, si este se encuentra cargando a otros equipos, debe esperar en fila hasta su turno, completando así el ciclo. El diagrama de flujo mostrado a continuación grafica lo anteriormente expuesto.

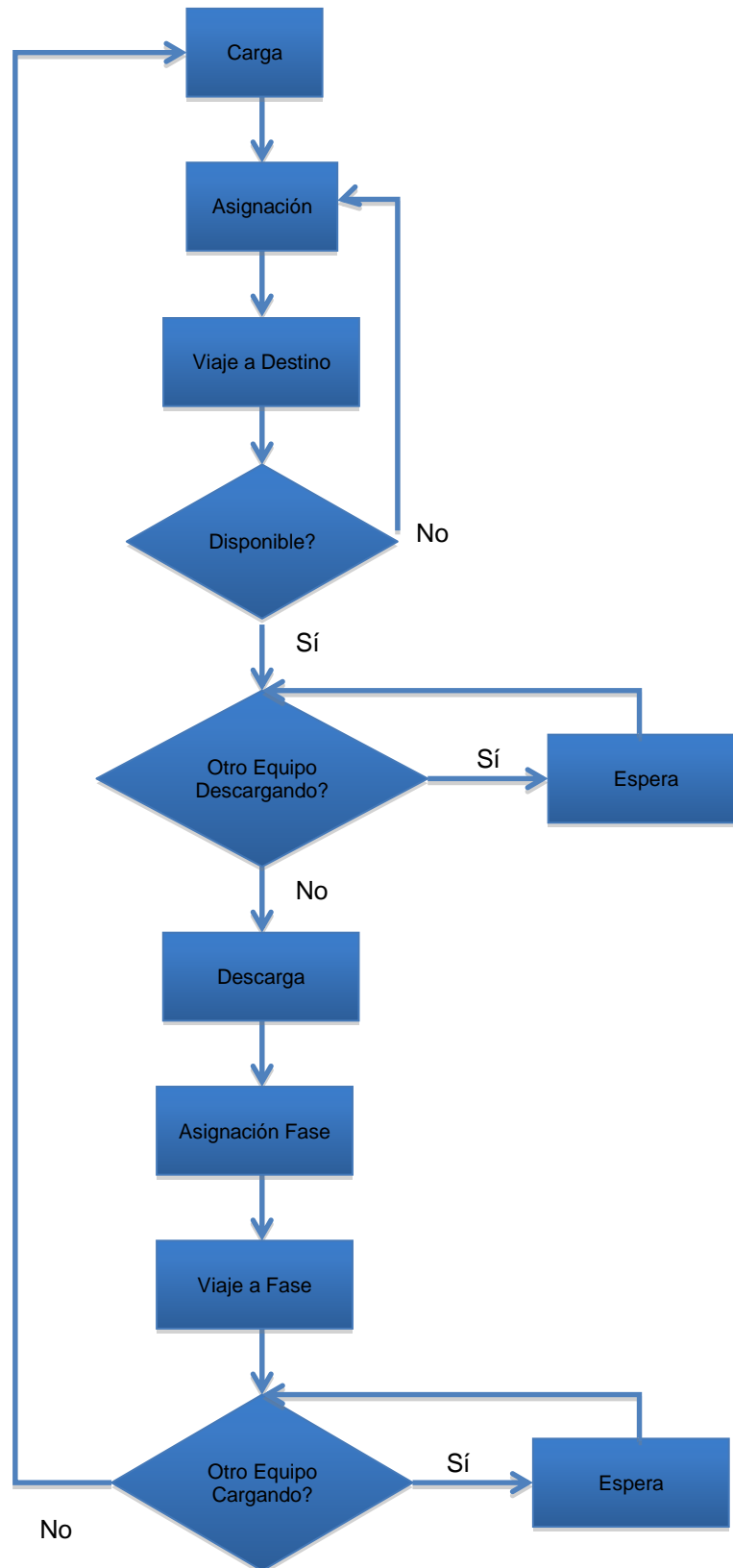


Ilustración 23: Diagrama de Flujo Camión

1. Entradas, salidas del modelo: se consideran como entradas del modelo al tiempo de arribo y cantidad de entidades (sulfuro, lastre, sulfuro de baja ley, etc), las curvas de confiabilidad de los chancadores M1, E4.1 y E4.2 (M1.1, M1.2, E4 cuando corresponda), el número y velocidad de los recursos (camiones de extracción), la red de caminos por los cuales transitarán los recursos, esta red de caminos proviene de los diseños de fases y la configuración que se forma mediante al plan minero. En esta etapa se considera que la llamada “rampa este” del pit solo se utiliza para que los camiones asciendan hacia la superficie. Las salidas del sistema son las horas efectivas de los camiones (recursos), los tiempos de espera en cada punto de descarga y el tonelaje procesado por destino.
2. Entidades y Atributos: en el modelo de simulación se definen como entidades a los distintos tipos de materiales a transportar por el sistema de manejo de materiales, estos materiales son los mismos que aparecen en los planes de producción: sulfuro, stock, sulfuros de baja ley, lastre. Las entidades son transportadas por los recursos y llevadas a los destinos correspondientes.
3. Recursos: en este modelo los recursos corresponden a los camiones de extracción, los cuales deben transportar las entidades a sus destinos asignados según el plan de producción. Los recursos emulan camiones Komatsu de 330 toneladas cortas, con una carga efectiva de 288 toneladas métricas. En el modelo de simulación no se permite el adelantamiento de los camiones, ya que las rampas de Chuquicamata que poseen un ancho máximo de diseño de 30 metros no genera las condiciones de seguridad para esta acción.
4. Variables Globales: Las variables definidas en este modelo son la velocidad subiendo cargado, bajando vacío, bajando cargado y subiendo vacío para cada uno de los camiones de manera independiente, el tonelaje acumulado en cada destino y el número de camiones en fila para cada uno de los chancadores.



**4.5 Validación del Modelo**

Con la finalidad de validar el modelo de simulación se busca reproducir la distribución del número de camiones en cola para cada uno de los sistemas de chancado. Se comparan los resultados del número de camiones en cola en los sistemas de chancado M1 y E4 entre los resultados del modelo de simulación y los datos reales obtenidos durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre del año 2010. El criterio de aceptación para las curvas se basa en el test Chi cuadrado. Para la distribución discreta generada por 30 realizaciones en el chancador M1 utilizando 5 clases se calcula un valor de 2.08 siendo el valor de 7.81 el criterio de aceptación de Chi cuadrado para 3 grados de libertad y un intervalo de confianza de 95%. En el caso del chancador E4, son generadas 30 realizaciones obteniendo un valor Chi cuadrado de 5.9, al igual que en el caso del chancador M1 son 5 clases las calculadas y su valor de aceptación para un intervalo de confianza de 95% y 3 grados de libertad es de 7.81, con lo cual son aceptadas ambas curvas obtenidas de las simulaciones (Anexo A.4).

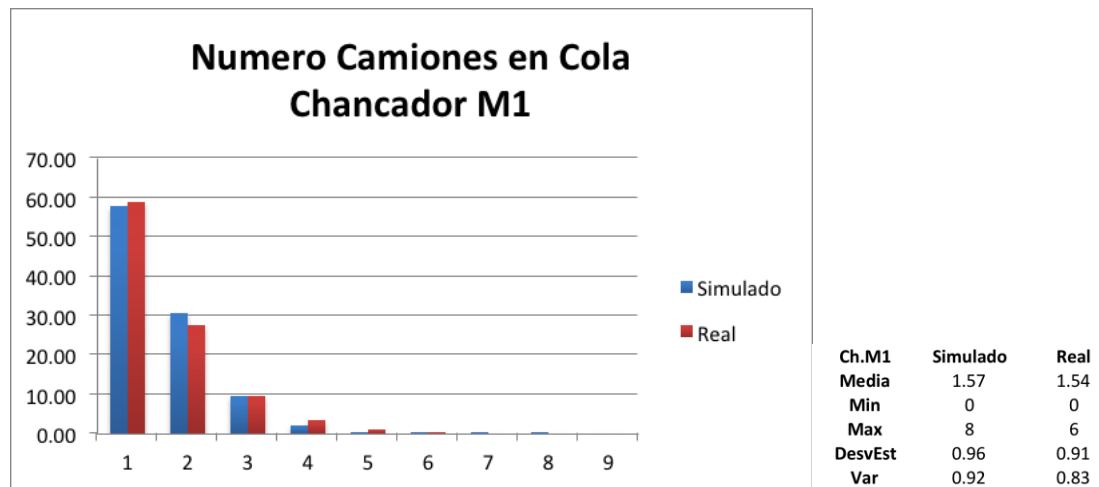


Ilustración 24: Validación número de camiones en cola chancador M1.

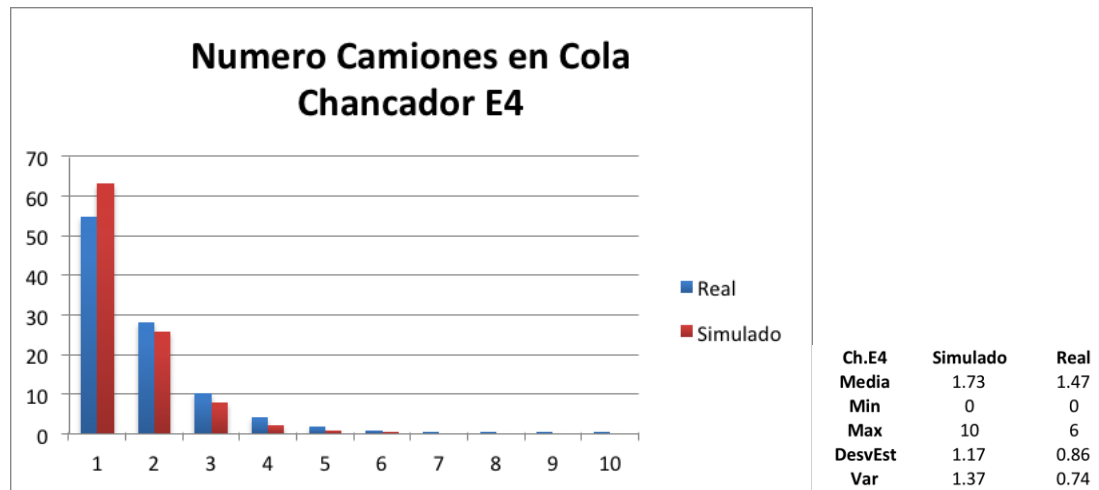


Ilustración 25: Validación número de camiones en cola chancador E4.

#### 4.6 Diseño de Experimentos

En esta etapa se definen los escenarios a modelar. El propósito de estos modelos es obtener resultados que permitan tomar la decisión de bajar o no bajar un chancador E4 al interior de la mina.

Es importante tener en cuenta que, por una parte se obtiene una productividad máxima asociada al sistema de chancado correa, pero hay que contemplar también la capacidad que posee la mina para copar el chancado. En este plan minero se da el caso en el cual las fases bajo la cota del chancador M1 no son capaces de llenar su capacidad y las fases productivas que se encuentran sobre la cota del chancador M1 no pueden acceder a él por reglamentos de seguridad. Los reglamentos internos de seguridad, no permiten enviar camiones cargados que bajen por rampas con un 10% a 12% de pendiente. Sin embargo existe una rampa temporal que conecta la Fase 42 con el chancador M1 por el oeste de la mina, esta rampa posee una pendiente del 8%, lo que eventualmente daría las condiciones para permitir que los camiones bajen cargados. La siguiente figura muestra dicha rampa.

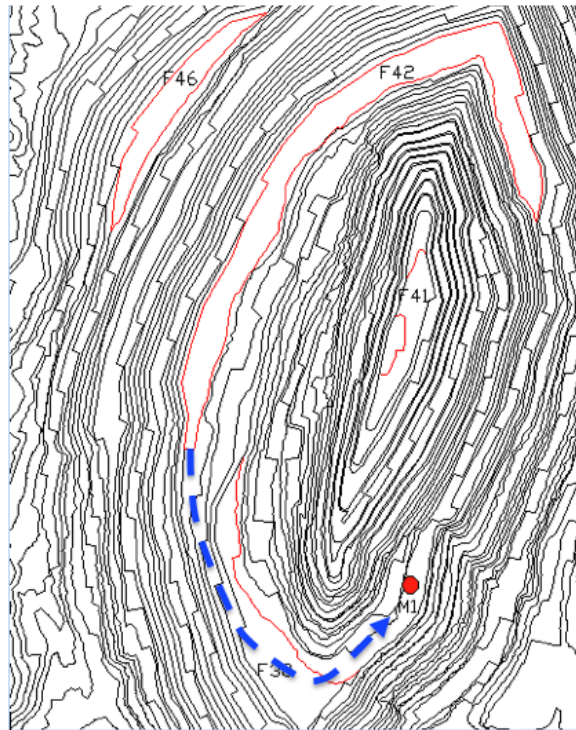


Ilustración 26: Rampa oeste entre Fase 42 y chancador M1.

Estas condiciones dan origen a las dos alternativas que finalmente se estudian. La alternativa 1 considera que los camiones no pueden bajar cargados. En esta alternativa se consideran dos escenarios, el escenario 1 considera un chancador M1 en el fondo mina, con dos chancadores E4 en superficie (configuración 1) y el escenario 2 considera los mismos supuestos pero dos chancadores M1 en el fondo mina y un solo chancador E4 en superficie (configuración 2). Para esta alternativa se supone que la productividad máxima alcanzada por un chancador M1 es de 80ktpd. A continuación se muestra el detalle por año del plan de movimiento de materiales para los escenarios 1 y 2.

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	2,015	4,356	872	2,972	-	-	-	-	16,628	26,845
841	18,850	-	-	8	-	-	-	-	-	18,858
842	2,835	12,758	11,584	6,160	32,204	-	-	-	1,391	66,932
844	4,000	-	-	13	19	-	-	-	-	4,033
846	-	-	-	-	-	244	-	19,258	-	19,502
849	-	-	661	4,016	20,695	27,166	9,729	-	-	62,267
<b>Total</b>	<b>27,701</b>	<b>17,115</b>	<b>13,117</b>	<b>13,170</b>	<b>52,918</b>	<b>27,410</b>	<b>9,729</b>	<b>19,258</b>	<b>18,019</b>	<b>198,437</b>

Tabla 11: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 1

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,340	-	815	1,405	-	-	-	-	13,947	22,507
842	11,073	20,307	-	1,241	39,816	-	-	-	418	72,854
846	-	-	-	-	-	-	-	4,850	6,950	11,800
849	-	-	4,041	14,619	10,656	24,715	14,690	696	1,704	71,121
850	-	-	-	-	-	1,500	-	7,526	-	9,026
Stock	-	7,221	-	-	-	-	-	-	-	7,221
<b>Total</b>	<b>17,414</b>	<b>27,528</b>	<b>4,856</b>	<b>17,264</b>	<b>50,472</b>	<b>26,214</b>	<b>14,690</b>	<b>13,073</b>	<b>23,019</b>	<b>194,530</b>

Tabla 12: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 1

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,046	-	330	312	-	-	-	-	2,538	9,226
842	21,120	40	-	245	-	-	-	-	44,421	65,827
849	-	17,381	-	16,236	1,399	4,721	14,832	4,952	6,146	65,668
850	-	-	-	-	-	2,786	-	14,732	-	17,518
Stock	-	230	-	-	-	-	-	-	-	230
<b>Total</b>	<b>27,166</b>	<b>17,651</b>	<b>330</b>	<b>16,794</b>	<b>1,399</b>	<b>7,507</b>	<b>14,832</b>	<b>19,685</b>	<b>53,106</b>	<b>158,469</b>

Tabla 13: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 1

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	806	-	-	-	-	-	-	-	-	806
842	17,383	-	-	637	-	-	-	-	19,640	37,660
849	-	25,598	-	18,177	1,659	-	10,421	-	14,629	70,484
850	-	-	-	-	-	-	-	12,738	-	12,738
Stock	-	781	-	-	-	-	-	-	-	781
<b>Total</b>	<b>18,190</b>	<b>26,379</b>	<b>-</b>	<b>18,814</b>	<b>1,659</b>	<b>-</b>	<b>10,421</b>	<b>12,738</b>	<b>34,268</b>	<b>122,470</b>

Tabla 14: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 1

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,372	-	872	2,972	-	-	-	-	16,628	26,845
841	18,850	-	-	8	-	-	-	-	-	18,858
842	10,131	5,463	11,584	6,160	32,026	-	-	-	1,568	66,932
844	4,000	-	-	13	19	-	-	-	-	4,033
846	-	-	-	-	-	245	-	19,257	-	19,502
849	-	-	661	4,016	20,586	27,166	9,838	-	-	62,267
<b>Total</b>	<b>39,353</b>	<b>5,463</b>	<b>13,117</b>	<b>13,170</b>	<b>52,631</b>	<b>27,411</b>	<b>9,838</b>	<b>19,257</b>	<b>18,197</b>	<b>198,437</b>

Tabla 15: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 2

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,340	-	815	1,405	-	-	-	-	13,947	22,507
842	14,621	16,760	-	1,241	39,814	-	-	-	419	72,854
846	-	-	-	-	-	-	-	4,850	6,950	11,800
849	-	-	4,041	14,619	11,177	24,715	14,345	696	1,527	71,121
850	-	-	-	-	-	1,493	-	7,533	-	9,026
Stock	-	7,221	-	-	-	-	-	-	-	7,221
<b>Total</b>	<b>20,961</b>	<b>23,980</b>	<b>4,856</b>	<b>17,264</b>	<b>50,991</b>	<b>26,207</b>	<b>14,345</b>	<b>13,080</b>	<b>22,844</b>	<b>194,530</b>

Tabla 16: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 2

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,046	-	330	312	-	-	-	-	2,538	9,226
842	21,161	-	-	245	-	-	-	-	44,421	65,827
849	-	17,381	-	16,236	-	4,609	14,873	5,064	7,505	65,668
850	-	-	-	-	-	2,714	-	14,805	-	17,518
Stock	-	230	-	-	-	-	-	-	-	230
<b>Total</b>	<b>27,206</b>	<b>17,611</b>	<b>330</b>	<b>16,794</b>	<b>-</b>	<b>7,322</b>	<b>14,873</b>	<b>19,869</b>	<b>54,464</b>	<b>158,469</b>

Tabla 17: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 2

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	806	-	-	-	-	-	-	-	-	806
842	17,383	-	-	637	-	-	-	-	19,640	37,660
849	-	25,598	-	18,177	831	-	14,814	-	11,063	70,484
850	-	-	-	-	-	-	-	12,738	-	12,738
Stock	-	781	-	-	-	-	-	-	-	781
<b>Total</b>	<b>18,190</b>	<b>26,379</b>	<b>-</b>	<b>18,814</b>	<b>831</b>	<b>-</b>	<b>14,814</b>	<b>12,738</b>	<b>30,702</b>	<b>122,470</b>

Tabla 18: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 2

Por el contrario, la alternativa 2 considera que los camiones sí pueden bajar cargados, pero solamente desde la fase 42 por la rampa oeste mostrada previamente. En esta alternativa se consideran dos escenarios, el escenario 1 considera un chancador M1 en el fondo mina, con dos chancadores E4 en superficie (configuración 1) y el escenario 2 considera los mismos supuestos pero dos chancadores M1 en el fondo mina y un solo chancador E4 en superficie (configuración 2) para esta alternativa se supone que la productividad máxima alcanzada por un chancador M1 es de 100ktpd. A continuación se muestra el detalle por año del plan de movimiento de materiales para los escenarios 3 y 4.

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	3,788	2,584	872	2,972	-	-	-	-	16,628	26,845
841	18,850	-	-	8	-	-	-	-	-	18,858
842	9,297	6,296	11,584	6,160	32,234	-	-	-	1,361	66,932
844	4,000	-	-	13	19	-	-	-	-	4,033
846	-	-	-	-	-	352	-	19,150	-	19,502
849	-	-	661	4,016	20,728	27,166	9,696	-	-	62,267
<b>Total</b>	<b>35,935</b>	<b>8,880</b>	<b>13,117</b>	<b>13,170</b>	<b>52,981</b>	<b>27,518</b>	<b>9,696</b>	<b>19,150</b>	<b>17,989</b>	<b>198,437</b>

Tabla 19: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 3

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,340	-	815	1,405	-	-	-	-	13,947	22,507
842	29,589	1,791	-	1,241	39,133	-	-	-	1,100	72,854
846	-	-	-	-	-	-	-	4,850	6,950	11,800
849	-	-	4,041	14,619	11,518	24,715	14,437	696	1,095	71,121
850	-	-	-	-	-	1,500	-	7,526	-	9,026
Stock	-	7,221	-	-	-	-	-	-	-	7,221
<b>Total</b>	<b>35,930</b>	<b>9,012</b>	<b>4,856</b>	<b>17,264</b>	<b>50,651</b>	<b>26,215</b>	<b>14,437</b>	<b>13,073</b>	<b>23,093</b>	<b>194,530</b>

Tabla 20: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 3

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,046	-	330	312	-	-	-	-	2,538	9,226
842	21,161	-	-	245	-	-	-	-	44,421	65,827
849	-	17,381	-	16,236	-	4,609	14,833	5,064	7,544	65,668
850	-	-	-	-	-	2,714	-	14,805	-	17,518
Stock	-	230	-	-	-	-	-	-	-	230
<b>Total</b>	<b>27,206</b>	<b>17,611</b>	<b>330</b>	<b>16,794</b>	<b>-</b>	<b>7,322</b>	<b>14,833</b>	<b>19,869</b>	<b>54,504</b>	<b>158,469</b>

Tabla 21: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 3

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	806	-	-	-	-	-	-	-	-	806
842	17,383	-	-	637	-	-	-	-	19,640	37,660
849	-	25,598	-	18,177	831	-	14,814	-	11,063	70,484
850	-	-	-	-	-	-	-	12,738	-	12,738
Stock	-	781	-	-	-	-	-	-	-	781
<b>Total</b>	<b>18,190</b>	<b>26,379</b>	<b>-</b>	<b>18,814</b>	<b>831</b>	<b>-</b>	<b>14,814</b>	<b>12,738</b>	<b>30,702</b>	<b>122,470</b>

Tabla 22: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 3

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	5,111	1,261	872	2,972	-	-	-	-	16,628	26,845
841	18,850	-	-	8	-	-	-	-	-	18,858
842	14,215	1,379	11,584	6,160	32,234	-	-	-	1,361	66,932
844	4,000	-	-	13	19	-	-	-	-	4,033
846	-	-	-	-	-	352	-	19,150	-	19,502
849	-	-	661	4,016	20,728	27,166	9,696	-	-	62,267
<b>Total</b>	<b>42,176</b>	<b>2,640</b>	<b>13,117</b>	<b>13,170</b>	<b>52,981</b>	<b>27,518</b>	<b>9,696</b>	<b>19,150</b>	<b>17,989</b>	<b>198,437</b>

Tabla 23: Plan de movimiento de materiales año 2011 escenario 4

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,340	-	815	1,405	-	-	-	-	13,947	22,507
842	31,380	-	-	1,241	39,133	-	-	-	1,100	72,854
846	-	-	-	-	-	-	-	4,850	6,950	11,800
849	-	-	4,041	14,619	11,518	24,715	14,437	696	1,095	71,121
850	-	-	-	-	-	1,500	-	7,526	-	9,026
Stock	-	7,221	-	-	-	-	-	-	-	7,221
<b>Total</b>	<b>37,721</b>	<b>7,221</b>	<b>4,856</b>	<b>17,264</b>	<b>50,651</b>	<b>26,215</b>	<b>14,437</b>	<b>13,073</b>	<b>23,093</b>	<b>194,530</b>

Tabla 24: Plan de movimiento de materiales año 2012 escenario 4

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	6,046	-	330	312	-	-	-	-	2,538	9,226
842	21,161	-	-	245	-	-	-	-	44,421	65,827
849	-	17,381	-	16,236	-	4,609	14,833	5,064	7,544	65,668
850	-	-	-	-	-	2,714	-	14,805	-	17,518
Stock	-	230	-	-	-	-	-	-	-	230
<b>Total</b>	<b>27,206</b>	<b>17,611</b>	<b>330</b>	<b>16,794</b>	<b>-</b>	<b>7,322</b>	<b>14,833</b>	<b>19,869</b>	<b>54,504</b>	<b>158,469</b>

Tabla 25: Plan de movimiento de materiales año 2013 escenario 4

Fase	Ch M1 kt	Ch E4 kt	Stock kt	SBL kt	Bot 57 kt	Bot 68 kt	Bot 71 kt	Bot 81 kt	Bot 95 kt	Total kt
838	806	-	-	-	-	-	-	-	-	806
842	17,383	-	-	637	-	-	-	-	19,640	37,660
849	-	25,598	-	18,177	831	-	14,814	-	11,063	70,484
850	-	-	-	-	-	-	-	12,738	-	12,738
Stock	-	781	-	-	-	-	-	-	-	781
<b>Total</b>	<b>18,190</b>	<b>26,379</b>	<b>-</b>	<b>18,814</b>	<b>831</b>	<b>-</b>	<b>14,814</b>	<b>12,738</b>	<b>30,702</b>	<b>122,470</b>

Tabla 26: Plan de movimiento de materiales año 2014 escenario 4

Cada escenario está compuesto por cuatro modelos, en cada uno de los 16 modelos se realizan 100 iteraciones, obteniendo la media y la dispersión de las variables estudiadas. La variable principal para evaluar la bondad económica de cada escenario es la cantidad de horas efectivas de camión utilizadas para cumplir el plan de movimiento de materiales. A partir de las horas efectivas se puede determinar el requerimiento de equipos (inversión en camión), como también su costo asociado (Anexo A.5).

Esc.01	2011	2012	2013	2014
<b>Mínimo</b>	487,067	505,286	398,978	295,808
<b>Media</b>	487,688	506,190	399,642	296,233
<b>Máximo</b>	488,551	506,972	400,568	296,580
<b>D.Std</b>	316	376	316	162
<b>Var.</b>	99,799	141,358	99,796	26,148

Tabla 27: Resumen horas camión escenario1.

Esc.02	2011	2012	2013	2014
<b>Mínimo</b>	463,026	502,067	392,953	295,783
<b>Media</b>	463,978	503,417	393,925	296,306
<b>Máximo</b>	464,991	504,413	394,920	296,872
<b>D.Std</b>	418	373	352	205
<b>Var.</b>	174,468	139,039	123,721	42,117

Tabla 28: Resumen horas camión escenario2.

Esc.03	2011	2012	2013	2014
<b>Mínimo</b>	478,208	490,414	396,460	295,808
<b>Media</b>	479,029	491,330	397,394	296,233
<b>Máximo</b>	480,197	492,834	398,133	296,580
<b>D.Std</b>	347	400	276	162
<b>Var.</b>	120,367	160,114	76,090	26,148

Tabla 29: Resumen horas camión escenario3.

Esc.04	2011	2012	2013	2014
<b>Mínimo</b>	455,447	471,561	391,800	295,783
<b>Media</b>	456,219	473,015	392,684	296,306
<b>Máximo</b>	457,090	474,241	393,512	296,872
<b>D.Std</b>	333	522	340	205
<b>Var.</b>	110,632	272,100	115,521	42,117

Tabla 30: Resumen horas camión escenario4.

Se contempla realizar un análisis de sensibilidad para la alternativa que resulte más atractiva, en este caso, la segunda alternativa, con un chancador operando a 100ktpd y que permite que los camiones bajen cargados. La sensibilidad se aplica a la productividad alcanzada por el chancador M1, ya que como se mencionaba en un principio existe una amplia incertidumbre acerca del funcionamiento de la segunda correa M2-K2. Consultando a la Superintendencia de Chancado de Mina Chuquicamata se recomendaron tres posibles productividades, la primera 85ktpd, la segunda 90ktpd y la tercera 100ktpd. El resumen del promedio de los movimientos de materiales al chancador M1 y el promedio de horas camión utilizadas para cumplir el plan se resume en la siguiente tabla:

	85 ktpd			90 ktpd			100 ktpd		
	Ton M1	ktpd M1	Hrs Camión	Ton M1	ktpd M1	Hrs Camión	Ton M1	ktpd M1	Hrs Camión
<b>2011</b>	29,490	81	479,011	32,705	90	472,523	35,828	99	465,538
<b>2012</b>	31,001	85	491,273	33,147	91	485,789	35,853	99	479,449
<b>2013</b>	23,159	64	397,273	25,273	70	392,303	27,204	75	387,829
<b>2014</b>	15,426	43	296,198	16,719	46	294,103	18,182	50	291,346

Tabla 31: Resumen horas camión sensibilidad M1.



#### 4.7 Análisis de Resultados

Se evalúan comparativamente cada escenario. Es adoptado un criterio de diferencias con el fin de obtener el rango de valores en torno al cual se mueve el beneficio económico, es decir, el valor mínimo del primer escenario versus el valor máximo del segundo escenario entrega la máxima diferencia. Si se evalúa el valor máximo del primer escenario contra el valor mínimo del segundo se obtiene la mínima diferencia, y finalmente si se evalúa el valor medio del primer escenario con respecto al valor medio del segundo escenario obtenemos la diferencia promedio.

Se considera un costo de traslado de chancador de 3.8 MUS\$. Este valor fue provisto por la gerencia de proyectos de la división Codelco Norte, el cual contempla netamente el traslado ya que las bases e infraestructura del chancador ya se encuentran construidas.

Para la evaluación económica de los escenarios se considera un diferencial de costo de correa para el material proveniente del interior de la mina. El costo variable de transporte por correa utilizado es de 35 cUS\$/t, ya que todo el material que es depositado en el chancador M1 debe subir por correa hasta la planta de procesamiento.

La evaluación económica se realiza año por año y se considera una tasa de descuento del 8%, los datos principales utilizados de la simulación son las toneladas por destino y el número de camiones requeridos (provenientes de las horas efectivas). Las tablas resumen los datos más relevantes del resultado de los modelos.

PERIODO	SIN BAJAR CARGADO M1=80ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	104	91.8	68	96.1
2012	55	99.3	44	99.4
2013	71	77.9	63	78.7
2014	48	58.6	42	58.4

Tabla 32: Diferencia Mínima Alternativa 1.

PERIODO	SIN BAJAR CARGADO M1=80ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	103	91.6	69	96.2
2012	54	99.1	45	99.6
2013	71	77.7	63	78.9
2014	48	58.5	43	58.5

Tabla 33: Diferencia Media Alternativa 1.

PERIODO	SIN BAJAR CARGADO M1=80ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	102	91.4	70	96.4
2012	54	98.8	45	99.8
2013	70	77.5	64	79.0
2014	47	58.4	43	58.5

Tabla 34: Diferencia Máxima Alternativa 1.

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=100ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	112	91.8	80	96.1
2012	103	99.3	84	99.4
2013	72	77.9	64	78.7
2014	48	58.6	42	58.4

Tabla 35: Diferencia Mínima Alternativa 2.

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=100ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	111	91.6	81	96.2
2012	102	99.1	85	99.6
2013	72	77.7	64	78.9
2014	48	58.5	43	58.5

Tabla 36: Diferencia Media Alternativa 2.

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=100ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	110	91.4	82	96.4
2012	101	98.8	86	99.8
2013	71	77.5	65	79.0
2014	47	58.4	43	58.5

Tabla 37: Diferencia Máxima Alternativa 2.

Evaluando económicamente la alternativa 1 se obtiene la siguiente tabla resumen:

<b>Indicador Económico (VAC - KUS\$)</b>	
<b>No puede bajar cargado</b>	
<b>Escenarios</b>	Capac. Máx M1 = 80 Ktpd
Diferencia Mínima	-483
Diferencia Media	2426
Diferencia Máxima	5147

Tabla 38: Resumen VAC alternativa 1.

Para esta alternativa, la evaluación económica de bajar el chancador E4 a M1 se encuentra en la marginalidad. Si no se autoriza que los camiones bajen cargado, entonces el aumento de producción en M1 es muy acotado (falta material de mina).

La alternativa 2 levanta la restricción de que los camiones no puedan bajar cargados, se aprecia un aumento en promedio de 70 ktpd simulados (alternativa M1 a 80 ktpd) a un máximo de 86 ktpd, materiales provenientes de la fase 42. Al tener una distancia menor se alcanza la misma productividad (mineral) con menos recursos (horas camión) impactando favorablemente en la evaluación económica. Los resultados de la alternativa 2 son:

<b>Indicador Económico (VAC - KUS\$)</b>	
<b>Puede bajar cargado por el Oeste</b>	
<b>Escenarios</b>	Capac. Máx M1 = 100 Ktpd
Diferencia Mínima	4559
Diferencia Media	7622
Diferencia Máxima	10980

Tabla 39: Resumen VAC alternativa 2.

Con el fin de obtener un resultado más robusto, se realiza un análisis de sensibilidad para la alternativa 2. En este análisis se mejora gradualmente la confiabilidad del sistema chancador M1 con 2 correas. La idea es forzar la simulación para alcanzar el promedio de productividad requerido, y no acotarlo como una productividad máxima. Esta mejora obedece a un mejor desempeño de la correa Ct.M2-K2 ya que el estudio en su etapa inicial consideró los datos de la puesta en marcha. En este análisis solamente se evalúa económicamente la diferencia del promedio de las realizaciones:

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=85ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	111	91.6	81	96.2
2012	102	99.1	85	99.6
2013	72	77.7	64	78.9
2014	48	58.5	43	58.5

Tabla 40: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 85ktpd.

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=90ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	111	91.6	90	93.2
2012	102	99.1	91	95.6
2013	72	77.7	70	77.4
2014	48	58.5	46	58.0

Tabla 41: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 90 ktpd.

PERIODO	BAJANDO CARGADO M1=100ktpd			
	M1+M2+E4.1		M1+E4.1+E4.2	
	Ktpd a M1	Flota	Ktpd a M1	Flota
2011	111	91.6	99	91.9
2012	102	99.1	99	94.3
2013	72	77.7	75	76.5
2014	48	58.5	50	57.5

Tabla 42: Diferencia Media Sensibilidad M1 a 100ktpd.

<b>Análisis de Sensibilidad (VAC - KUS\$)</b>	
<b>Puede bajar cargado por el Oeste</b>	
1 M1 a 85 Ktpd	7622
1 M1 a 90 Ktpd	2925
1 M1 a 100 Ktpd	-2168

Tabla 43: Análisis de sensibilidad alternativa 2.

El primer caso corresponde al sistema 1 M1 tratando 85 ktpd, en el segundo caso el sistema 1 M1 llega a tratar 90 ktpd y el tercer caso se simula 1 M1 tratando 100 ktpd. A pesar de contar con una capacidad de más de 170ktpd el sistema M1 con dos chancadores, estos nunca superan los 110 ktpd alimentados de la mina. Esta condición hace que cualquier aumento de capacidad sobre dicho tonelaje no sea utilizado, estrechando la diferencia con la operación de un solo chancador M1 en el interior de la mina.

Para esta alternativa la evaluación económica de bajar el chancador E4 a M1 se torna más significativa (7,6 MUS\$) en comparación con la alternativa 1. Sin embargo al realizar el análisis de sensibilidad se advierte que la diferencia económica es altamente sensible a la producción alcanzada por el sistema 1 M1, y tomando en cuenta que se espera una mejora de la confiabilidad de la correa M2-K2 a medida que termine su puesta en marcha, hace que esta alternativa no se torne tan atractiva.

Al analizar las evaluaciones económicas y el análisis de sensibilidad de alternativas de las configuraciones se recomienda:

Con respecto a la alternativa 1, camiones no pueden bajar cargados, no se recomienda el traslado del chancador E4 a M1.

Con respecto a la alternativa 2, camiones pueden bajar cargados, la recomendación está en función del precio del cobre, es decir, si el precio del cobre supera considerablemente el costo, entonces no resulta atractivo bajar el chancador E4 a M1. Por el contrario, si los costos de producción son cercanos al precio del cobre, se recomendaría reestudiar la alternativa de bajar el chancador, que de acuerdo a lo analizado no se justifica. El reestudio es propuesto dado que el actual trabajo arroja que la mayor capitalización ocurre en los años 2011 y 2012.

Existen factores de riesgo externos al estudio, los cuales no se consideran de manera explícita en los modelos matemáticos, como el riesgo operacional de camiones bajando cargados, el riesgo geotécnico de la caverna de transferencia M1-K1, las eventuales fallas del Chancado-Correa de RT.

## 5 Cadenas de Markov

Este capítulo se refiere al modelamiento de la confiabilidad del sistema de chancado de sulfuros de Codelco Norte utilizando Cadenas de Markov.

En una primera instancia se modela el sistema de chancado primario de Chuquicamata, considerando solamente la alimentación propia. El resultado del modelo de Markov son las probabilidades estacionarias de los distintos estados que conforman los chancadores estudiados.

Se utilizan los modelos de simulación para efectuar una comparación entre ambas metodologías. Una vez comparados los resultados se replica el ejercicio pero esta vez incluyendo el sistema de chancado y correa de los sulfuros provenientes de la mina Radomiro Tomic, obteniendo la probabilidad estacionaria de todos los estados formados por la combinación de estos cuatro chancadores que componen es sistema de alimentación de sulfuros de Codelco Norte.

Finalmente se procede a una evaluación económica de cada una de las configuraciones propuestas.

### **5.1 Comparación del modelo analítico vs el modelo de simulación**

Para determinar los tiempos entre falla y los tiempos de reparación para cada uno de los componentes del sistema se utiliza la base de datos corresponde al año 2009. Los datos fueron analizados en el capítulo 4 y son utilizadas las curvas presentadas en las tablas: Tabla 4: Curvas de Falla *Configuración 1* y Tabla 5: Curvas de Falla *Configuración 2*.

Las simulaciones fueron realizadas con el software Promodel ©, la unidad mínima de tiempo es de 1 minuto, son generadas 50 realizaciones para cada una de las configuraciones. El porcentaje del tiempo en el cual los sistemas de chancado se encontraron en falla se muestran en las tablas e histogramas siguientes (Anexo A.6).

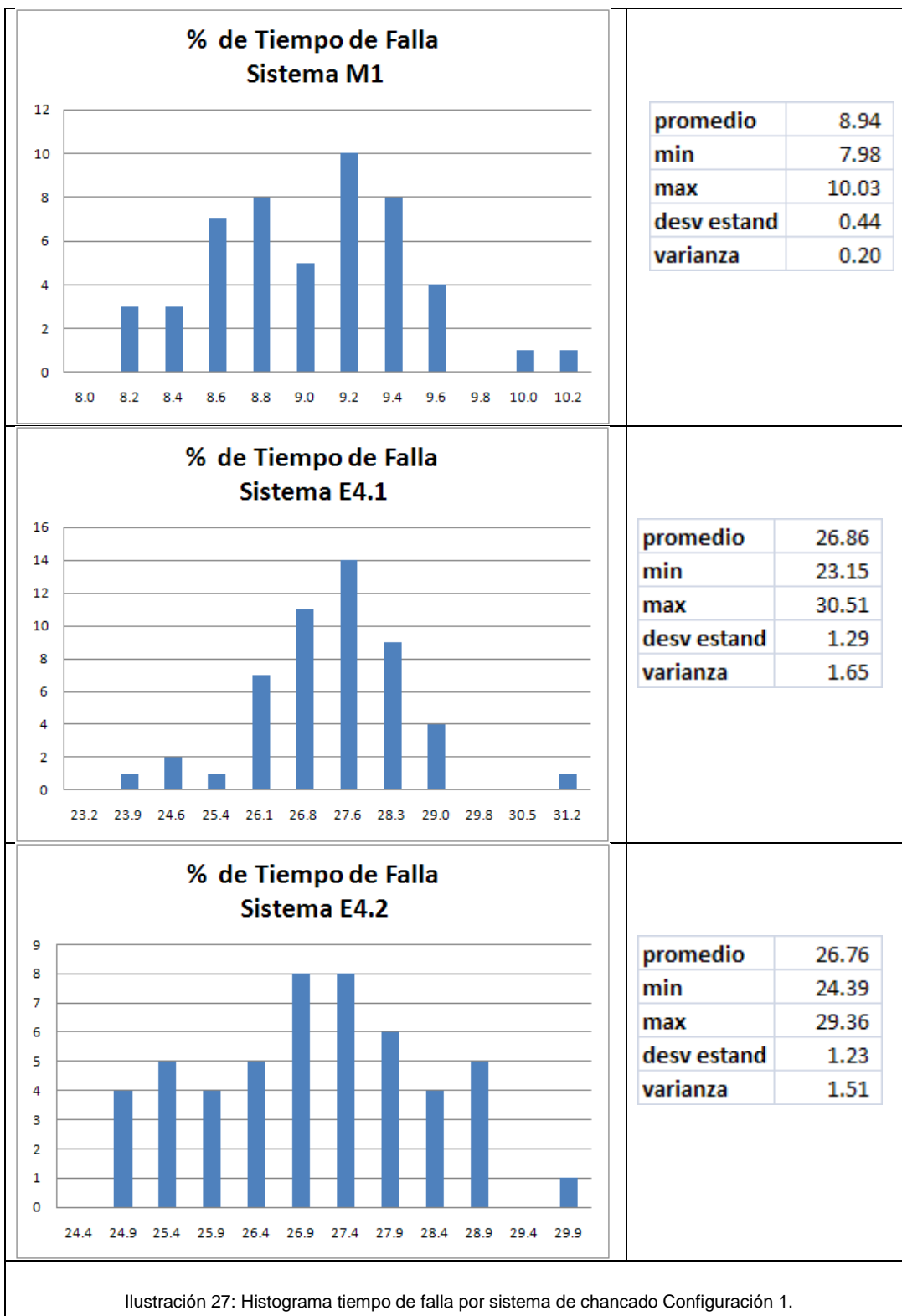
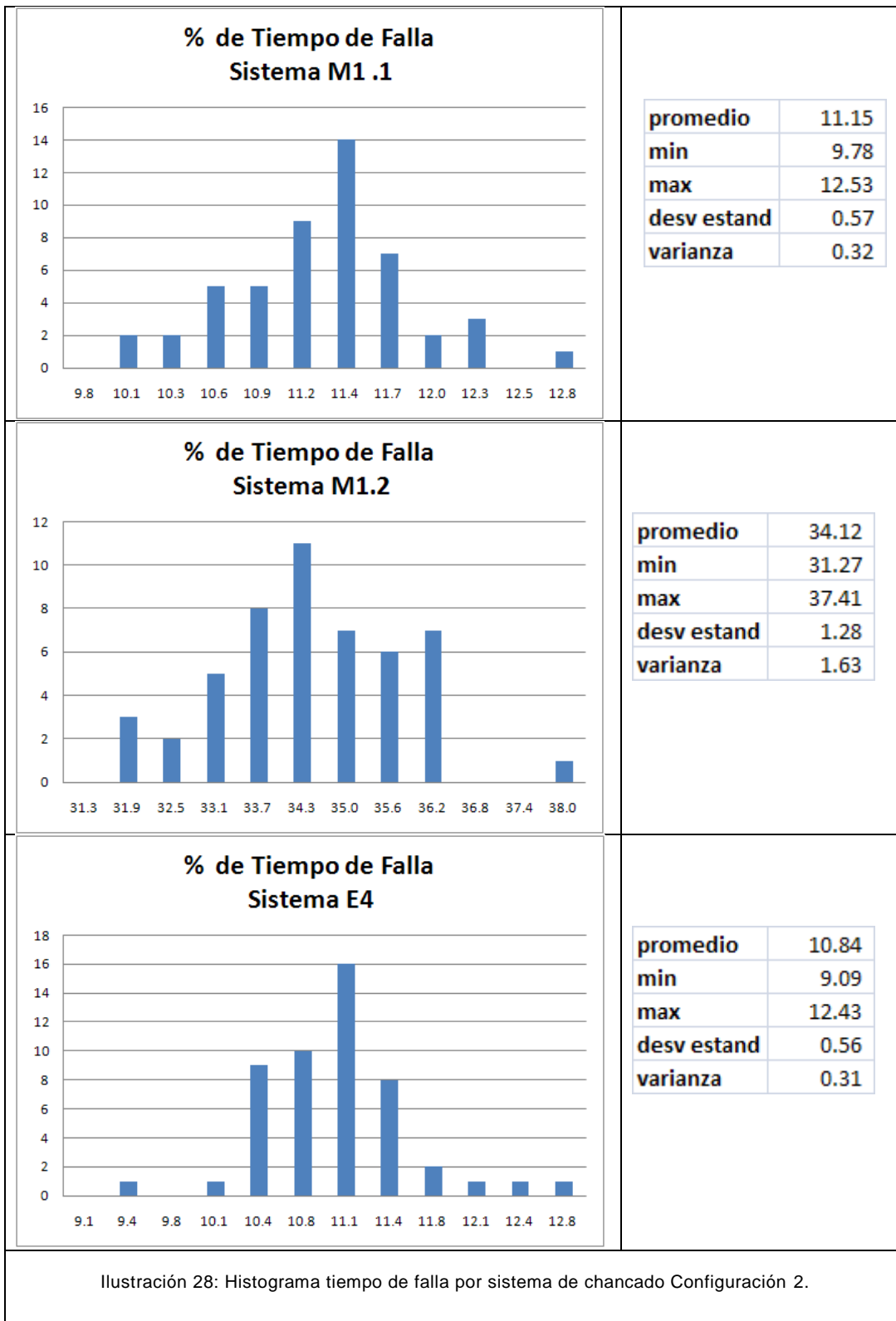


Ilustración 27: Histograma tiempo de falla por sistema de chancado Configuración 1.





A continuación se presenta el cálculo de las probabilidades estacionarias para cada configuración, utilizando Cadenas de Markov.

Se definen 8 estados posibles, los estados fundamentales de cada sistema de chancado puede ser operativo (1) o en falla (0), se utilizan las curvas de fallas anteriormente vistas y la discretización del tiempo igualmente es de 1 minuto.

	M1	E4.1	E4.2
E1	1	1	1
E2	1	1	0
E3	1	0	1
E4	0	1	1
E5	0	0	1
E6	0	1	0
E7	1	0	0
E8	0	0	0

	E4	M1.1	M1.2
E1	1	1	1
E2	1	1	0
E3	1	0	1
E4	0	1	1
E5	0	0	1
E6	0	1	0
E7	1	0	0
E8	0	0	0

Tabla 44: Estados Configuración 1.      Tabla 45: Estados Configuración 2.

Con las curvas de probabilidad y la unidad de tiempo mínima es posible construir la matriz P de probabilidades de transición para cada una de las configuraciones, en el caso de la configuración 1 obtenemos:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
<b>E1</b>	99.60%	0.13%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>E2</b>	0.41%	99.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.13%	0.00%
<b>E3</b>	0.41%	0.00%	99.33%	0.00%	0.13%	0.00%	0.13%	0.00%
<b>E4</b>	1.41%	0.00%	0.00%	98.33%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%
<b>E5</b>	0.01%	0.00%	1.41%	0.40%	98.05%	0.00%	0.00%	0.13%
<b>E6</b>	0.01%	1.41%	0.00%	0.40%	0.00%	98.05%	0.00%	0.13%
<b>E7</b>	0.00%	0.41%	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	99.05%	0.13%
<b>E8</b>	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.40%	0.40%	1.40%	97.78%

Tabla 46: Matriz de probabilidades (P) de transición, configuración 1.

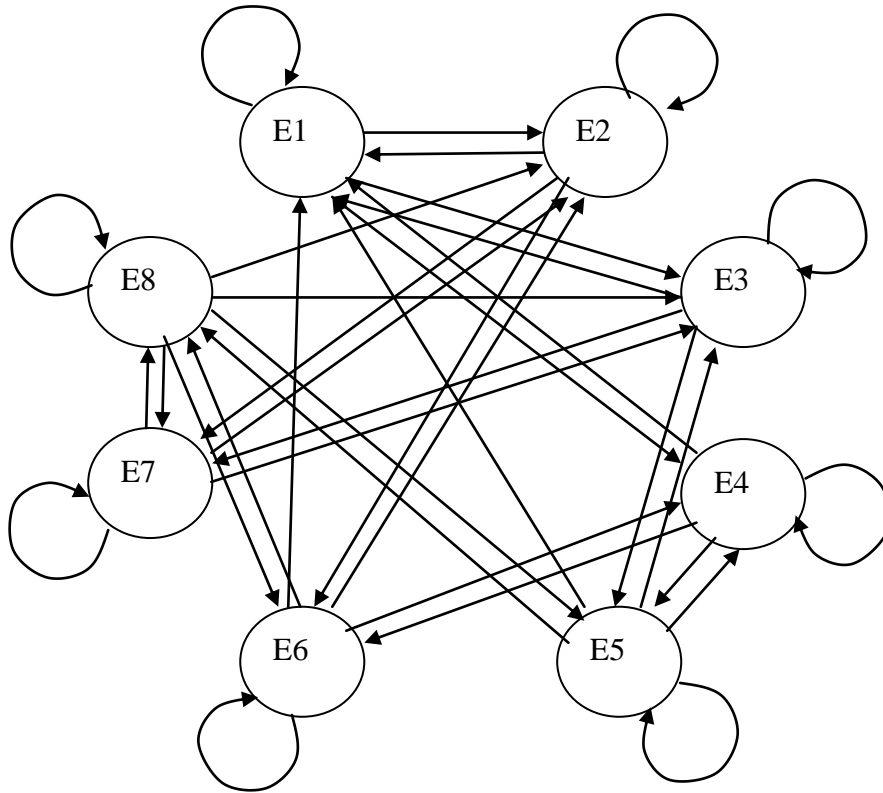


Ilustración 29: Grafo Cadena de Markov sistema de chancado Configuración 1.

Para la configuración 2 la matriz y respectivo grafo son:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
E1	99.57%	0.17%	0.14%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E2	0.39%	99.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.14%	0.00%
E3	1.15%	0.00%	98.56%	0.00%	0.12%	0.00%	0.17%	0.00%
E4	1.05%	0.00%	0.00%	98.64%	0.14%	0.17%	0.00%	0.00%
E5	0.01%	0.00%	1.04%	1.14%	97.65%	0.00%	0.00%	0.17%
E6	0.00%	1.04%	0.00%	0.38%	0.00%	98.43%	0.00%	0.14%
E7	0.00%	1.14%	0.38%	0.00%	0.00%	0.00%	98.35%	0.12%
E8	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.38%	1.13%	1.03%	97.43%

Tabla 47: Matriz de probabilidades (P) de transición, configuración 2.

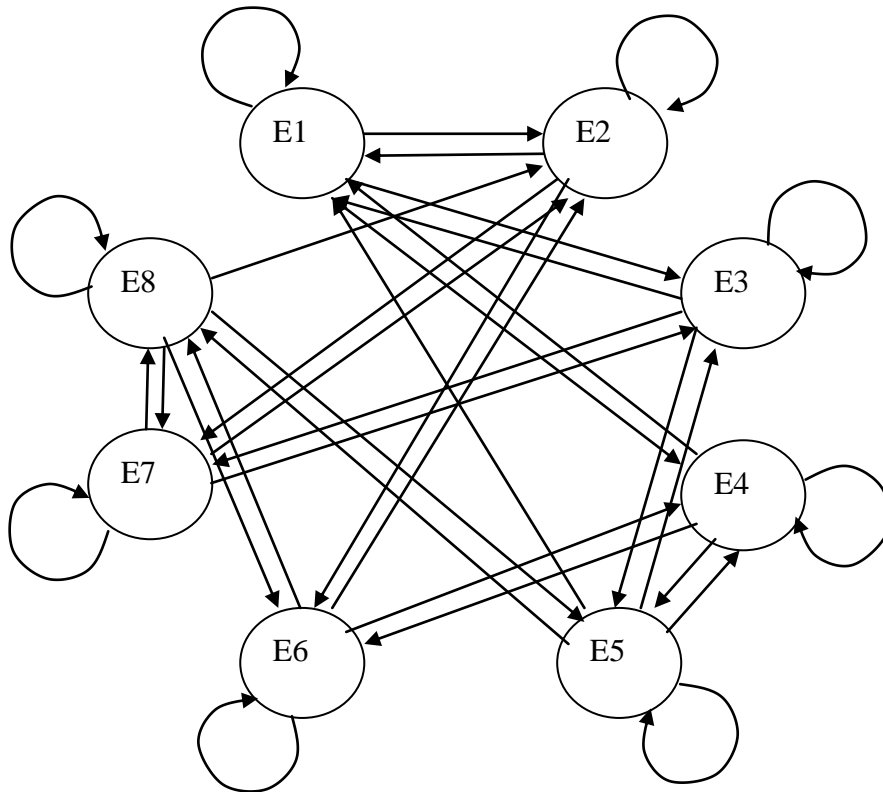


Ilustración 30: Grafo Cadena de Markov sistema de chancado Configuración 2

Ambas cadenas son homogéneas y ergódicas, por lo que poseen sólo una ley estable, la cual es la ley de probabilidades estacionarias y recordando que una cadena de Markov finita y homogénea con matriz de transición  $P$  admite vector de probabilidades estacionarias  $\pi$ , entonces este corresponde a la solución del sistema:

$$\pi = \pi \cdot P \quad \pi \geq 0 \quad \sum_j \pi_j = 1$$

Al resolverlo se obtienen las probabilidades estacionarias de dicha configuración:

$\pi_1$	52%
$\pi_2$	17%
$\pi_3$	17%
$\pi_4$	5%
$\pi_5$	2%
$\pi_6$	2%
$\pi_7$	5%
$\pi_8$	1%

Tabla 48: Probabilidades estacionarias, configuración 1.

Como se han calculado más estados que los entregados por la simulación, es posible calcular, a partir de estos datos, el porcentaje del tiempo en el cual cada uno de los sistemas de chancado estuvo fuera de operación y luego compararlos con el promedio de las realizaciones y con el tiempo real de falla obtenido de la base de datos del año 2009.

Sistema	Markov	Simulación	Real
M1	8.7%	8.9%	9.3%
E4.1	24.3%	26.9%	26.1%
E4.2	24.3%	26.8%	27.0%

Tabla 49: Porcentaje del tiempo en falla *configuración 1*.

Para el caso de la *configuración 2* se obtienen las probabilidades estacionarias de dicha configuración:

$\pi_1$		56%
$\pi_2$		24%
$\pi_3$		7%
$\pi_4$	=	6%
$\pi_5$		1%
$\pi_6$		3%
$\pi_7$		3%
$\pi_8$		0%

Tabla 50: Probabilidades estacionarias, *configuración 2*.

De igual forma se compara el resultado obtenido mediante la simulación y las cadenas de Markov.

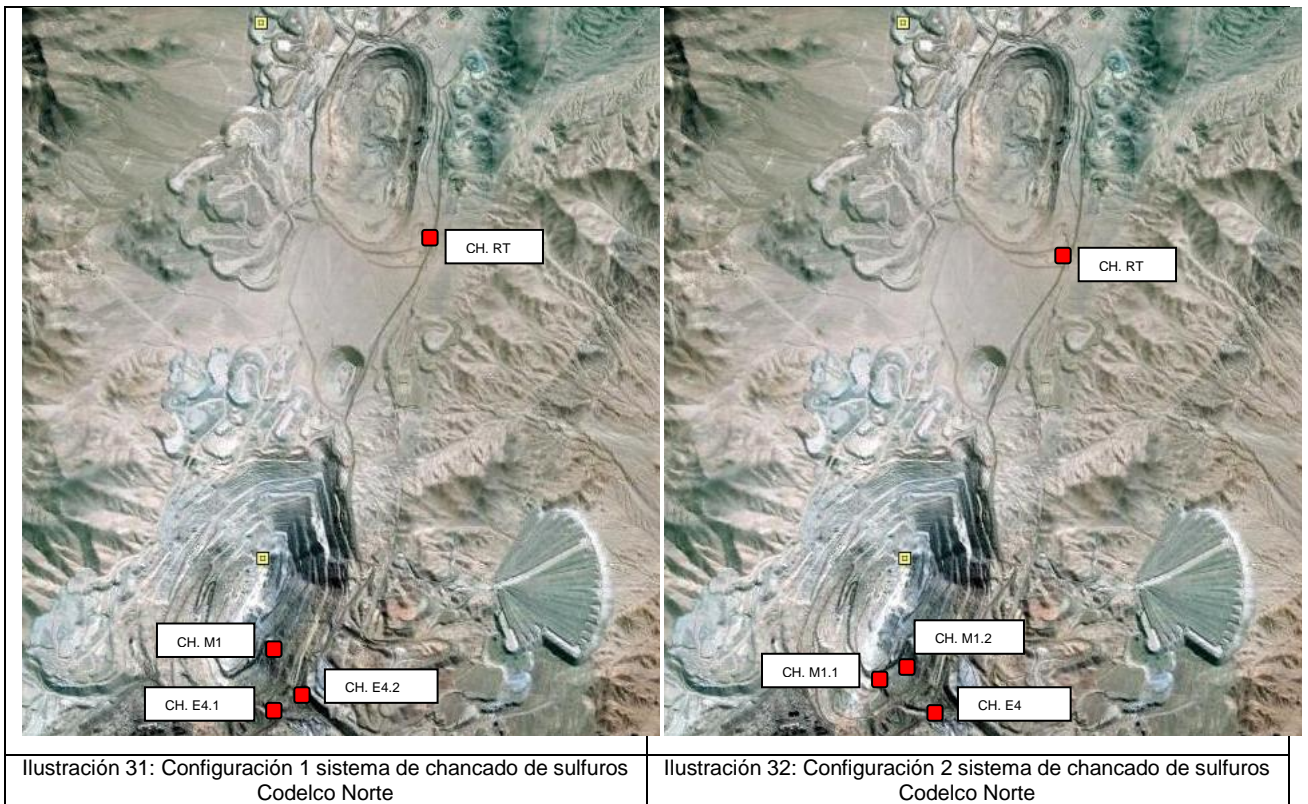
Sistema	Markov	Simulación
E4	10.3%	10.8%
M1.1	11.0%	11.1%
M1.2	30.4%	34.1%

Tabla 51: Porcentaje del tiempo en falla *configuración 2*.

**5.2 Modelamiento Sistema de Chancado de Sulfuros Codelco Norte**

Las configuraciones a estudiar corresponden a:

1. Dos chancadores en superficie (E4.1- E4.2), uno al interior del pit (M1) y el chancador RT
2. Un chancador en superficie (E4.1), dos chancadores al interior del pit (M1.1-M1.2) y el chancador RT.



Para los componentes de la *configuración 1* se obtienen las siguientes curvas de falla:

Sistema	Tiempo Entre Falla	Tiempo de Reparación
M1	$f(t) = e^{-0.081 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.85 \cdot t}$
E4.1	$f(t) = e^{-0.079 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.25 \cdot t}$
E4.2	$f(t) = e^{-0.079 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.25 \cdot t}$
RT	$f(t) = e^{-0.121 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.44 \cdot t}$

Tabla 52: Curvas de Falla *Configuración 1* Sistema de Chancado de Sulfuros.

Para los componentes de la *configuración 2* se obtienen las siguientes curvas de falla:

Sistema	Tiempo Entre Falla	Tiempo de Reparación
M1.1	$f(t) = e^{-0.085 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.69 \cdot t}$
M1.2	$f(t) = e^{-0.102 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.23 \cdot t}$
E4	$f(t) = e^{-0.073 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.63 \cdot t}$
RT	$f(t) = e^{-0.121 \cdot t}$	$f(t) = e^{-0.44 \cdot t}$

Tabla 53: Curvas de Falla *Configuración 2* Sistema de Chancado de Sulfuros.

A continuación se presenta el cálculo de las probabilidades estacionarias para cada configuración, utilizando Cadenas de Markov.

Se definen 16 estados posibles, los estados fundamentales de cada sistema de chancado puede ser operativo (1) o en falla (0), se utilizan las curvas de fallas anteriormente vistas y la discretización del tiempo igualmente es de 1 min.

	M1	E4.1	E4.2	RT
E1	1	1	1	1
E2	1	1	0	1
E3	1	0	1	1
E4	0	1	1	1
E5	0	0	1	1
E6	0	1	0	1
E7	1	0	0	1
E8	0	0	0	1
E9	1	1	1	0
E10	1	1	0	0
E11	1	0	1	0
E12	0	1	1	0
E13	0	0	1	0
E14	0	1	0	0
E15	1	0	0	0
E16	0	0	0	0

	M1.1	M1.2	E4	RT
E1	1	1	1	1
E2	1	1	0	1
E3	1	0	1	1
E4	0	1	1	1
E5	0	0	1	1
E6	0	1	0	1
E7	1	0	0	1
E8	0	0	0	1
E9	1	1	1	0
E10	1	1	0	0
E11	1	0	1	0
E12	0	1	1	0
E13	0	0	1	0
E14	0	1	0	0
E15	1	0	0	0
E16	0	0	0	0

Tabla 54: Estados posibles Chancadores Sulfuro configuración 1.      Tabla 55: Estados posibles Chancadores Sulfuro configuración 2.

Con las curvas de probabilidad y la unidad de tiempo mínima es posible construir la matriz P de probabilidades de transición para cada una de las configuraciones, en el caso de la configuración 1 obtenemos:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
E1	99.40%	0.13%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E2	0.41%	99.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E3	0.41%	0.00%	99.13%	0.00%	0.13%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E4	1.41%	0.00%	0.00%	98.13%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E5	0.01%	0.00%	1.40%	0.40%	97.86%	0.00%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
E6	0.01%	1.40%	0.00%	0.40%	0.00%	97.86%	0.00%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
E7	0.00%	0.41%	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	98.85%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%
E8	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.40%	0.40%	1.40%	97.58%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%
E9	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	98.87%	0.13%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E10	0.00%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.41%	98.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.13%	0.00%
E11	0.00%	0.00%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.41%	0.00%	98.60%	0.00%	0.13%	0.00%	0.13%	0.00%
E12	0.01%	0.00%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.40%	0.00%	0.00%	97.60%	0.13%	0.13%	0.00%	0.00%
E13	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	1.40%	0.40%	97.33%	0.00%	0.00%	0.13%
E14	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.01%	1.40%	0.00%	0.40%	0.00%	97.33%	0.00%	0.13%
E15	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.73%	0.00%	0.00%	0.40%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	98.32%	0.13%
E16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.72%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.40%	0.40%	1.39%	97.06%

Tabla 56: Matriz de probabilidades Chancadores Sulfuro configuración 1.



Para la configuración 2 la matriz es:

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16
E1	99.37%	0.12%	0.17%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E2	1.04%	98.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.17%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E3	0.39%	0.00%	99.15%	0.00%	0.14%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E4	1.15%	0.00%	0.00%	98.36%	0.17%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E5	0.00%	0.00%	1.14%	0.38%	98.15%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%
E6	0.01%	1.13%	0.00%	1.03%	0.00%	97.45%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%	0.00%
E7	0.00%	0.38%	1.04%	0.00%	0.00%	0.00%	98.23%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.00%
E8	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	1.03%	0.38%	1.13%	97.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%
E9	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	98.84%	0.12%	0.17%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
E10	0.01%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.04%	97.92%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.17%	0.00%
E11	0.00%	0.00%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	0.00%	98.62%	0.00%	0.14%	0.00%	0.12%	0.00%
E12	0.01%	0.00%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.14%	0.00%	0.00%	97.84%	0.17%	0.12%	0.00%	0.00%
E13	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.14%	0.38%	97.62%	0.00%	0.00%	0.12%
E14	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.01%	1.13%	0.00%	1.03%	0.00%	96.93%	0.00%	0.17%
E15	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.38%	1.04%	0.00%	0.00%	0.00%	97.70%	0.14%
E16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.72%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	1.03%	0.38%	1.13%	96.72%

Tabla 57: Matriz de probabilidades Chancadores Sulfuro configuración 2.

Al resolver este sistema se obtienen las probabilidades estacionarias de dicha configuración:

$\pi_1$	41%
$\pi_2$	13%
$\pi_3$	13%
$\pi_4$	4%
$\pi_5$	1%
$\pi_6$	1%
$\pi_7$	4%
$\pi_8$	= 0%
$\pi_9$	11%
$\pi_{10}$	4%
$\pi_{11}$	4%
$\pi_{12}$	1%
$\pi_{13}$	0%
$\pi_{14}$	0%
$\pi_{15}$	1%
$\pi_{16}$	0%

Para chequear que el resultado se encuentre correcto se procede a comparar las probabilidades estacionarias en falla de los sistemas de chancado considerando el cálculo sin el sistema RT y el que incluye el sistema RT, estos debiesen ser iguales ya que son eventos independientes, a continuación se muestra la tabla comparativa.

Sistema	Markov Sin RT	Markov Con RT
<b>M1</b>	9%	9%
<b>E4.1</b>	24%	24%
<b>E4.2</b>	24%	24%

Para el caso de la *configuración 2*, se obtienen las probabilidades estacionarias:

$\pi_1$		44%
$\pi_2$		5%
$\pi_3$		19%
$\pi_4$		5%
$\pi_5$		2%
$\pi_6$		1%
$\pi_7$		2%
$\pi_8$	=	0%
$\pi_9$		12%
$\pi_{10}$		1%
$\pi_{11}$		5%
$\pi_{12}$		1%
$\pi_{13}$		1%
$\pi_{14}$		0%
$\pi_{15}$		1%
$\pi_{16}$		0%

De igual forma se compara el resultado obtenido mediante el cálculo considerando el sistema RT y sin considerarlo.

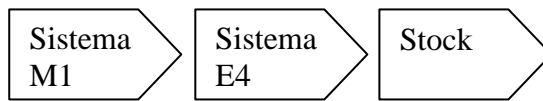
Sistema	Markov Sin RT	Markov Con RT
<b>M1.1</b>	11%	11%
<b>M1.2</b>	30%	30%
<b>E4</b>	10%	10%

**5.3 Evaluación Económica**

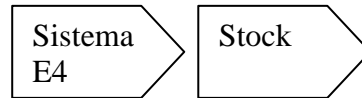
La evaluación económica se basa en las inversiones y 4 grandes componentes de gasto: mano de obra, combustible, neumático y mantención. Todas ellas están en función del requerimiento de camiones de extracción. Los cuales dependen de la distancia media necesaria para cumplir el plan. Esta distancia se calcula como un promedio ponderado de las distintas distancias de cada estado del sistema de chancado de sulfuros.

Las consideraciones que se tienen para dicha comparación son el orden de prioridades de envíos y por consiguiente los destinos alternativos ante las fallas de algún componente del sistema.

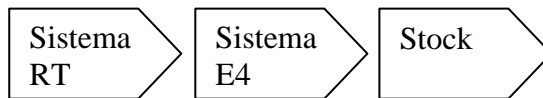
Para los minerales de las fases que se encuentran bajo la cota del chancador M1 el orden de prioridad es el siguiente:



Los minerales que se encuentren sobre la cota del chancador M1 poseen el siguiente orden de prioridad:



La prioridad de los minerales provenientes del chancador de sulfuros de Radomiro Tomic se ordena de la siguiente forma:



Luego la metodología de cálculo utilizada es la siguiente:

1. Determinar las distancias y tonelaje a cada chancador y a su destino alternativo según el plan minero.
2. Calcular la distancia media según la probabilidad estacionaria de los estados del sistema.
3. Calcular el tonelaje que es transportado por el sistema de correas interior mina.
4. Determinar los requerimientos de transporte.
5. Calcular los gastos de los ítems anteriormente descritos.
6. Calcular inversiones requeridas.
7. Calcular el beneficio económico.

La distribución de tonelajes de sulfuros y sus distancias son obtenidas de la optimización modelada en el software PlanInt desarrollado por Codelco y NCL. Este programa busca minimizar el tiempo de ciclo del sistema de transporte entre las alternativas posibles de rutas. La resultante de la optimización para cada caso se presenta en las tablas siguientes:

Periodo	M1			E4			RT			Alt M1 (E4)		Alt E4 (Stock)		Alt RT (E4)	
	kton	dist	%pend	kton	dist	%pend	kton	dist	%pend	dist	%pend	dist	%pend	dist	%pend
2011	30,570	4,318	63%	14,245	4,293	75%	21,870	8,948	58.0%	7,276	79%	6,181	63%	14,029	54.3%
2012	19,152	2,565	41%	25,789	3,684	76%	21,930	8,948	58.0%	7,248	78%	6,245	65%	14,029	54.3%
2013	27,166	2,478	46%	17,651	5,495	57%	21,870	8,948	58.0%	6,484	79%	6,318	62%	14,029	54.3%
2014	18,190	3,059	59%	26,379	3,577	51%	21,870	8,948	58.0%	5,581	76%	6,190	62%	14,029	54.3%

Tabla 58: Tonelajes y distancias chancadores sulfuro configuración 1.

Periodo	M1			E4			RT			Alt M1 (E4)		Alt E4 (Stock)		Alt RT (E4)	
	kton	dist	%pend	kton	dist	%pend	kton	dist	%pend	dist	%pend	dist	%pend	dist	%pend
2011	39,353	4,282	57%	5,463	4,392	72%	21,870	8,948	58.0%	7,276	79%	6,181	63%	14,029	54.3%
2012	20,961	2,674	39%	23,980	3,609	74%	21,930	8,948	58.0%	7,248	78%	6,245	65%	14,029	54.3%
2013	27,206	2,478	46%	17,611	5,493	57%	21,870	8,948	58.0%	6,484	79%	6,318	62%	14,029	54.3%
2014	18,190	3,055	59%	26,379	3,577	51%	21,870	8,948	58.0%	5,581	76%	6,190	62%	14,029	54.3%

Tabla 59: Tonelajes y distancias chancadores sulfuro configuración 2.

Para calcular las distancias utilizando la información base del plan y las probabilidades estacionarias se procede a determinar la distancia media resultante en cada estado para cada periodo y para cada configuración. Por ejemplo se muestra el cálculo de la distancia media para el año 2011 de la configuración 1.

Con la información del tonelaje y distancias del material a cada chancador, esta es promediada según el estado. Por ejemplo en el estado 1 (E1) la distancia promedio es el promedio ponderado del material al M1 (operativo), al E4 (operativo) y al chancador RT

(operativo), en el caso del estado 4 (E4) la distancia es el promedio ponderado entre el material que irá al M1 (en falla) con una distancia alternativa al chancador E4 (7,276 m) y el tonelaje al chancador E4 con su respectiva distancia (operativo). Luego de obtener las distancias medias por estado, es calculada la distancia media del periodo, la cual resulta como la ponderación de dicha distancia con la probabilidad estacionaria del estado,

	M1	E4.1	E4.2	RT	PE	Distancia	%pend
E1	1	1	1	1	41%	5,831	0.62
E2	1	1	0	1	13%	5,831	0.62
E3	1	0	1	1	13%	5,831	0.62
E4	0	1	1	1	4%	7,187	0.70
E5	0	0	1	1	1%	7,187	0.70
E6	0	1	0	1	1%	7,187	0.70
E7	1	0	0	1	4%	6,234	0.61
E8	0	0	0	1	0%	7,590	0.68
E9	1	1	1	0	11%	7,497	0.59
E10	1	1	0	0	4%	7,497	0.59
E11	1	0	1	0	4%	7,497	0.59
E12	0	1	1	0	1%	8,853	0.66
E13	0	0	1	0	0%	8,853	0.66
E14	0	1	0	0	0%	8,853	0.66
E15	1	0	0	0	1%	7,901	0.58
E16	0	0	0	0	0%	9,257	0.65

Tabla 60: Datos para cálculo de distancia media configuración 1.

Luego el resultado de la distancia media para el periodo 2011 y configuración 1 es de 6,330 metros con un 62% de porcentaje de pendiente.

El resultado de las distancias para cada configuración por periodo se resume a continuación:

1M1 - 2E4		
Periodo	Distancia	%pend
2011	6,330	62.01%
2012	5,622	60.33%
2013	5,911	56.22%
2014	5,684	56.50%

Tabla 61: Distancia media configuración 1

2M1 - 1E4		
Periodo	Distancia	%pend
2011	6,253	58.13%
2012	5,570	58.60%
2013	5,831	55.62%
2014	5,692	56.39%

Tabla 62: Distancia media configuración 2

Con las distancias por periodo, el tonelaje movido, los factores operacionales y las velocidades medias es calculado el requerimiento de camiones. El porcentaje de reserva en base disponible considerado es del 3.5% y las pérdidas operacionales por turno operativo utilizados son del 26%.

El requerimiento de camiones de extracción (Caex) resultante para transportar el mineral a chancado es:

Periodo	Requerimiento de camiones	
	Config 1	Config 2
2011	35	34
2012	32	31
2013	32	32
2014	31	31

Tabla 63: Requerimiento de camiones por configuración.

El gasto correspondiente a la mano de obra se encuentra condicionado en gran parte al sueldo de los trabajadores, el factor de ausentismo, el número de grupos de trabajo y el número de camiones operativos.

Periodo	Gasto Mano de Obra	
	Config 1 (kUS)	Config 2 (kUS)
2011	7,558	7,310
2012	7,104	6,979
2013	7,340	7,240
2014	7,253	7,259

Tabla 64: Gasto en mano de obra por configuración.

Otro de los ítems importantes es el gasto asociado al consumo de petróleo, sus factores de mayor incidencia son: la distancia de transporte y el porcentaje de pendiente que significa, el porcentaje de la ruta en la cual la pendiente de esta supera el 10%.

Periodo	Gasto Combustible	
	Config 1 (kUS)	Config 2 (kUS)
2011	24,731	23,314
2012	24,395	23,672
2013	24,336	23,826
2014	26,066	26,070

Tabla 65: Gasto de combustible por configuración.

Otro gasto que se encuentra principalmente asociado a la distancia es el gasto en neumáticos,

Periodo	Gasto Neumaticos	
	Config 1 (kUS)	Config 2 (kUS)
2011	8,551	8,447
2012	7,615	7,545
2013	7,984	7,877
2014	7,649	7,660

Tabla 66: Gasto de neumáticos por configuración.

El último ítem y uno de los más relevantes es el gasto en mantención mecánica, el cual depende principalmente de las tarifas de mantención las cuales están en función de las horas disponibles de los equipos.

Periodo	Gasto Mantención	
	Config 1 (kUS)	Config 2 (kUS)
2011	23,572	22,798
2012	26,047	25,589
2013	24,097	23,769
2014	24,186	24,206

Tabla 67: Gasto mantención por configuración.

Una vez obtenidos los gastos asociados a los camiones, solo falta calcular el gasto extra que se genera por el uso de las correas del sistema del chancador M1, si bien el plan asume un tonelaje que será enviado al M1 dicho tonelaje es ajustado según la probabilidad estacionaria asociado a los estados en el cual se encuentra operativo el chancador, la tabla siguiente muestra los valores obtenidos.

Periodo	1M1-2E4		2M1-1E4	
	Plan M1	Esper M1	Plan M1	Esper M1
2011	30,570	27,923	39,353	38,040
2012	19,152	17,493	20,961	20,262
2013	27,166	24,813	27,206	26,299
2014	18,190	16,615	18,190	17,583

Tabla 68: Tonelaje tratado por sistema M1 por configuración (kton).

El diferencial de material entre las configuraciones (1M1-2E4 y 2M1-1E4) tiene asociado un costo unitario de 35 cUS\$/ton, con esto y considerando una inversión de traslado de 3.8 MUS\$ y el precio de un camión de extracción de 4.8 MUS\$.

Finalmente con los gastos e inversiones determinados, se procede a calcular el diferencial entre las dos configuraciones propuestas, arrojando un ahorro actualizado de 4.2 MUS\$.

AÑOS	AHORRO TRANSPORTE		GASTO CHANCADO		FLUJO TOTAL		
	DIF. GASTO	DIF. INV	DIF. GASTO	DIF. INV	DIF. GASTO	DIF. INV	FLUJOS
2010							
2011	2,567	9,600	-3,569	-3,810	-1,002	-3,810	-3,810
2012	1,387		-1,025		362	9,600	8,598
2013	1,056		-488		567		567
2014	-42		-347		-389		-389
2015							
2016							
2017							
2018							
2019							
TOTAL	4,968	9,600	-5,429	-3,810	-462	5,790	5,328
<b>TOTAL ACT.</b>	<b>4,049</b>	<b>8,230</b>	<b>-4,469</b>	<b>-3,528</b>	<b>-420</b>	<b>4,703</b>	<b>4,283</b>
TASA DE DESCUENTO = <b>8%</b> CIFRAS ACTUALIZADAS AL 01/01/2010					<b>VAN = 4,283</b>		

Tabla 69: Tabla resumen cálculo económico comparativo configuración 1 vs configuración 2.



#### **5.4. CONCLUSIONES**

El modelo con cadenas de Markov permite calcular de manera rápida y directa la porción del tiempo en el cual se encuentran los estados operativos de los distintos sistemas de chancado. La diferencia en el porcentaje del tiempo en el cual los sistemas se encuentran en falla entre el sistema simulado, modelado con cadenas de Markov y real no supera el 11%, siendo una diferencia aceptable para la validación de estos modelos.

Una de las mayores ventajas de la utilización de cadenas de Markov para el cálculo de estados en el sistema de chancado es la rapidez y auditabilidad con la cual se pueden evaluar escenarios futuros. La incorporación de nuevos equipos y el cambio de configuraciones resulta factible de estudiar sin necesidad de invertir gran cantidad de tiempo en su modelamiento.

La configuración 2 resulta con un mayor beneficio económico, permitiendo ahorrar 4.2 MUS\$, posicionando este proyecto en la marginalidad.

## 6 Conclusiones

Este trabajo plantea dos metodologías para abordar el problema de confiabilidad y productividad de los sistemas de carguío, transporte y chancado en minería.

Para el caso de los modelos de simulación, si los camiones no pueden bajar cargados, no se recomienda el traslado del chancador E4 a M1, ya que no se logra copar la capacidad de los dos chancadores al interior del pit. Por su parte, si los camiones pueden bajar cargados, se aprecia una mejora en la evaluación económica. Sin embargo, el beneficio asociado al traslado resulta marginal y altamente sensible a la productividad alcanzada por el sistema M1. El proyecto de traslado se volvería atractivo si el precio del cobre se acercara a los costos de producción, lo cual no se prevé en un futuro cercano.

En el caso de los modelos de Markov se reafirma la decisión con respecto a no trasladar un chancador E4 al interior del pit.

La primera metodología, simulación de eventos discretos, permite evaluar en detalle el comportamiento del sistema de carguío, transporte y chancado. Los puntos a favor de esta metodología son que un modelo de simulación puede ser tan detallado y flexible como se requiera. Se pueden incorporar un gran número de elementos que consideren distintos comportamientos entre sí, es decir, se pueden definir y experimentar distintas reglas en la interacción entre los elementos que conforman el sistema. También, se pueden modelar sistemas donde los datos reales no sigan comportamiento estadístico particulares, pueden ser utilizadas probabilidades continuas o discretas, modeladas o experimentales. Sin embargo, la flexibilidad de la simulación es contrastada con la complejidad del modelamiento, programación y calibración de la misma, la cual de no ser abordada correctamente puede llevar a modelos de simulación difíciles de manejar, interpretar y estudiar.

La metodología de Cadenas de Markov, permite el estudio de un modelo estocástico de manera analítica, siempre y cuando se cumpla la condición de Markov. La ventaja asociada a esta metodología es la simpleza en los cálculos matemáticos y en la modificación de los modelos, lo cual permite evaluar múltiples escenarios de manera rápida. Es interesante su aplicación al estudio de confiabilidad de un sistema de chancadores desde el punto de vista del transporte minero ya que ha permitido el cálculo del requerimiento de unidades de transporte en

función de la confiabilidad del sistema de chancado y correa. Si bien, esta metodología no permite analizar la congestión del sistema de transporte, esto puede ser resuelto incorporando modelos de teoría de colas.

El uso de una u otra metodología depende en gran medida de los alcances y condiciones del problema que se pretenda resolver. Para este caso en particular se planteó el modelo de simulación como modelo principal y el modelo analítico como modelo secundario. Y a pesar de que la simulación fue abordada con un mayor detalle que el modelo analítico, ambos arrojaron la misma respuesta al evaluar las configuraciones propuestas de chancado.

Finalmente para el caso del sistema de transporte en minería a cielo abierto se vislumbra un potencial del uso de la simulación de eventos discretos para problemas relacionados con el corto plazo, donde por lo general el detalle impacta de mayor manera en los resultados. Por otra parte, para problemas relacionados con el largo plazo y siempre que se puedan emplear, se recomienda ahondar en la aplicación de modelos analíticos.

## 7 Bibliografía

- [1] Sweigard, R., 1992, "Materials Handling: Loading and Haulage", SME Mining Engineering Handbook, 2nd Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, pp. 761-782.
- [2] Anon., 2003, "Modelo de Gestión Gerencia Mina Chuquicamata", Codelco Norte, Codelco Chile.
- [3] Yingling, J., 1992, "Cycles and Systems", SME Mining Engineering Handbook, 2nd Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, pp. 783-805.
- [4] Ramani, R.V., 1990, "Haulage Systems Simulation Analysis", Surface Mining, 2nd Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, pp. 724-741.
- [5] Suboleski, S. C., 1975, "Mine Systems Engineering Lecture Notes", The Pennsylvania State University, University Park, P.A.
- [6] Pidd, M. 1996. "Five Simple Principles of Modeling", *Proceedings of the 1996, Winter Simulation Conference*, ed. J. M. Charnes, D.M. Morrice, D. T. Brunner, and J. J. Swain, p. 721-728. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, N.J.
- [7] Lobão, E.C. and Porto, A.J.V. 1997. "A Simulation Study Systematization". Proceedings of the XVII ENEGEP – NATIONAL CONGRESS OF INDUSTRIAL ENGINEERING, Gramado, Rio Grande do Sul, Brazil.
- [8] Law, A., Kelton, D., 1999, "Simulation Modeling and Analysis", McGraw-Hill Higher Education, pp. 3-10.
- [9] Hillier, F. y Lieberman, G. 1997. "Introducción a la Investigación de Operaciones". McGraw-Hill, pp 930-946
- [10] Bose, S.K. 2002. "An Introduction to Queueing Systems". Kluwer Academic/Plenum, pp 257-283

## Bibliografía

---

- [11] Cao, R. 2002. "Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas". Netbiblo, S.L., A Coruña, 2002, pp 99-106.
- [12] Luque, E., 1990, "Elementos de Simulación: Sistemas y Modelos", Papeles de Trabajo, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Málaga.
- [13] Thierauf, R. J., Grosse, R., 1976, "Toma de Decisiones por Medio de Investigación de Operaciones", Limusa, México.
- [14] Prawda, J., 1980, "Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Vol 2", Limusa México.
- [15] White, P., Ingalls, R., 2009, "Introduction to Simulation", Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference M. D. Rossetti, R. R. Hill, B. Johansson, A. Dunkin, and R. G. Ingalls, eds. 2009, pp 12-23.
- [16] Law, A., v Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference M. D. Rossetti, R. R. Hill, B. Johansson, A. Dunkin, and R. G. Ingalls, eds. 2009, pp 24-33.
- [17] Rist, Karsten, 1961, "The Solution of a Transportation Problem by use of a Monte Carlo Technique", Mining World Nov. 1961. This paper was also presented and published in the Proceedings of the 1st APCOM held at the Univ. of Arizona in Tucson, , pp L2-1 to L2-15.
- [18] Falkie, T. V. and Mitchell, D. R., 1963, "Probability Simulation for Mine Haulage Systems", Trans., Soc of Min. Engr., vol 226, Dec. 1963, pp 467 – 473.
- [19] Harvey, P. R., 1964, "Analysis of Production Capabilities", 1964 APCOM, Col. School of Mines, pub. in Quar. of Col. School of Mines, pp 713-726
- [20] Elbrond, Jorgen, 1964, "Capacity Calculations at KLAB, Kiruna", APCOM 64, Denver CO. pub. by Quar. Of Col School of Mines, pp 683-690.
- [21] Redmon, Donald. E., 1964, "Solving Mine Haulage Problems by System Simulation", 1964 APCOM, pub. By Quart. of the Col. School of Mines, pp 887-913.

## Bibliografía

---

- [22] Madge, D. N., 1964, "Simulation of Truck Movement in an Open Pit Mining Operation", Can. Oper. Res. Soc., pp 32 – 41.
- [23] Morgan, W. C. and Peterson, L. L., 1968, "Determining Shovel-Truck Productivity", Mining Engineering. Vol. 20,. No.12: 76–78. Mrig, G.C.
- [24] Cross, Barton K. and Williamson, Gary B., 1969, "Digital Simulation of an Open-pit Truck Haulage system", APCOM, Salt Lake City, pp 385-400, pub. by SME of AIME.
- [25] Lee, Terry, A., 1974, "The Mammoth Quarry, Stockpiles and Simulation", 12th APCOM, Col. School of Mines, Golden, CO
- [26] Barnes, Randal J., King, Michael S., Johnson, Thys, B., 1977, "Probability Techniques for Analyzing Open Pit Production Systems" Chapter 45, APCOM proceedings, pp 462 – 476
- [27] Chatterjee, P. K. and Brake, 1981, "Dispatching and Simulation Methods in Open-pit Operations", D. J, CIM Bull., vol 74, #835, pp 102 – 107.
- [28] Kim, Y. and Ibarra, M. A., 1981, "Truck Dispatching by Computer Simulation", Bulk Solids Handling, vol. 1, no. 1, pp 137 – 147.
- [29] Wilke, F. L. and Heck, K., 1982, "Simulation Studies on Truck Dispatching", Chapter 54 of the 17th APCOM, Col. School of Mines, Golden, CO and pub. by SME, Littleton, CO, pp 620 – 626.
- [30] Borkovic, Alex, 1984, "Computer Simulation of Truck and Conveyor haulage at Bougainville Copper Ltd's Panguna Mine", M. S. thesis, Univ. of New South Wales, Kensington, NSW, Australia.
- [31] Tu, J. H. and Hucka, V. Joseph, 1985, "Analysis of Open-pit Truck Haulage System by use of a Computer Model", CIM, Bul, pp 53-59.
- [32] Sturgul, J. R. and Harrison, J., 1987, "Simulation Models for Surface Mines", Inter. Jour. of Surf. Min., no 1, Balkema pub. co., Rotterdam, pp 187 – 198.

## Bibliografía

---

- [33] Kolonja, B. and Mutmansky, J., 1993, "Simulation Analysis of Dispatching Strategies for Improving Production of Truck Haulage Systems", paper presented at SME annual meeting, Reno, NV.
- [34] Baunach, G. R., Brown, D. N. and Jones, G. C., 1989, "Computer Simulation of Ore Handling Operations Port Hedland, WA", in Computer Systems in the Australian Mining Industry, Sym. held at the Univ. of Wollongong, NSW. ed. E. Baafi, pp 79 – 83
- [35] Elbrond, J., 1990, "Haulage System Analysis: Queuing Theory", Surface Mining, 2nd Edition, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, pp. 743-748.
- [36] Panagiotou, G. N., "Optimizing the Shovel-Truck Operation Using Simulation and Queueing Models", Proceedings Mine Mach. and Auto, Lulea, Sweden, ed. Almgren, Kumar and Vagenas, June, 1993, pp 601 – 607.
- [37] Krause, A., Musingwini, C., 2007, "Modeling Open Pit Shovel-Truck Systems Using the Machine Repair Model", Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, pp. 469-476.
- [38] British Standard, BS 4778: "Glossary of terms used in quality assurance" (including reliability and maintainability). British Standards Institution, London. 1990
- [39] Caldenley, R., Mondschein, S., 1999, "Modelos de Decisión en Ambientes Inciertos: Procesos de Poisson", Apuntes del Curso Investigación Operativa, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- [40] Caldenley, R., Mondschein, S., 1999, "Modelos de Decisión en Ambientes Inciertos: Cadenas de Markov", Apuntes del Curso Investigación Operativa, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.

---

# **ANEXOS**



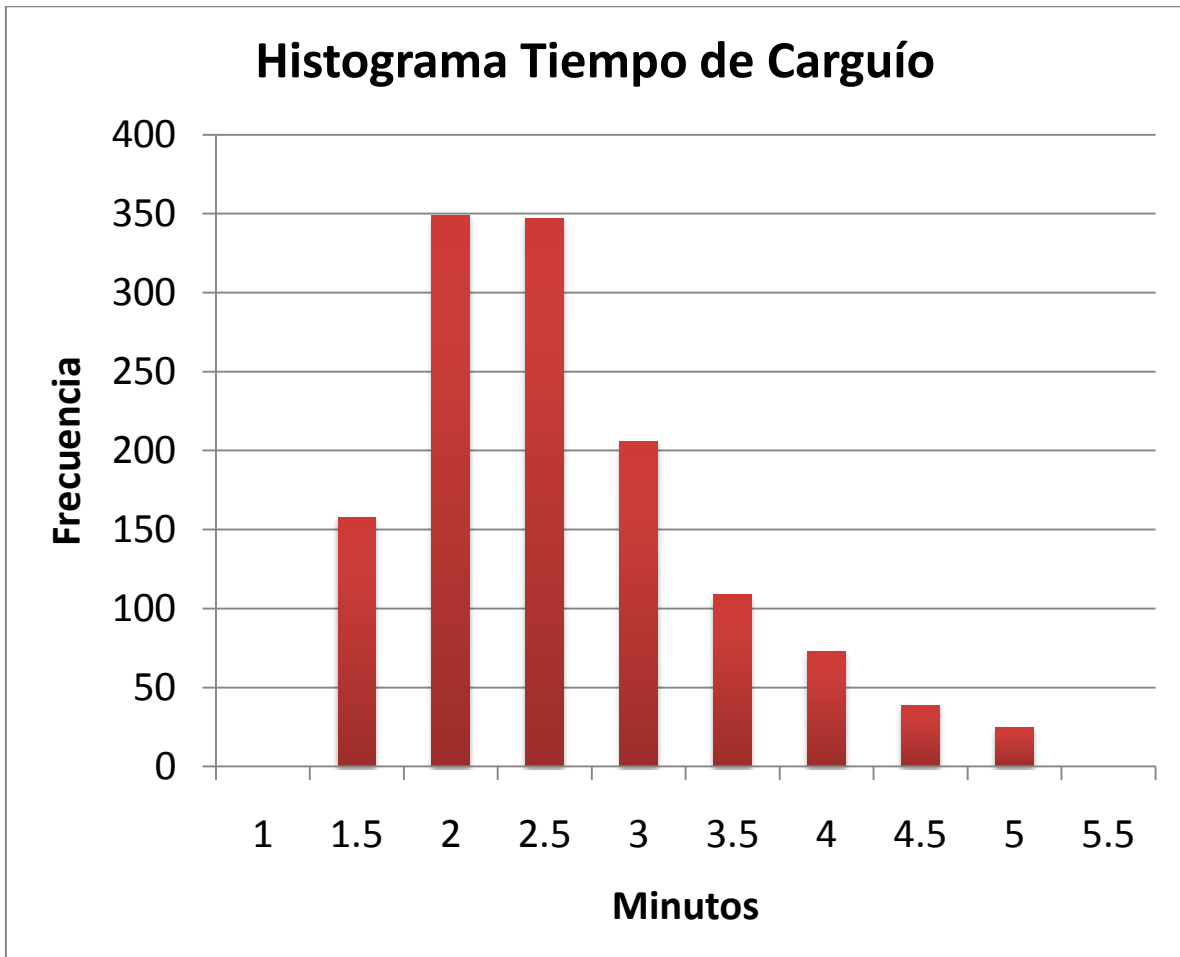
## A.1. PLAN MINERO

### MINERALES ENVIADOS A CHANCADO MINA CHUQUICAMATA PND-2010

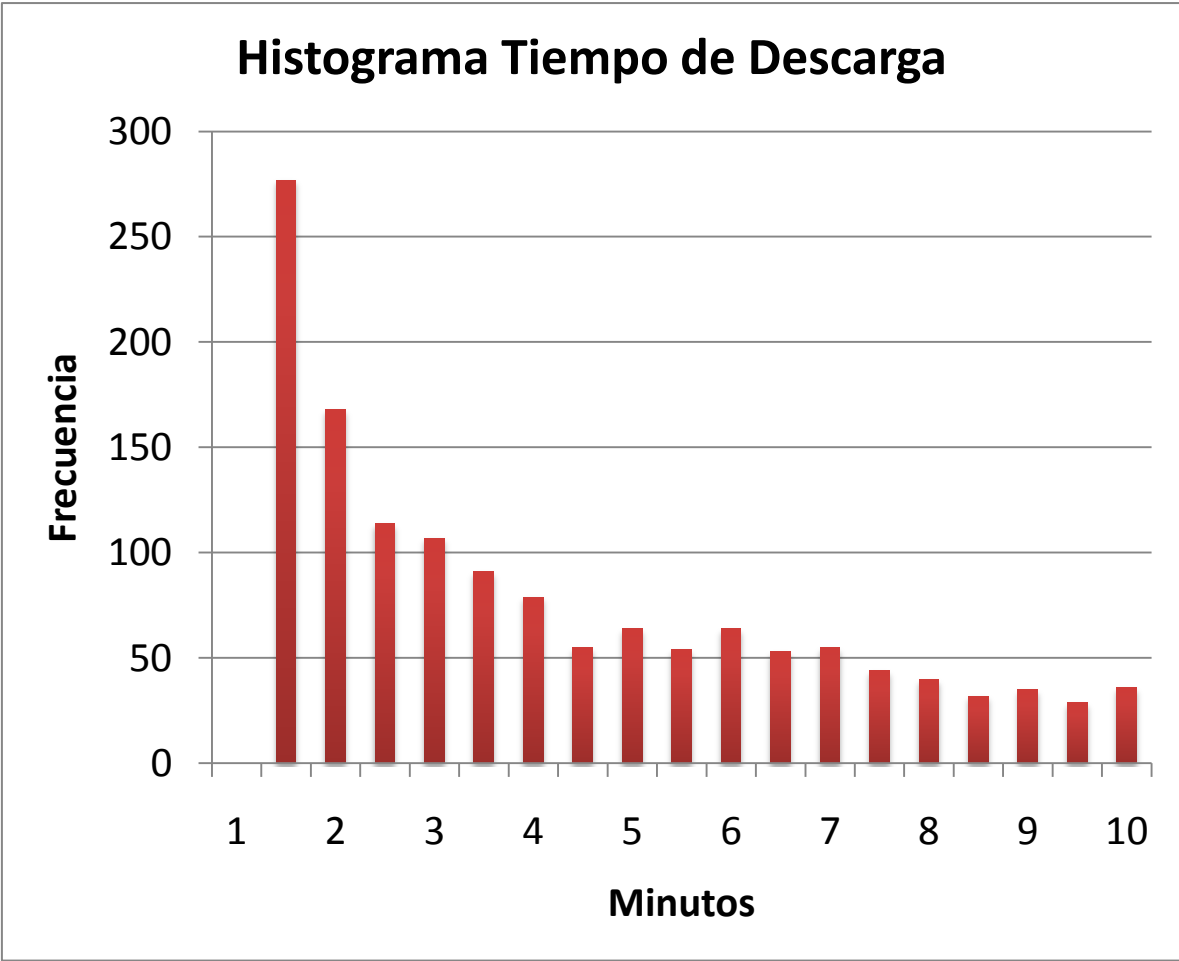
AI Chancador M1																						
	38			41			42			44			49			Stock			Total			TMHD
	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	
2011-1				4,854,060	0.93	0.045	308,153	0.67	0.012	2,044,330	0.88	0.091							7,206,543	0.91	0.057	79,630
2011-2				4,744,740	1.06	0.038	532,028	0.71	0.019	1,955,973	0.82	0.099							7,232,740	0.97	0.053	79,920
2011-3	408,732	0.73	0.048	4,729,500	1.05	0.042	1,997,205	0.71	0.021										7,135,437	0.94	0.037	78,845
2011-4	1,606,320	0.78	0.059	4,521,792	0.99	0.030	507,134	0.71	0.022										6,635,246	0.92	0.037	73,318
2011	<b>2,015,052</b>	<b>0.77</b>	<b>0.057</b>	<b>18,850,092</b>	<b>1.01</b>	<b>0.039</b>	<b>3,344,519</b>	<b>0.70</b>	<b>0.020</b>	<b>4,000,303</b>	<b>0.85</b>	<b>0.095</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>28,209,966</b>	<b>0.93</b>	<b>0.046</b>	<b>77,928</b>
2012-1	1,266,300	0.88	0.038																1,266,300	0.88	0.038	13,992
2012-2	1,677,130	0.94	0.051																1,677,130	0.94	0.051	18,532
2012-3	1,361,700	0.91	0.064				5,850,311	0.73	0.026										7,212,011	0.76	0.033	79,691
2012-4	2,035,040	0.98	0.064				5,223,022	0.78	0.030										7,258,062	0.84	0.040	80,200
2012	<b>6,340,170</b>	<b>0.94</b>	<b>0.055</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>11,073,334</b>	<b>0.75</b>	<b>0.028</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>17,413,504</b>	<b>0.82</b>	<b>0.038</b>	<b>48,104</b>
2013-1	2,151,000	0.96	0.079				10,535,400	0.78	0.038										12,686,400	0.81	0.045	70,091
2013-2	3,894,800	0.95	0.105				10,574,367	0.98	0.043										14,469,167	0.98	0.060	79,940
2013	<b>6,045,800</b>	<b>0.96</b>	<b>0.095</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>21,109,767</b>	<b>0.88</b>	<b>0.041</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>27,155,567</b>	<b>0.90</b>	<b>0.053</b>	<b>75,015</b>
2014-1	806,400	0.86	0.074				6,993,000	1.16	0.048										7,799,400	1.13	0.050	43,091
2014-2							10,390,380	1.09	0.065										10,390,380	1.09	0.065	57,405
2014	<b>806,400</b>	<b>0.86</b>	<b>0.074</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>17,383,380</b>	<b>1.12</b>	<b>0.058</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>18,189,780</b>	<b>1.11</b>	<b>0.059</b>	<b>50,248</b>
2015							<b>18,462,000</b>	<b>1.15</b>	<b>0.081</b>										<b>18,462,000</b>	<b>1.15</b>	<b>0.081</b>	<b>51,000</b>
2016							<b>16,592,730</b>	<b>1.08</b>	<b>0.093</b>				<b>12,386,290</b>	<b>0.61</b>	<b>0.017</b>				<b>28,979,020</b>	<b>0.88</b>	<b>0.061</b>	<b>80,053</b>
2017							<b>5,864,813</b>	<b>0.96</b>	<b>0.064</b>				<b>23,060,731</b>	<b>0.64</b>	<b>0.022</b>				<b>28,925,544</b>	<b>0.71</b>	<b>0.030</b>	<b>79,905</b>
2018													<b>28,736,868</b>	<b>0.74</b>	<b>0.025</b>				<b>28,736,868</b>	<b>0.74</b>	<b>0.025</b>	<b>79,384</b>
2019																			<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>

Al Chancador E4																						
	38			41			42			44			49			Stock			Total			TMHD
	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	TMH	%CuT	%Mo	
2011-1	1,559,280	0.75	0.051				2,252,378	0.67	0.012										3,811,658	0.70	0.028	42,118
2011-2	1,566,110	0.67	0.056				2,466,972	0.71	0.019										4,033,082	0.69	0.034	44,564
2011-3	1,231,068	0.73	0.048				2,775,495	0.71	0.021										4,006,563	0.71	0.029	44,271
2011-4							4,754,346	0.71	0.022										4,754,346	0.71	0.022	52,534
2011	4,356,458	0.71	0.052	0	0.00	0.000	12,249,191	0.70	0.019	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	16,605,649	0.71	0.028	45,872
2012-1							9,222,300	0.66	0.023							654,300	0.64	0.003	9,876,600	0.66	0.022	109,134
2012-2							7,537,530	0.78	0.014							2,051,140	0.53	0.005	9,588,670	0.73	0.012	105,952
2012-3							1,808,689	0.73	0.026							2,121,300	0.56	0.003	3,929,989	0.64	0.013	43,425
2012-4							1,738,618	0.78	0.030							2,393,840	0.51	0.004	4,132,458	0.62	0.015	45,663
2012	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	20,307,136	0.72	0.021	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	7,220,580	0.54	0.004	27,527,716	0.68	0.016	76,043
2013-1													9,369,000	0.43	0.002	230,400	0.45	0.084	9,599,400	0.43	0.004	53,035
2013-2							50,793	0.98	0.043				8,011,640	0.47	0.001				8,062,433	0.47	0.002	44,544
2013	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	50,793	0.98	0.043	0	0.00	0.000	17,380,640	0.45	0.002	230,400	0.45	0.084	17,661,833	0.45	0.003	48,790
2014-1													13,456,800	0.42	0.004	781,200	0.47	0.025	14,238,000	0.42	0.005	78,663
2014-2													12,141,220	0.42	0.001				12,141,220	0.42	0.001	67,079
2014	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	0	0.00	0.000	25,598,020	0.42	0.003	781,200	0.47	0.025	26,379,220	0.42	0.003	72,871
2015													26,353,600	0.55	0.014				26,353,600	0.55	0.014	72,800
2016													15,960,380	0.61	0.017				15,960,380	0.61	0.017	44,089
2017													15,890,107	0.64	0.022				15,890,107	0.64	0.022	43,895
2018													16,078,732	0.74	0.025				16,078,732	0.74	0.025	44,416
2019																17,126,000	0.51	0.012	17,126,000	0.51	0.012	47,309

## A.2 TIEMPOS DE CARGA Y DESCARGA



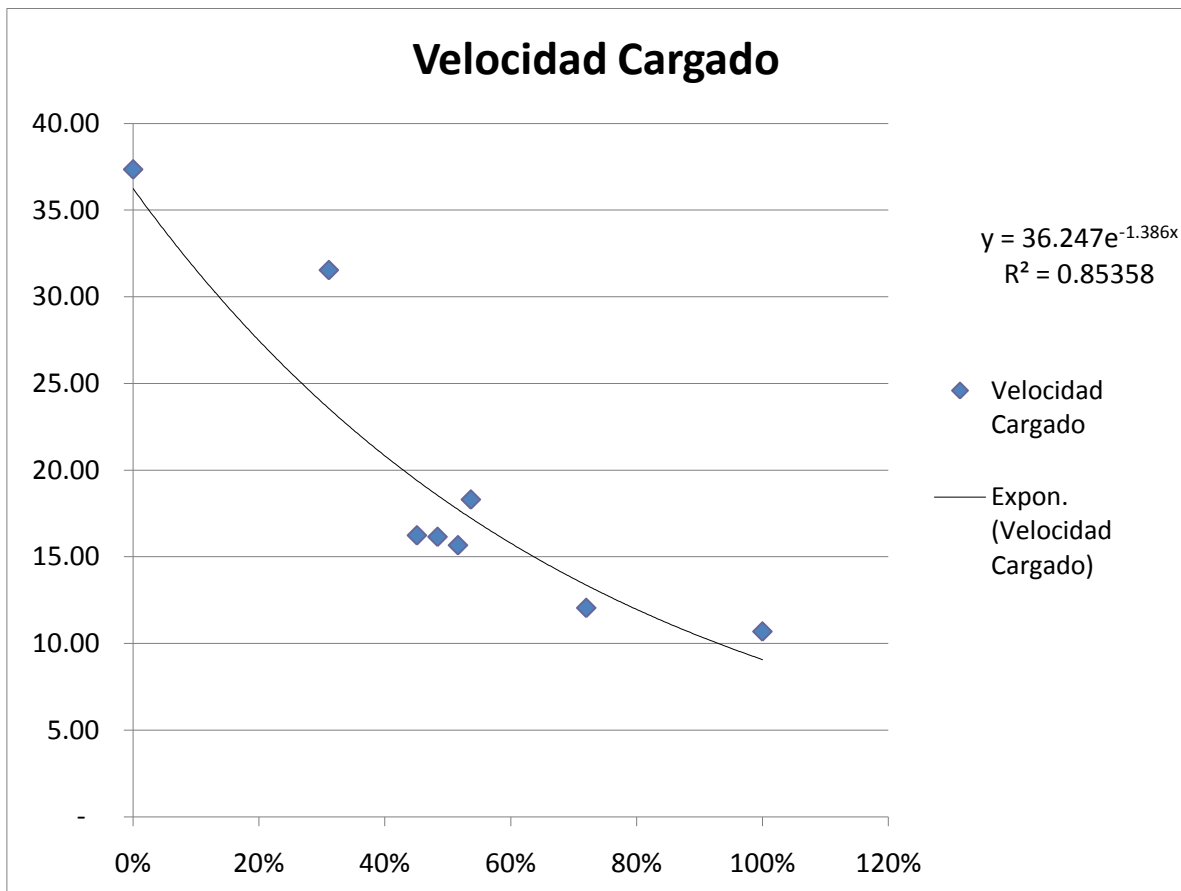
Tiempo de Carguío	
Numero de Datos	1306
Minimo	1.02
Maximo	4.98
Promedio	2.33
Desviación Estándar	0.80
Varianza	0.65

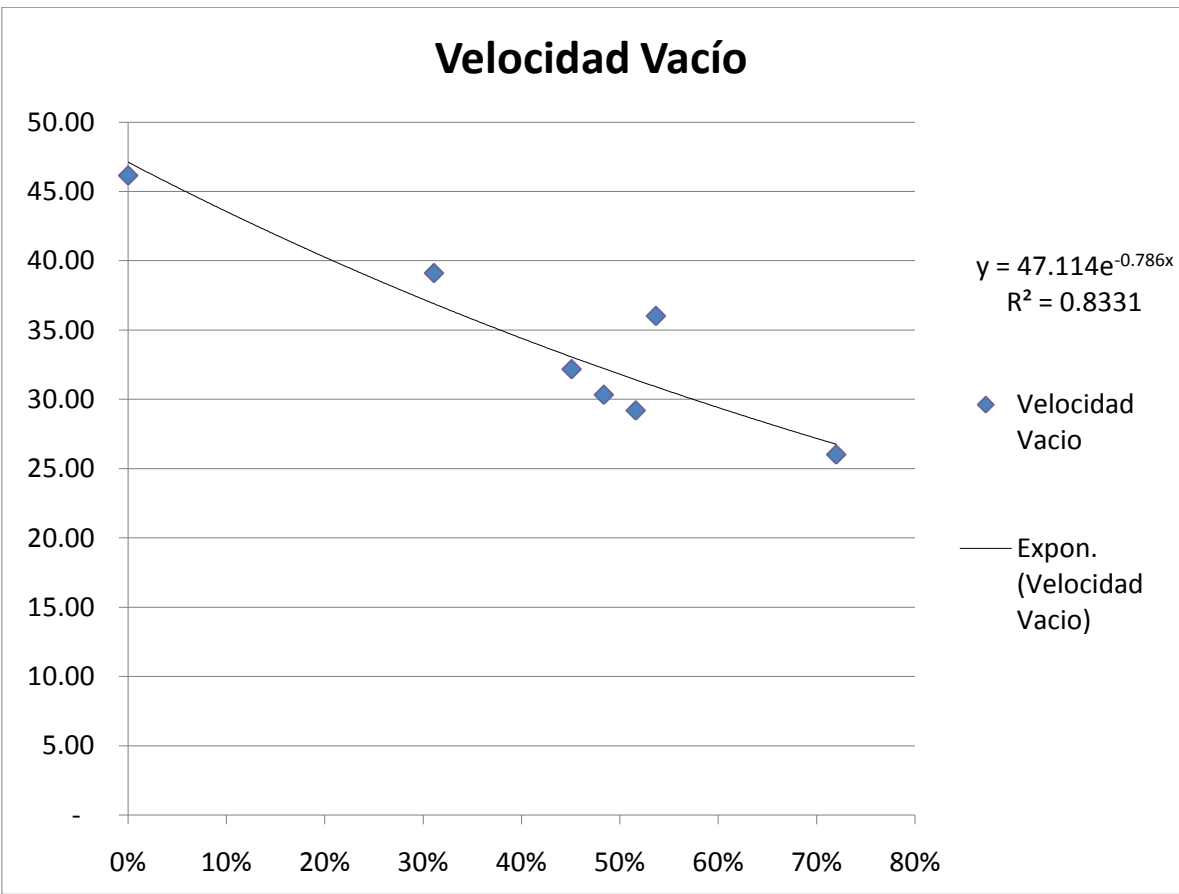


**Tiempo de Descarga**

Numero de Datos	1397
Minimo	1.02
Maximo	9.97
Promedio	3.92
Desviación Estándar	2.53
Varianza	6.41

### A.3. MODELO DE VELOCIDADES





## A.4. CALIBRACIÓN MODELO DE SIMULACIÓN

Cola Chancador M1

Intervalo		Sim01	Sim02	Sim03	Sim04	Sim05	Sim06	Sim07	Sim08	Sim09	Sim10	Sim11	Sim12	Sim13	Sim14	Sim15
0	1	57.8	57.7	57.0	58.0	57.9	58.1	57.7	57.5	58.3	58.2	57.4	57.2	57.6	58.2	58.4
1	2	30.2	30.6	30.6	29.9	30.3	30.3	30.6	30.5	30.1	30.2	30.5	30.8	30.5	30.6	30.0
2	3	9.5	9.5	9.9	9.5	9.5	9.3	9.5	9.7	9.3	9.2	9.6	9.7	9.5	9.0	9.3
3	4	2.1	2.0	2.1	2.2	2.0	1.9	1.9	2.0	1.9	2.0	2.1	2.0	2.0	1.8	2.0
4	5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
5	6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Intervalo		Sim16	Sim17	Sim18	Sim19	Sim20	Sim21	Sim22	Sim23	Sim24	Sim25	Sim26	Sim27	Sim28	Sim29	Sim30
0	1	58.0	57.8	58.1	57.9	57.7	57.5	58.0	58.0	58.2	56.9	57.9	58.0	58.2	58.0	57.6
1	2	30.5	30.3	30.5	30.7	30.4	30.5	30.3	30.6	30.4	30.5	30.6	30.0	30.3	30.2	30.5
2	3	9.3	9.5	9.3	9.2	9.6	9.7	9.4	9.3	9.4	9.9	9.3	9.5	9.3	9.5	9.5
3	4	1.8	2.0	1.9	1.8	2.1	2.0	2.0	1.8	1.8	2.2	1.9	2.1	1.9	1.9	2.0
4	5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
5	6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
6	7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

---

Intervalo		Simulado	Real	R-S	(R-S)^2	(R-S)^2/S
0	1	57.8	58.7	0.84	0.70	0.01
1	2	30.4	27.5	-2.91	8.50	0.28
2	3	9.5	9.5	0.03	0.00	0.00
3	99	2.3	4.4	2.05	4.19	1.79
					<b>Total</b>	<b>2.08</b>
					$\chi^2(3, 0.95)$	<b>7.81</b>



Cola Chancador E4

Intervalo		Sim01	Sim02	Sim03	Sim04	Sim05	Sim06	Sim07	Sim08	Sim09	Sim10	Sim11	Sim12	Sim13	Sim14	Sim15
0	1	54.2	54.5	54.5	53.8	55.4	54.9	54.8	54.6	53.7	54.4	54.4	55.4	54.6	55.5	53.9
1	2	28.1	28.1	28.3	28.2	28.0	28.1	27.9	28.3	28.3	28.5	28.3	28.3	28.2	28.2	28.0
2	3	10.6	10.1	10.4	10.7	10.0	10.3	10.2	10.2	10.7	10.6	10.5	10.0	10.4	9.9	10.4
3	4	4.4	4.2	4.2	4.5	4.0	4.0	4.2	4.1	4.5	4.2	4.2	3.9	4.1	4.0	4.6
4	5	1.8	1.9	1.7	1.9	1.7	1.6	1.8	1.7	1.9	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6	2.1
5	6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8
6	7	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3
7	8	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
8	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Intervalo		Sim16	Sim17	Sim18	Sim19	Sim20	Sim21	Sim22	Sim23	Sim24	Sim25	Sim26	Sim27	Sim28	Sim29	Sim30
0	1	54.6	54.8	55.6	55.4	55.2	55.2	54.9	55.2	54.3	54.8	54.9	54.3	55.5	54.2	55.7
1	2	28.4	28.1	28.1	28.0	27.9	28.2	27.9	27.8	28.3	28.4	27.8	28.4	27.8	28.3	28.0
2	3	10.4	10.0	9.7	10.1	10.3	10.1	10.2	9.9	10.4	10.0	10.3	10.6	9.9	10.6	9.9
3	4	4.1	4.2	3.9	4.1	4.2	4.0	4.1	4.2	4.3	4.1	4.2	4.2	4.1	4.3	4.0
4	5	1.7	1.9	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.8	1.7	1.6
5	6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6
6	7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
7	8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
8	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

---

	<b>Intervalo</b>	<b>Simulado</b>	<b>Real</b>	<b>R-S</b>	<b>(R-S)^2</b>	<b>(R-S)^2/S</b>
0	1	63.2	54.8	-8.39	70.34	1.11
1	2	25.7	28.1	2.38	5.69	0.22
2	3	7.7	10.2	2.49	6.21	0.80
3	99	3.3	6.8	3.51	12.32	3.72
					<b>Total</b>	<b>5.85</b>
					$\chi^2(2, 0.95)$	<b>5.99</b>

## A.5. SIMULACIONES

### Escenario 1 año 2011

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	25,091	18,163	1,440	13,112	13,169	52,879	27,166	19,502	18,019	9,749	198,291	487,527
2	25,002	18,398	1,289	13,110	13,169	52,895	27,166	19,502	18,019	9,733	198,283	487,819
3	25,183	18,096	1,421	13,112	13,169	52,936	27,166	19,502	18,019	9,692	198,298	487,674
4	25,025	18,202	1,470	13,113	13,169	52,936	27,166	19,502	18,019	9,692	198,294	487,903
5	24,958	18,498	1,227	13,107	13,169	52,848	27,166	19,502	18,018	9,780	198,274	488,067
6	25,091	18,335	1,269	13,108	13,169	52,919	27,166	19,502	18,019	9,709	198,288	487,742
7	25,264	18,007	1,424	13,110	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,713	198,289	487,067
8	25,108	18,457	1,131	13,112	13,169	52,856	27,166	19,502	18,019	9,771	198,292	487,673
9	25,192	18,175	1,327	13,111	13,169	52,981	27,166	19,502	18,019	9,647	198,288	487,838
10	25,021	18,317	1,348	13,108	13,169	52,921	27,166	19,502	18,018	9,707	198,276	487,705
11	25,116	18,170	1,411	13,112	13,169	52,900	27,166	19,502	18,019	9,728	198,293	487,668
12	25,156	18,345	1,199	13,108	13,169	52,865	27,166	19,502	18,019	9,762	198,291	487,239
13	25,233	18,065	1,407	13,116	13,169	52,868	27,166	19,502	18,019	9,759	198,306	487,303
14	24,952	18,378	1,357	13,109	13,169	52,908	27,166	19,502	18,019	9,719	198,280	488,065
15	25,129	18,093	1,465	13,110	13,169	52,858	27,166	19,502	18,019	9,769	198,280	487,191
16	25,241	18,185	1,271	13,114	13,169	52,870	27,166	19,502	18,019	9,757	198,296	487,458
17	25,268	17,771	1,659	13,114	13,169	52,932	27,166	19,502	18,019	9,696	198,296	487,326
18	24,973	18,549	1,166	13,109	13,169	52,896	27,166	19,502	18,019	9,732	198,281	487,923
19	25,115	18,222	1,363	13,112	13,169	52,971	27,166	19,502	18,019	9,657	198,296	487,726
20	25,258	18,160	1,278	13,112	13,169	52,823	27,166	19,502	18,019	9,805	198,293	487,240
21	25,233	18,061	1,399	13,111	13,169	52,845	27,166	19,502	18,019	9,782	198,287	487,428
22	25,022	18,245	1,417	13,103	13,169	52,912	27,166	19,502	18,018	9,715	198,272	487,820
23	25,176	18,224	1,291	13,111	13,169	52,911	27,166	19,502	18,019	9,717	198,285	487,549
24	25,236	18,342	1,116	13,111	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,712	198,290	487,471
25	24,964	18,346	1,386	13,112	13,169	52,919	27,166	19,502	18,019	9,709	198,293	488,234
26	25,240	18,034	1,426	13,115	13,169	52,894	27,166	19,502	18,019	9,734	198,299	487,453
27	25,178	18,273	1,242	13,109	13,169	52,991	27,166	19,502	18,019	9,636	198,286	487,788
28	25,082	18,408	1,193	13,108	13,169	52,834	27,166	19,502	18,018	9,794	198,274	487,850
29	25,172	18,003	1,530	13,116	13,169	52,844	27,166	19,502	18,019	9,784	198,305	487,569
30	25,133	18,269	1,275	13,107	13,169	52,875	27,166	19,502	18,018	9,753	198,268	487,602
31	24,624	18,563	1,502	13,110	13,169	52,858	27,166	19,502	18,019	9,770	198,283	488,402
32	25,231	18,192	1,280	13,115	13,169	52,884	27,166	19,502	18,019	9,743	198,302	487,441
33	25,095	18,429	1,159	13,107	13,169	52,927	27,166	19,502	18,018	9,701	198,274	487,796
34	25,199	18,225	1,272	13,108	13,169	52,917	27,148	19,502	18,019	9,710	198,270	487,908
35	25,290	18,039	1,376	13,115	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,713	198,305	487,092
36	25,132	18,050	1,514	13,111	13,169	52,874	27,166	19,502	18,019	9,753	198,292	487,313
37	25,148	18,122	1,433	13,114	13,169	52,911	27,166	19,502	18,019	9,717	198,302	487,519
38	25,195	18,037	1,461	13,111	13,169	52,838	27,166	19,502	18,019	9,789	198,289	487,811
39	25,146	18,083	1,457	13,107	13,169	52,925	27,166	19,502	18,018	9,703	198,277	487,764
40	25,417	17,763	1,520	13,112	13,169	52,927	27,166	19,502	18,019	9,701	198,297	487,080
41	25,290	18,033	1,347	13,104	13,168	52,860	27,166	19,502	18,018	9,768	198,256	487,245
42	25,238	18,039	1,428	13,115	13,169	52,822	27,160	19,502	18,019	9,806	198,298	487,193

43	24,982	18,459	1,237	13,107	13,168	52,899	27,150	19,502	18,018	9,729	198,251	487,725
44	25,163	18,121	1,417	13,112	13,169	52,932	27,166	19,502	18,019	9,696	198,298	487,623
45	25,220	18,141	1,338	13,113	13,169	52,938	27,166	19,502	18,019	9,690	198,298	487,552
46	25,074	18,067	1,556	13,110	13,169	52,944	27,166	19,502	18,019	9,683	198,290	487,665
47	24,942	18,340	1,411	13,109	13,169	52,924	27,166	19,502	18,019	9,704	198,285	488,093
48	25,240	17,928	1,526	13,111	13,169	52,921	27,166	19,502	18,019	9,707	198,290	487,384
49	24,830	18,371	1,481	13,106	13,169	52,877	27,166	19,502	18,018	9,751	198,271	488,551
50	25,179	18,236	1,285	13,111	13,169	52,885	27,166	19,502	18,019	9,742	198,296	487,885
51	25,138	18,149	1,396	13,108	13,168	52,845	27,166	19,502	18,018	9,783	198,273	487,714
52	25,104	18,299	1,293	13,106	13,169	52,891	27,166	19,502	18,019	9,736	198,287	487,555
53	25,000	18,343	1,345	13,107	13,169	52,889	27,166	19,502	18,019	9,739	198,279	487,887
54	25,099	18,196	1,397	13,110	13,169	52,879	27,166	19,502	18,019	9,749	198,287	487,833
55	25,111	18,306	1,278	13,112	13,169	52,970	27,166	19,502	18,019	9,658	198,292	487,966
56	25,044	18,266	1,365	13,103	13,167	52,872	27,161	19,502	18,018	9,756	198,253	488,063
57	25,244	18,039	1,413	13,111	13,169	52,867	27,166	19,502	18,019	9,760	198,291	487,489
58	24,850	18,415	1,418	13,108	13,169	52,889	27,166	19,502	18,018	9,739	198,274	488,213
59	25,082	18,343	1,254	13,107	13,168	52,869	27,166	19,502	18,018	9,759	198,268	487,717
60	25,222	17,965	1,507	13,103	13,169	52,953	27,161	19,502	18,019	9,674	198,275	487,616
61	24,984	18,441	1,267	13,110	13,169	52,880	27,166	19,502	18,019	9,748	198,287	487,758
62	25,100	18,061	1,534	13,112	13,169	52,855	27,166	19,502	18,019	9,772	198,291	487,645
63	24,981	18,377	1,327	13,109	13,169	52,913	27,166	19,502	18,019	9,714	198,279	488,015
64	25,048	18,309	1,342	13,112	13,169	52,930	27,166	19,502	18,019	9,698	198,295	487,783
65	25,126	18,066	1,503	13,109	13,169	52,898	27,158	19,502	18,019	9,730	198,280	487,450
66	25,221	18,003	1,474	13,113	13,169	52,940	27,166	19,502	18,019	9,687	198,295	487,606
67	25,185	18,255	1,259	13,112	13,169	52,909	27,166	19,502	18,019	9,718	198,296	487,912
68	24,913	18,548	1,244	13,116	13,169	52,934	27,166	19,502	18,019	9,694	198,306	487,785
69	24,731	18,521	1,433	13,109	13,169	52,924	27,166	19,502	18,018	9,704	198,276	488,499
70	25,135	18,023	1,538	13,112	13,169	52,866	27,166	19,502	18,019	9,761	198,292	487,818
71	25,122	18,160	1,413	13,111	13,169	52,902	27,166	19,502	18,019	9,726	198,291	487,735
72	25,028	18,389	1,251	13,103	13,166	52,917	27,166	19,502	18,018	9,711	198,253	487,732
73	25,250	17,876	1,574	13,107	13,169	52,872	27,166	19,502	18,019	9,755	198,292	487,679
74	25,150	18,168	1,376	13,112	13,169	52,796	27,166	19,502	18,019	9,832	198,291	487,321
75	25,263	18,060	1,373	13,111	13,169	52,885	27,166	19,502	18,019	9,742	198,291	487,554
76	25,290	18,325	1,085	13,112	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,713	198,296	487,283
77	24,852	18,484	1,370	13,116	13,169	52,880	27,166	19,502	18,019	9,747	198,306	487,857
78	24,957	18,151	1,587	13,108	13,169	52,936	27,166	19,502	18,019	9,691	198,288	488,308
79	25,093	18,345	1,255	13,109	13,169	52,925	27,166	19,502	18,019	9,703	198,287	487,864
80	24,975	18,410	1,313	13,111	13,169	52,964	27,166	19,502	18,019	9,664	198,293	487,915
81	24,944	18,379	1,366	13,111	13,169	52,945	27,166	19,502	18,019	9,682	198,285	488,115
82	25,218	18,064	1,407	13,110	13,169	52,849	27,166	19,502	18,019	9,778	198,283	487,236
83	24,962	18,243	1,489	13,111	13,169	52,888	27,166	19,502	18,019	9,739	198,289	487,723
84	24,915	18,247	1,529	13,110	13,169	52,853	27,166	19,502	18,019	9,774	198,285	487,883
85	25,164	18,252	1,288	13,115	13,169	52,873	27,166	19,502	18,019	9,755	198,304	487,707
86	25,201	18,244	1,259	13,116	13,169	52,847	27,166	19,502	18,019	9,780	198,306	487,134
87	25,002	18,518	1,180	13,113	13,169	52,951	27,166	19,502	18,019	9,677	198,298	487,735
88	25,025	18,230	1,424	13,107	13,169	52,845	27,166	19,502	18,018	9,783	198,269	487,949
89	25,175	18,160	1,369	13,116	13,169	52,876	27,166	19,502	18,019	9,752	198,306	487,582
90	24,946	18,298	1,447	13,107	13,169	52,868	27,161	19,502	18,019	9,759	198,276	488,263

<b>91</b>	25,309	18,094	1,303	13,116	13,169	52,883	27,157	19,502	18,019	9,745	198,297	487,252
<b>92</b>	25,141	18,297	1,254	13,111	13,169	52,792	27,166	19,502	18,019	9,835	198,286	487,564
<b>93</b>	25,004	18,344	1,338	13,109	13,169	52,854	27,166	19,502	18,018	9,774	198,278	488,018
<b>94</b>	25,017	18,177	1,508	13,115	13,169	52,858	27,166	19,502	18,019	9,770	198,302	487,800
<b>95</b>	25,108	18,366	1,227	13,109	13,169	52,941	27,159	19,502	18,019	9,686	198,287	487,775
<b>96</b>	25,107	18,136	1,450	13,111	13,169	52,992	27,166	19,502	18,019	9,636	198,287	488,016
<b>97</b>	25,094	18,104	1,481	13,107	13,168	52,927	27,166	19,502	18,018	9,700	198,269	487,407
<b>98</b>	25,258	18,180	1,264	13,114	13,169	52,866	27,166	19,502	18,019	9,761	198,302	487,510
<b>99</b>	25,262	18,172	1,271	13,107	13,169	52,917	27,166	19,502	18,019	9,710	198,296	487,475
<b>100</b>	25,356	17,838	1,507	13,111	13,169	52,821	27,166	19,502	18,019	9,807	198,295	487,105

<b>MIN</b>	24,624	17,763	1,085	13,103	13,166	52,792	27,148	19,502	18,018	9,636	198,251	487,067
<b>MED</b>	25,110	18,217	1,367	13,110	13,169	52,895	27,165	19,502	18,019	9,733	198,287	487,688
<b>MAX</b>	25,417	18,563	1,659	13,116	13,169	52,992	27,166	19,502	18,019	9,835	198,306	488,551
<b>DESV</b>	134	172	115	3	0	41	3	0	0	41	12	316
<b>VAR</b>	18,004	29,417	13,278	10	0	1,679	9	0	0	1,679	145	99,799

## Escenario 1 año 2012

	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	16,133	28,774	19	4,856	17,262	50,068	25,957	13,313	23,083	14,734	194,201	505,923
2	16,156	28,737	33	4,856	17,263	50,059	25,955	13,343	23,043	14,754	194,198	506,281
3	16,192	28,667	67	4,856	17,262	50,047	25,953	13,366	23,017	14,772	194,199	505,976
4	16,226	28,692	7	4,856	17,262	50,035	25,996	13,359	23,016	14,751	194,200	506,190
5	16,127	28,768	31	4,856	17,262	50,082	25,948	13,310	23,100	14,718	194,202	506,664
6	16,233	28,581	112	4,856	17,262	50,075	25,937	13,375	23,023	14,747	194,201	506,452
7	16,263	28,661	1	4,856	17,262	50,149	25,974	13,266	23,081	14,683	194,198	505,787
8	16,294	28,579	53	4,856	17,262	50,119	25,974	13,270	23,143	14,650	194,201	506,230
9	16,348	28,578	-	4,856	17,262	50,094	25,943	13,362	23,016	14,741	194,200	505,291
10	16,152	28,715	58	4,856	17,262	50,124	25,945	13,332	23,107	14,648	194,201	506,273
11	16,152	28,717	56	4,856	17,262	50,077	25,945	13,364	23,037	14,736	194,202	506,310
12	16,218	28,708	-	4,856	17,262	50,069	25,952	13,314	23,091	14,730	194,200	506,054
13	16,179	28,740	7	4,856	17,262	50,022	25,953	13,355	23,091	14,735	194,200	506,125
14	16,208	28,703	15	4,856	17,262	50,050	25,956	13,369	23,102	14,680	194,202	506,044
15	16,317	28,585	20	4,856	17,262	50,128	25,953	13,301	23,121	14,652	194,197	505,858
16	16,155	28,764	7	4,856	17,262	50,142	25,950	13,294	23,065	14,706	194,202	505,679
17	16,271	28,630	25	4,856	17,262	50,068	25,946	13,321	23,062	14,760	194,201	505,453
18	16,167	28,673	86	4,856	17,262	50,015	25,943	13,365	23,076	14,757	194,201	506,163
19	16,223	28,701	2	4,856	17,262	50,089	25,927	13,410	23,017	14,711	194,199	505,810
20	16,114	28,778	34	4,856	17,262	50,084	25,946	13,327	23,083	14,717	194,202	506,749
21	16,217	28,595	114	4,856	17,262	50,068	25,946	13,371	23,055	14,717	194,201	506,111
22	16,138	28,781	7	4,856	17,262	50,099	25,968	13,334	23,084	14,672	194,202	505,970
23	16,177	28,733	15	4,856	17,262	50,057	25,946	13,301	23,107	14,744	194,199	506,124
24	16,133	28,780	13	4,856	17,262	50,133	25,924	13,414	23,008	14,678	194,201	506,086
25	16,120	28,694	108	4,856	17,262	50,158	25,946	13,302	23,086	14,664	194,197	506,713
26	16,044	28,867	15	4,856	17,263	50,081	25,937	13,380	23,094	14,664	194,202	506,443
27	16,137	28,726	63	4,856	17,262	50,046	25,962	13,276	23,074	14,797	194,199	506,261
28	16,214	28,693	20	4,856	17,262	50,117	25,950	13,392	22,995	14,703	194,202	506,221
29	16,186	28,721	18	4,856	17,262	50,112	25,964	13,308	23,059	14,711	194,198	506,016
30	16,178	28,703	46	4,856	17,262	50,048	25,921	13,388	23,085	14,713	194,200	506,267
31	16,111	28,783	32	4,856	17,262	50,047	25,967	13,336	23,073	14,734	194,200	506,897
32	16,253	28,499	174	4,856	17,262	50,055	25,951	13,370	23,076	14,704	194,201	505,514
33	16,163	28,714	48	4,856	17,262	50,130	25,927	13,295	23,130	14,673	194,199	506,157
34	16,102	28,754	70	4,856	17,262	50,095	25,947	13,394	23,030	14,691	194,201	506,123
35	16,290	28,594	42	4,856	17,262	50,056	25,974	13,297	23,099	14,730	194,200	506,338
36	16,105	28,696	125	4,856	17,262	50,064	25,950	13,327	23,079	14,736	194,201	506,901
37	16,221	28,437	268	4,856	17,262	50,151	25,950	13,275	23,129	14,653	194,202	505,983
38	16,134	28,721	71	4,856	17,262	50,164	25,963	13,306	23,098	14,625	194,200	506,312
39	16,119	28,790	16	4,856	17,262	50,144	25,942	13,373	23,076	14,622	194,201	506,523
40	16,082	28,796	48	4,856	17,262	50,091	25,934	13,349	23,097	14,684	194,200	506,433
41	16,078	28,725	122	4,856	17,262	50,049	25,938	13,350	23,078	14,741	194,200	506,734
42	16,168	28,712	46	4,856	17,262	50,092	25,937	13,332	23,098	14,698	194,201	506,222
43	16,145	28,763	18	4,856	17,262	50,150	25,919	13,400	23,064	14,622	194,200	505,862
44	16,166	28,746	14	4,856	17,262	50,106	25,930	13,327	23,109	14,684	194,201	506,557
45	16,320	28,522	84	4,856	17,262	50,090	25,949	13,322	23,004	14,791	194,201	505,632

46	16,263	28,629	34	4,856	17,262	50,097	25,951	13,316	23,086	14,707	194,200	505,786
47	15,931	28,924	71	4,856	17,262	50,110	25,954	13,300	23,116	14,674	194,199	506,793
48	16,151	28,756	18	4,856	17,262	50,116	25,974	13,350	23,057	14,659	194,201	506,426
49	16,182	28,701	43	4,856	17,262	50,036	25,982	13,360	23,058	14,720	194,200	506,253
50	16,098	28,793	35	4,856	17,262	50,111	25,960	13,315	23,094	14,676	194,200	506,798
51	16,173	28,721	32	4,856	17,262	50,128	25,943	13,264	23,162	14,661	194,202	506,430
52	16,144	28,686	95	4,856	17,262	50,070	25,957	13,313	23,135	14,675	194,195	506,550
53	16,209	28,683	34	4,856	17,262	50,106	25,965	13,346	22,997	14,742	194,201	506,288
54	16,120	28,752	53	4,856	17,262	50,144	25,955	13,290	23,102	14,664	194,200	506,626
55	16,168	28,463	294	4,856	17,262	50,159	25,939	13,332	23,072	14,655	194,201	506,374
56	16,135	28,514	277	4,856	17,262	50,148	25,957	13,373	23,048	14,630	194,201	506,226
57	16,114	28,809	1	4,856	17,262	50,091	25,944	13,352	23,095	14,673	194,198	506,631
58	16,265	28,636	25	4,856	17,262	50,075	25,962	13,318	23,065	14,735	194,200	505,286
59	16,058	28,809	59	4,856	17,262	50,098	25,945	13,307	23,082	14,723	194,200	506,220
60	16,328	28,514	83	4,856	17,262	50,077	25,940	13,373	23,066	14,699	194,198	505,663
61	16,292	28,486	147	4,856	17,262	50,119	25,933	13,306	23,100	14,700	194,202	506,061
62	16,160	28,552	211	4,856	17,262	50,043	25,922	13,361	23,089	14,742	194,199	506,312
63	16,157	28,751	15	4,856	17,262	50,082	25,961	13,378	23,016	14,717	194,196	505,916
64	16,137	28,780	10	4,856	17,263	50,103	25,943	13,352	23,077	14,681	194,202	505,913
65	16,253	28,409	264	4,856	17,262	50,136	25,956	13,315	23,025	14,724	194,201	506,459
66	16,196	28,638	92	4,856	17,262	50,037	25,942	13,353	23,035	14,789	194,202	506,015
67	16,149	28,542	235	4,856	17,263	50,086	25,959	13,318	23,093	14,695	194,196	506,522
68	16,111	28,784	31	4,856	17,262	50,063	25,983	13,349	23,058	14,704	194,202	506,332
69	16,210	28,575	140	4,856	17,262	50,124	25,957	13,324	23,043	14,709	194,201	505,759
70	16,213	28,710	3	4,856	17,262	50,150	25,941	13,351	23,093	14,621	194,200	505,731
71	16,169	28,749	8	4,856	17,262	50,062	25,956	13,336	23,060	14,741	194,200	506,289
72	16,170	28,706	50	4,856	17,262	50,060	25,961	13,349	23,009	14,776	194,201	505,404
73	16,307	28,335	284	4,856	17,262	50,098	25,956	13,393	23,011	14,699	194,201	506,569
74	16,258	28,635	33	4,856	17,262	50,113	25,970	13,336	23,056	14,681	194,200	505,892
75	16,246	28,489	190	4,856	17,262	50,027	25,944	13,330	23,101	14,755	194,201	506,103
76	16,151	28,764	10	4,856	17,262	50,125	25,970	13,276	23,106	14,678	194,199	506,394
77	16,235	28,632	58	4,856	17,262	50,088	25,959	13,310	23,114	14,685	194,201	505,707
78	16,235	28,646	45	4,856	17,262	50,030	25,946	13,334	23,075	14,773	194,201	505,863
79	16,267	28,657	1	4,856	17,262	50,094	25,917	13,362	23,086	14,696	194,200	505,568
80	16,204	28,384	338	4,856	17,262	50,138	25,934	13,329	23,043	14,712	194,200	506,071
81	16,133	28,685	107	4,856	17,263	50,081	25,924	13,379	23,076	14,698	194,202	506,271
82	16,246	28,680	-	4,856	17,262	50,073	25,954	13,307	23,090	14,734	194,202	505,742
83	16,169	28,637	119	4,856	17,262	50,020	25,969	13,315	23,100	14,750	194,199	506,427
84	16,144	28,493	289	4,856	17,262	50,106	25,940	13,357	23,026	14,729	194,202	506,274
85	16,223	28,559	144	4,856	17,262	50,052	25,941	13,364	23,050	14,747	194,199	505,889
86	16,074	28,758	94	4,856	17,262	50,028	25,929	13,369	23,063	14,769	194,202	506,739
87	16,148	28,705	73	4,856	17,262	50,042	25,947	13,342	23,124	14,700	194,201	506,609
88	16,166	28,560	199	4,856	17,262	50,072	25,958	13,340	23,102	14,680	194,197	506,546
89	16,250	28,669	6	4,856	17,262	50,086	25,957	13,351	23,070	14,694	194,201	506,239
90	16,196	28,659	71	4,856	17,262	50,068	25,987	13,332	23,054	14,714	194,200	506,509
91	16,209	28,676	40	4,856	17,263	50,105	25,953	13,407	23,033	14,659	194,201	506,618
92	16,090	28,817	19	4,856	17,263	50,054	25,959	13,352	23,037	14,755	194,202	506,368
93	16,159	28,689	76	4,856	17,262	50,104	25,983	13,323	23,088	14,654	194,196	506,634

<b>94</b>	16,025	28,828	73	4,856	17,262	50,107	25,968	13,328	23,066	14,687	194,200	506,584
<b>95</b>	16,286	28,586	54	4,856	17,262	50,122	25,967	13,262	23,100	14,705	194,201	506,014
<b>96</b>	16,209	28,689	27	4,856	17,262	50,176	25,962	13,291	23,043	14,684	194,201	505,599
<b>97</b>	16,237	28,663	26	4,856	17,262	50,066	25,945	13,407	23,022	14,715	194,200	506,249
<b>98</b>	16,184	28,614	128	4,856	17,262	50,126	25,946	13,376	23,059	14,649	194,200	506,245
<b>99</b>	16,276	28,631	19	4,856	17,262	50,108	25,944	13,298	23,069	14,736	194,201	505,570
<b>100</b>	16,193	28,463	270	4,856	17,262	50,077	25,979	13,318	23,103	14,677	194,198	506,972

<b>MIN</b>	15,931	28,335	-	4,856	17,262	50,015	25,917	13,262	22,995	14,621	194,195	505,286
<b>MED</b>	16,182	28,670	74	4,856	17,262	50,090	25,951	13,337	23,072	14,705	194,200	506,190
<b>MAX</b>	16,348	28,924	338	4,856	17,263	50,176	25,996	13,414	23,162	14,797	194,202	506,972
<b>DESV</b>	71	109	80	0	0	37	15	35	35	40	2	376
<b>VAR</b>	5,032	11,901	6,460	0	0	1,399	240	1,237	1,212	1,606	2	141,358



## Escenario 1 año 2013

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	22,886	21,924	-	330	16,794	-	7,301	19,870	54,552	14,694	158,350	399,492
2	23,119	21,690	-	330	16,794	-	7,291	19,836	54,468	14,749	158,277	399,963
3	22,936	21,873	-	330	16,794	-	7,352	19,807	54,469	14,747	158,308	399,861
4	22,957	21,852	-	330	16,794	-	7,211	19,863	54,488	14,835	158,331	399,952
5	23,142	21,667	-	330	16,794	-	7,247	19,960	54,433	14,733	158,306	399,307
6	22,951	21,858	-	330	16,794	-	7,338	19,804	54,417	14,799	158,293	399,542
7	22,925	21,885	-	330	16,794	-	7,276	19,876	54,518	14,696	158,299	398,978
8	22,817	21,993	-	330	16,794	-	7,276	19,819	54,506	14,779	158,313	399,747
9	22,813	21,996	-	330	16,794	-	7,285	19,832	54,482	14,787	158,319	400,247
10	22,944	21,865	-	330	16,794	-	7,283	19,805	54,554	14,773	158,349	399,414
11	22,895	21,914	-	330	16,794	-	7,290	19,885	54,488	14,747	158,343	399,599
12	22,929	21,881	-	330	16,794	-	7,321	19,885	54,496	14,687	158,322	399,714
13	22,842	21,967	-	330	16,794	-	7,304	19,835	54,505	14,744	158,321	399,688
14	22,909	21,901	-	330	16,794	-	7,311	19,875	54,520	14,715	158,355	399,709
15	22,874	21,936	-	330	16,794	-	7,337	19,825	54,493	14,744	158,333	399,455
16	22,919	21,890	-	330	16,794	-	7,275	19,895	54,490	14,690	158,284	399,909
17	23,022	21,788	-	330	16,794	-	7,280	19,884	54,480	14,710	158,287	399,616
18	22,887	21,923	-	330	16,794	-	7,257	19,876	54,492	14,781	158,340	399,227
19	22,900	21,909	-	330	16,794	-	7,365	19,847	54,427	14,758	158,331	399,639
20	22,998	21,811	-	330	16,794	-	7,308	19,861	54,472	14,736	158,311	399,786
21	22,943	21,867	-	330	16,794	-	7,240	19,865	54,550	14,764	158,353	399,430
22	23,053	21,757	-	330	16,794	-	7,377	19,774	54,440	14,782	158,306	399,466
23	22,929	21,880	-	330	16,794	-	7,320	19,884	54,437	14,709	158,285	399,713
24	23,008	21,801	-	330	16,794	-	7,313	19,792	54,478	14,784	158,301	399,412
25	22,921	21,888	-	330	16,794	-	7,273	19,907	54,443	14,730	158,287	400,568
26	23,043	21,767	-	330	16,794	-	7,321	19,744	54,521	14,834	158,354	398,983
27	22,767	22,042	-	330	16,794	-	7,302	19,805	54,497	14,812	158,351	399,146
28	22,916	21,893	-	330	16,794	-	7,243	19,916	54,485	14,780	158,358	399,756
29	22,931	21,878	-	330	16,794	-	7,314	19,792	54,452	14,825	158,317	399,390
30	22,794	22,015	-	330	16,794	-	7,324	19,877	54,482	14,709	158,327	399,843
31	22,835	21,975	-	330	16,794	-	7,372	19,832	54,437	14,776	158,350	399,504
32	22,902	21,907	-	330	16,794	-	7,351	19,813	54,455	14,734	158,287	399,673
33	22,957	21,853	-	330	16,794	-	7,270	19,789	54,497	14,842	158,332	399,159
34	22,913	21,897	-	330	16,794	-	7,342	19,814	54,453	14,789	158,332	399,617
35	23,140	21,670	-	330	16,794	-	7,333	19,774	54,500	14,804	158,344	399,254
36	22,974	21,835	-	330	16,794	-	7,337	19,739	54,556	14,732	158,297	400,247
37	23,004	21,806	-	330	16,794	-	7,331	19,797	54,510	14,778	158,350	399,512
38	22,987	21,823	-	330	16,794	-	7,310	19,841	54,424	14,803	158,312	399,985
39	23,033	21,777	-	330	16,794	-	7,252	19,854	54,484	14,757	158,281	399,473
40	22,774	22,035	-	330	16,794	-	7,301	19,841	54,481	14,783	158,340	400,122
41	22,768	22,042	-	330	16,794	-	7,308	19,759	54,452	14,877	158,330	399,763
42	22,937	21,872	-	330	16,794	-	7,271	19,843	54,470	14,785	158,302	400,300
43	22,934	21,876	-	330	16,794	-	7,296	19,825	54,497	14,795	158,347	399,327
44	22,838	21,972	-	330	16,794	-	7,208	19,882	54,462	14,821	158,307	399,815
45	22,889	21,920	-	330	16,794	-	7,332	19,783	54,506	14,782	158,337	399,641

46	22,911	21,899	-	330	16,794	-	7,333	19,754	54,565	14,706	158,293	400,021
47	22,804	22,006	-	330	16,794	-	7,362	19,837	54,467	14,736	158,337	400,313
48	22,957	21,852	-	330	16,794	-	7,310	19,812	54,406	14,822	158,283	399,596
49	22,886	21,924	-	330	16,794	-	7,325	19,799	54,491	14,749	158,298	399,990
50	22,837	21,973	-	330	16,794	-	7,360	19,733	54,463	14,835	158,325	398,981
51	23,032	21,777	-	330	16,794	-	7,237	19,886	54,536	14,755	158,347	399,223
52	22,991	21,819	-	330	16,794	-	7,267	19,786	54,459	14,852	158,297	399,906
53	23,017	21,793	-	330	16,794	-	7,366	19,833	54,525	14,683	158,341	399,353
54	23,040	21,769	-	330	16,794	-	7,240	19,813	54,515	14,852	158,355	399,257
55	22,919	21,891	-	330	16,794	-	7,279	19,793	54,475	14,816	158,296	399,866
56	22,930	21,880	-	330	16,794	-	7,333	19,837	54,466	14,772	158,341	399,879
57	22,935	21,874	-	330	16,794	-	7,358	19,738	54,522	14,753	158,303	399,264
58	23,078	21,731	-	330	16,794	-	7,303	19,841	54,490	14,727	158,295	399,603
59	22,846	21,963	-	330	16,794	-	7,364	19,811	54,491	14,716	158,316	399,591
60	23,009	21,800	-	330	16,794	-	7,280	19,822	54,440	14,822	158,297	399,596
61	22,908	21,902	-	330	16,794	-	7,334	19,796	54,459	14,775	158,299	399,544
62	23,018	21,791	-	330	16,794	-	7,281	19,816	54,456	14,852	158,340	400,059
63	22,876	21,934	-	330	16,794	-	7,285	19,836	54,426	14,810	158,290	399,595
64	23,003	21,806	-	330	16,794	-	7,305	19,798	54,469	14,818	158,323	399,815
65	22,991	21,818	-	330	16,794	-	7,327	19,808	54,523	14,756	158,348	399,610
66	22,946	21,864	-	330	16,794	-	7,343	19,845	54,451	14,729	158,302	400,070
67	22,999	21,810	-	330	16,794	-	7,278	19,838	54,395	14,871	158,316	399,836
68	22,928	21,881	-	330	16,794	-	7,328	19,840	54,509	14,687	158,298	399,426
69	22,929	21,881	-	330	16,794	-	7,291	19,832	54,479	14,780	158,315	399,000
70	22,842	21,968	-	330	16,794	-	7,302	19,877	54,456	14,742	158,311	399,896
71	22,943	21,867	-	330	16,794	-	7,365	19,807	54,427	14,812	158,344	399,710
72	22,950	21,860	-	330	16,794	-	7,274	19,803	54,469	14,861	158,340	399,320
73	23,073	21,737	-	330	16,794	-	7,262	19,889	54,442	14,819	158,347	399,234
74	22,808	22,002	-	330	16,794	-	7,231	19,898	54,509	14,726	158,298	400,130
75	22,898	21,912	-	330	16,794	-	7,324	19,860	54,484	14,741	158,342	399,400
76	22,958	21,852	-	330	16,794	-	7,265	19,863	54,489	14,747	158,298	399,895
77	22,891	21,919	-	330	16,794	-	7,217	19,859	54,504	14,759	158,273	399,951
78	22,804	22,006	-	330	16,794	-	7,374	19,793	54,460	14,765	158,325	399,284
79	22,897	21,912	-	330	16,794	-	7,340	19,850	54,472	14,710	158,306	399,734
80	23,007	21,803	-	330	16,794	-	7,256	19,860	54,494	14,730	158,273	399,820
81	23,041	21,768	-	330	16,794	-	7,306	19,856	54,442	14,759	158,296	399,935
82	22,952	21,858	-	330	16,794	-	7,291	19,799	54,444	14,869	158,337	399,968
83	22,984	21,826	-	330	16,794	-	7,327	19,784	54,492	14,786	158,323	399,323
84	22,853	21,957	-	330	16,794	-	7,335	19,887	54,433	14,726	158,314	399,606
85	22,858	21,952	-	330	16,794	-	7,342	19,811	54,442	14,804	158,333	399,921
86	22,944	21,866	-	330	16,794	-	7,291	19,794	54,433	14,893	158,345	399,481
87	22,974	21,835	-	330	16,794	-	7,343	19,813	54,494	14,724	158,308	399,847
88	23,155	21,655	-	330	16,794	-	7,275	19,859	54,391	14,859	158,317	399,173
89	23,037	21,773	-	330	16,794	-	7,322	19,810	54,424	14,821	158,311	399,528
90	22,991	21,818	-	330	16,794	-	7,288	19,863	54,467	14,781	158,332	399,742
91	22,922	21,888	-	330	16,794	-	7,213	19,816	54,545	14,799	158,306	399,665
92	23,054	21,756	-	330	16,794	-	7,303	19,801	54,436	14,845	158,318	399,624
93	22,986	21,824	-	330	16,794	-	7,341	19,793	54,492	14,781	158,341	399,750

<b>94</b>	23,116	21,693	-	330	16,794	-	7,280	19,836	54,435	14,834	158,318	399,398
<b>95</b>	22,854	21,956	-	330	16,794	-	7,317	19,924	54,402	14,769	158,346	399,457
<b>96</b>	22,963	21,847	-	330	16,794	-	7,290	19,869	54,404	14,811	158,308	399,408
<b>97</b>	23,000	21,809	-	330	16,794	-	7,320	19,855	54,456	14,729	158,293	399,724
<b>98</b>	23,033	21,777	-	330	16,794	-	7,367	19,854	54,412	14,733	158,300	399,898
<b>99</b>	22,984	21,825	-	330	16,794	-	7,339	19,841	54,422	14,773	158,309	399,329
<b>100</b>	22,877	21,933	-	330	16,794	-	7,273	19,790	54,532	14,803	158,333	399,751

<b>MIN</b>	22,767	21,655	-	330	16,794	-	7,208	19,733	54,391	14,683	158,273	398,978
<b>MED</b>	22,943	21,867	-	330	16,794	-	7,304	19,832	54,474	14,775	158,319	399,642
<b>MAX</b>	23,155	22,042	-	330	16,794	-	7,377	19,960	54,565	14,893	158,358	400,568
<b>DESV</b>	85	85	-	0	0	-	40	43	39	49	22	316
<b>VAR</b>	7,145	7,147	-	0	0	-	1,581	1,830	1,490	2,398	502	99,796

## Escenario 1 año 2014

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	15,426	29,066	-	-	18,767	816	-	12,738	30,305	14,876	121,995	296,198
2	15,415	29,079	-	-	18,767	842	-	12,738	30,299	14,845	121,986	296,329
3	15,517	28,977	-	-	18,767	824	-	12,738	30,299	14,881	122,003	296,369
4	15,486	29,008	-	-	18,767	814	-	12,738	30,375	14,786	121,975	296,237
5	15,511	28,983	-	-	18,767	829	-	12,738	30,285	14,862	121,976	296,384
6	15,330	29,165	-	-	18,767	831	-	12,738	30,280	14,877	121,987	296,551
7	15,522	28,972	-	-	18,767	823	-	12,738	30,319	14,857	121,998	295,871
8	15,473	29,021	-	-	18,767	821	-	12,738	30,339	14,821	121,980	296,309
9	15,434	29,059	-	-	18,767	828	-	12,738	30,250	14,896	121,973	296,284
10	15,506	28,987	-	-	18,767	818	-	12,738	30,305	14,860	121,982	296,326
11	15,427	29,067	-	-	18,767	811	-	12,738	30,309	14,865	121,984	296,165
12	15,508	28,986	-	-	18,767	844	-	12,738	30,278	14,871	121,991	296,211
13	15,408	29,086	-	-	18,767	837	-	12,738	30,286	14,853	121,975	296,255
14	15,482	29,012	-	-	18,767	797	-	12,738	30,281	14,908	121,985	296,286
15	15,365	29,129	-	-	18,767	830	-	12,738	30,353	14,846	122,028	296,380
16	15,469	29,021	4	-	18,767	809	-	12,738	30,346	14,847	122,002	296,449
17	15,616	28,878	-	-	18,767	832	-	12,738	30,244	14,922	121,998	296,184
18	15,501	28,993	-	-	18,767	827	-	12,738	30,279	14,858	121,963	296,336
19	15,416	29,077	-	-	18,767	814	-	12,738	30,331	14,839	121,982	296,401
20	15,421	29,073	-	-	18,767	831	-	12,738	30,251	14,890	121,972	296,396
21	15,566	28,928	-	-	18,767	820	-	12,738	30,397	14,801	122,017	296,151
22	15,497	28,996	-	-	18,767	815	-	12,738	30,311	14,866	121,990	296,244
23	15,553	28,916	25	-	18,768	836	-	12,738	30,307	14,860	122,003	296,189
24	15,412	29,081	-	-	18,767	860	-	12,738	30,298	14,829	121,986	296,494
25	15,453	29,041	-	-	18,767	848	-	12,738	30,236	14,892	121,975	296,174
26	15,480	29,014	-	-	18,767	836	-	12,738	30,275	14,907	122,017	296,288
27	15,541	28,952	-	-	18,767	825	-	12,738	30,386	14,827	122,036	295,972
28	15,542	28,952	-	-	18,767	831	-	12,738	30,391	14,806	122,028	296,130
29	15,520	28,972	-	-	18,767	832	-	12,738	30,339	14,837	122,005	296,253
30	15,411	29,079	-	-	18,767	810	-	12,738	30,273	14,932	122,010	296,418
31	15,542	28,952	-	-	18,767	815	-	12,738	30,355	14,816	121,986	296,132
32	15,458	29,036	-	-	18,767	821	-	12,738	30,332	14,825	121,977	296,067
33	15,534	28,960	-	-	18,767	829	-	12,738	30,371	14,819	122,018	296,014
34	15,497	28,997	-	-	18,767	814	-	12,738	30,406	14,822	122,042	296,156
35	15,502	28,991	-	-	18,767	799	-	12,738	30,425	14,781	122,003	296,334
36	15,493	29,001	-	-	18,767	817	-	12,738	30,426	14,824	122,066	296,260
37	15,444	29,050	-	-	18,767	846	-	12,738	30,240	14,916	122,001	296,348
38	15,477	29,017	-	-	18,767	830	-	12,738	30,397	14,801	122,028	296,176
39	15,394	29,100	-	-	18,767	842	-	12,738	30,315	14,827	121,983	296,290
40	15,499	28,995	-	-	18,767	795	-	12,738	30,342	14,878	122,014	296,320
41	15,579	28,915	-	-	18,767	819	-	12,738	30,273	14,899	121,990	296,269
42	15,485	29,009	-	-	18,767	826	-	12,738	30,355	14,818	121,998	296,048
43	15,548	28,947	-	-	18,767	835	-	12,738	30,256	14,893	121,984	296,179
44	15,424	29,070	-	-	18,767	835	-	12,738	30,303	14,818	121,955	296,388
45	15,551	28,943	-	-	18,767	836	-	12,738	30,323	14,843	122,001	296,096

46	15,490	29,004	-	-	18,767	810	-	12,738	30,380	14,813	122,002	296,121
47	15,501	28,993	-	-	18,767	831	-	12,738	30,308	14,839	121,977	295,873
48	15,484	29,010	-	-	18,767	853	-	12,738	30,319	14,850	122,022	296,335
49	15,680	28,809	-	-	18,767	826	-	12,738	30,296	14,875	121,991	295,928
50	15,462	29,032	-	-	18,767	821	-	12,738	30,358	14,829	122,008	296,357
51	15,524	28,970	-	-	18,767	849	-	12,738	30,346	14,764	121,959	296,223
52	15,480	29,013	-	-	18,767	834	-	12,738	30,341	14,829	122,004	296,326
53	15,500	28,994	-	-	18,767	819	-	12,738	30,228	14,943	121,989	296,110
54	15,545	28,949	-	-	18,767	828	-	12,738	30,362	14,806	121,995	296,181
55	15,469	29,023	-	-	18,767	821	-	12,738	30,351	14,835	122,005	296,294
56	15,530	28,962	-	-	18,767	824	-	12,738	30,346	14,830	121,998	296,128
57	15,611	28,880	-	-	18,767	857	-	12,738	30,271	14,853	121,978	295,808
58	15,492	29,002	-	-	18,767	825	-	12,738	30,296	14,875	121,995	296,264
59	15,437	29,057	-	-	18,767	855	-	12,738	30,342	14,804	122,001	296,580
60	15,433	29,061	-	-	18,767	831	-	12,738	30,267	14,843	121,939	296,373
61	15,560	28,934	-	-	18,767	844	-	12,738	30,276	14,894	122,012	296,175
62	15,508	28,986	-	-	18,767	802	-	12,738	30,347	14,862	122,011	296,195
63	15,388	29,106	-	-	18,767	823	-	12,738	30,276	14,891	121,989	296,461
64	15,528	28,966	-	-	18,767	808	-	12,738	30,329	14,873	122,010	296,076
65	15,564	28,930	1	-	18,767	809	-	12,738	30,396	14,823	122,026	296,051
66	15,564	28,929	-	-	18,767	822	-	12,738	30,299	14,889	122,009	296,352
67	15,407	29,087	-	-	18,767	827	-	12,738	30,218	14,943	121,987	296,408
68	15,503	28,991	-	-	18,767	837	-	12,738	30,289	14,849	121,974	296,351
69	15,418	29,077	-	-	18,767	842	-	12,738	30,219	14,897	121,957	296,291
70	15,485	29,009	-	-	18,767	841	-	12,738	30,326	14,850	122,017	296,220
71	15,504	28,990	-	-	18,767	813	-	12,738	30,298	14,881	121,992	296,273
72	15,455	29,038	-	-	18,767	793	-	12,738	30,288	14,901	121,981	296,303
73	15,516	28,978	-	-	18,767	822	-	12,738	30,314	14,835	121,970	296,092
74	15,529	28,965	-	-	18,767	809	-	12,738	30,291	14,895	121,994	296,469
75	15,490	29,004	-	-	18,767	816	-	12,738	30,339	14,838	121,994	296,318
76	15,604	28,890	-	-	18,767	833	-	12,738	30,337	14,847	122,016	296,180
77	15,610	28,884	-	-	18,767	850	-	12,738	30,325	14,828	122,003	296,006
78	15,561	28,933	-	-	18,767	846	-	12,738	30,242	14,908	121,996	296,105
79	15,498	28,996	-	-	18,767	827	-	12,738	30,369	14,816	122,011	296,154
80	15,447	29,047	-	-	18,767	806	-	12,738	30,331	14,864	122,000	296,405
81	15,446	29,048	-	-	18,767	822	-	12,738	30,341	14,848	122,009	296,255
82	15,496	28,998	-	-	18,767	802	-	12,738	30,338	14,874	122,013	296,207
83	15,471	29,023	-	-	18,767	788	-	12,738	30,312	14,875	121,974	296,299
84	15,567	28,927	-	-	18,767	817	-	12,738	30,353	14,863	122,033	296,086
85	15,573	28,921	-	-	18,767	833	-	12,738	30,370	14,797	121,999	296,129
86	15,461	29,033	-	-	18,767	813	-	12,738	30,339	14,803	121,954	296,499
87	15,450	29,043	-	-	18,767	780	-	12,738	30,367	14,866	122,011	296,475
88	15,577	28,916	-	-	18,767	822	-	12,738	30,341	14,831	121,992	296,077
89	15,529	28,965	-	-	18,767	846	-	12,738	30,411	14,722	121,979	295,891
90	15,496	28,998	-	-	18,767	833	-	12,738	30,322	14,858	122,012	296,405
91	15,536	28,958	-	-	18,767	857	-	12,738	30,199	14,944	121,998	296,249
92	15,581	28,912	-	-	18,767	842	-	12,738	30,265	14,909	122,016	295,809
93	15,584	28,910	-	-	18,767	788	-	12,738	30,255	14,945	121,988	295,940

<b>94</b>	15,516	28,977	-	-	18,767	840	-	12,738	30,345	14,806	121,989	296,202
<b>95</b>	15,508	28,983	-	-	18,766	836	-	12,738	30,172	14,968	121,971	296,167
<b>96</b>	15,447	29,047	-	-	18,767	822	-	12,738	30,413	14,776	122,011	296,562
<b>97</b>	15,520	28,974	-	-	18,767	821	-	12,738	30,325	14,888	122,034	296,342
<b>98</b>	15,516	28,978	-	-	18,767	846	-	12,738	30,320	14,818	121,984	296,245
<b>99</b>	15,512	28,981	-	-	18,767	795	-	12,738	30,321	14,883	121,997	296,191
<b>100</b>	15,515	28,979	-	-	18,767	830	-	12,738	30,330	14,845	122,004	296,147

<b>MIN</b>	15,330	28,809	-	-	18,766	780	-	12,738	30,172	14,722	121,939	295,808
<b>MED</b>	15,497	28,996	0	-	18,767	825	-	12,738	30,317	14,855	121,996	296,233
<b>MAX</b>	15,680	29,165	25	-	18,768	860	-	12,738	30,426	14,968	122,066	296,580
<b>DESV</b>	60	60	3	-	0	16	-	0	50	43	21	162
<b>VAR</b>	3,540	3,592	6	-	0	263	-	0	2,531	1,840	423	26,148

## Escenario 2 año 2011

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	37,138	6,350	1,219	13,116	13,169	52,892	27,166	19,502	18,019	9,736	198,307	464,251
2	37,150	6,322	1,234	13,116	13,169	52,897	27,166	19,502	18,019	9,731	198,306	464,200
3	37,492	6,140	1,073	13,116	13,169	52,874	27,166	19,502	18,019	9,754	198,306	463,026
4	37,410	6,137	1,158	13,116	13,169	52,853	27,166	19,502	18,019	9,775	198,306	463,609
5	37,141	6,374	1,190	13,116	13,169	52,836	27,166	19,502	18,019	9,792	198,306	463,950
6	37,327	6,182	1,196	13,116	13,169	52,913	27,166	19,502	18,019	9,715	198,306	464,090
7	37,318	6,235	1,151	13,116	13,169	52,869	27,166	19,502	18,019	9,759	198,306	463,807
8	37,484	6,019	1,202	13,116	13,169	52,833	27,166	19,502	18,019	9,794	198,306	463,262
9	37,073	6,501	1,132	13,116	13,169	52,935	27,166	19,502	18,019	9,693	198,307	464,341
10	37,450	6,082	1,174	13,116	13,169	52,935	27,166	19,502	18,019	9,693	198,306	463,485
11	37,280	6,326	1,099	13,116	13,169	52,851	27,166	19,502	18,019	9,776	198,306	463,746
12	37,160	6,370	1,176	13,116	13,169	52,902	27,166	19,502	18,019	9,725	198,307	463,819
13	36,965	6,537	1,204	13,116	13,169	52,911	27,166	19,502	18,019	9,717	198,307	464,309
14	37,235	6,338	1,132	13,116	13,169	52,865	27,166	19,502	18,019	9,763	198,306	463,952
15	36,945	6,560	1,200	13,116	13,169	52,833	27,166	19,502	18,019	9,795	198,306	464,701
16	36,987	6,536	1,183	13,116	13,169	52,892	27,166	19,502	18,020	9,736	198,306	464,579
17	37,097	6,437	1,171	13,116	13,169	52,862	27,166	19,502	18,019	9,766	198,305	464,296
18	37,315	6,178	1,212	13,116	13,169	52,910	27,166	19,502	18,019	9,718	198,306	464,073
19	37,428	6,171	1,106	13,116	13,169	52,913	27,166	19,502	18,019	9,715	198,306	463,786
20	37,369	6,195	1,141	13,116	13,169	52,879	27,166	19,502	18,019	9,749	198,306	463,744
21	37,101	6,329	1,275	13,116	13,169	52,801	27,166	19,502	18,019	9,827	198,306	464,033
22	37,238	6,400	1,066	13,116	13,169	52,953	27,166	19,502	18,019	9,675	198,306	464,585
23	36,960	6,602	1,143	13,116	13,169	52,903	27,166	19,502	18,019	9,724	198,307	464,662
24	37,094	6,413	1,200	13,116	13,169	52,864	27,166	19,502	18,019	9,763	198,307	464,084
25	37,358	6,275	1,072	13,116	13,169	52,942	27,166	19,502	18,019	9,686	198,306	463,664
26	37,114	6,438	1,154	13,116	13,169	52,910	27,166	19,502	18,019	9,717	198,307	464,084
27	37,185	6,333	1,187	13,116	13,169	52,926	27,166	19,502	18,019	9,702	198,306	464,012
28	37,142	6,422	1,142	13,116	13,169	52,898	27,166	19,502	18,019	9,729	198,307	463,993
29	37,147	6,395	1,164	13,116	13,169	52,942	27,166	19,502	18,019	9,685	198,307	464,147
30	36,838	6,661	1,207	13,116	13,169	52,857	27,166	19,502	18,019	9,770	198,306	464,614
31	37,458	6,063	1,184	13,116	13,169	52,922	27,166	19,502	18,019	9,705	198,306	463,537
32	37,127	6,368	1,210	13,116	13,169	52,866	27,166	19,502	18,019	9,761	198,306	464,105
33	37,041	6,440	1,225	13,116	13,169	52,937	27,166	19,502	18,020	9,690	198,306	464,353
34	37,226	6,302	1,177	13,116	13,169	52,880	27,166	19,502	18,019	9,748	198,306	463,877
35	37,371	6,207	1,127	13,116	13,169	52,898	27,166	19,502	18,019	9,730	198,306	463,418
36	37,350	6,192	1,164	13,116	13,169	52,873	27,166	19,502	18,019	9,755	198,306	463,510
37	37,134	6,370	1,201	13,116	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,713	198,306	464,262
38	37,369	6,258	1,079	13,116	13,169	52,889	27,166	19,502	18,019	9,738	198,306	463,495
39	37,372	6,196	1,137	13,116	13,169	52,881	27,166	19,502	18,019	9,747	198,306	463,497
40	37,016	6,501	1,188	13,116	13,169	52,837	27,166	19,502	18,019	9,790	198,306	464,411
41	36,933	6,529	1,244	13,116	13,169	52,969	27,166	19,502	18,019	9,658	198,306	464,640
42	37,092	6,465	1,148	13,117	13,169	52,807	27,166	19,502	18,019	9,821	198,307	464,094
43	37,444	6,065	1,195	13,116	13,169	52,880	27,166	19,502	18,019	9,748	198,306	463,340
44	36,782	6,857	1,066	13,116	13,169	52,859	27,166	19,502	18,019	9,769	198,306	464,991
45	36,935	6,666	1,104	13,116	13,169	52,920	27,166	19,502	18,019	9,708	198,306	464,605

46	37,116	6,382	1,208	13,116	13,169	52,909	27,166	19,502	18,019	9,719	198,306	463,983
47	37,202	6,247	1,256	13,116	13,169	52,842	27,166	19,502	18,019	9,785	198,306	463,919
48	37,162	6,385	1,158	13,116	13,169	52,900	27,166	19,502	18,019	9,728	198,306	464,004
49	37,215	6,271	1,217	13,116	13,169	52,877	27,166	19,502	18,019	9,750	198,303	463,914
50	37,208	6,326	1,171	13,116	13,169	52,932	27,166	19,502	18,019	9,696	198,306	464,081
51	37,184	6,443	1,079	13,116	13,169	52,924	27,166	19,502	18,019	9,703	198,306	463,980
52	37,133	6,398	1,174	13,116	13,169	52,948	27,166	19,502	18,020	9,680	198,307	464,052
53	37,084	6,484	1,137	13,116	13,169	52,879	27,166	19,502	18,019	9,749	198,306	464,267
54	37,029	6,465	1,211	13,116	13,169	52,883	27,166	19,502	18,019	9,744	198,306	464,113
55	36,968	6,567	1,170	13,116	13,169	52,813	27,166	19,502	18,019	9,814	198,306	464,335
56	37,454	6,150	1,101	13,116	13,169	52,881	27,166	19,502	18,019	9,746	198,306	463,595
57	37,407	5,995	1,304	13,116	13,169	52,837	27,166	19,502	18,019	9,790	198,307	463,415
58	36,781	6,722	1,203	13,116	13,169	52,875	27,166	19,502	18,019	9,753	198,307	464,354
59	37,404	6,156	1,145	13,116	13,169	52,854	27,166	19,502	18,019	9,774	198,306	463,585
60	37,427	6,070	1,208	13,116	13,169	52,781	27,166	19,502	18,019	9,847	198,306	463,235
61	37,407	6,159	1,139	13,116	13,169	52,923	27,166	19,502	18,019	9,704	198,306	463,570
62	36,914	6,567	1,224	13,116	13,169	52,915	27,166	19,502	18,019	9,713	198,306	464,908
63	37,189	6,281	1,235	13,116	13,169	52,956	27,166	19,502	18,019	9,672	198,306	464,165
64	37,096	6,466	1,142	13,116	13,169	52,849	27,166	19,502	18,019	9,779	198,306	463,947
65	37,198	6,339	1,168	13,116	13,169	52,843	27,166	19,502	18,019	9,785	198,306	463,658
66	37,302	6,096	1,308	13,116	13,169	52,916	27,166	19,502	18,019	9,711	198,306	463,840
67	37,037	6,513	1,155	13,116	13,169	52,851	27,166	19,502	18,019	9,776	198,306	464,413
68	37,567	5,998	1,140	13,116	13,169	52,899	27,166	19,502	18,019	9,729	198,306	463,137
69	37,416	6,192	1,097	13,116	13,169	52,882	27,166	19,502	18,019	9,746	198,306	463,371
70	37,284	6,258	1,164	13,116	13,169	52,878	27,166	19,502	18,019	9,750	198,306	463,833
71	37,408	6,243	1,054	13,116	13,169	52,925	27,166	19,502	18,019	9,703	198,306	463,770
72	36,840	6,570	1,295	13,116	13,169	52,982	27,166	19,502	18,019	9,645	198,306	464,664
73	37,283	6,218	1,204	13,116	13,169	52,885	27,166	19,502	18,019	9,742	198,306	463,644
74	37,201	6,225	1,279	13,116	13,169	52,930	27,166	19,502	18,019	9,697	198,306	464,179
75	37,397	6,207	1,102	13,116	13,169	52,899	27,166	19,502	18,019	9,729	198,306	463,478
76	37,387	6,115	1,203	13,116	13,169	52,862	27,166	19,502	18,019	9,766	198,306	463,821
77	37,121	6,526	1,058	13,116	13,169	52,950	27,166	19,502	18,019	9,678	198,306	464,336
78	37,261	6,294	1,151	13,116	13,169	52,855	27,166	19,502	18,019	9,773	198,306	463,442
79	37,242	6,324	1,138	13,116	13,169	52,917	27,166	19,502	18,019	9,710	198,306	463,569
80	37,277	6,264	1,165	13,116	13,169	52,865	27,166	19,502	18,020	9,762	198,307	463,520
81	37,195	6,374	1,136	13,116	13,169	52,906	27,166	19,502	18,019	9,721	198,306	464,166
82	37,009	6,542	1,154	13,116	13,169	52,949	27,166	19,502	18,019	9,679	198,307	464,801
83	37,231	6,318	1,156	13,116	13,169	52,931	27,166	19,502	18,019	9,697	198,306	464,065
84	37,153	6,354	1,199	13,116	13,169	52,884	27,166	19,502	18,019	9,743	198,306	463,863
85	37,255	6,239	1,211	13,116	13,169	52,929	27,166	19,502	18,019	9,699	198,306	464,172
86	37,421	6,026	1,259	13,116	13,169	52,808	27,166	19,502	18,019	9,819	198,306	463,567
87	37,075	6,499	1,132	13,116	13,169	52,887	27,166	19,502	18,019	9,741	198,306	464,283
88	37,110	6,348	1,248	13,116	13,169	52,867	27,166	19,502	18,019	9,760	198,306	464,282
89	37,145	6,363	1,197	13,116	13,169	52,925	27,166	19,502	18,019	9,702	198,306	464,348
90	37,295	6,212	1,198	13,116	13,169	52,902	27,166	19,502	18,019	9,726	198,306	463,513
91	37,332	6,211	1,162	13,116	13,169	52,869	27,166	19,502	18,019	9,759	198,306	463,710
92	37,181	6,288	1,236	13,116	13,169	52,944	27,166	19,502	18,019	9,684	198,307	464,234
93	36,978	6,458	1,268	13,116	13,169	52,918	27,166	19,502	18,019	9,710	198,306	464,636



<b>94</b>	37,278	6,192	1,236	13,116	13,169	52,843	27,166	19,502	18,019	9,784	198,307	463,809
<b>95</b>	37,410	6,217	1,078	13,116	13,169	52,879	27,166	19,502	18,019	9,748	198,306	463,421
<b>96</b>	37,233	6,304	1,168	13,116	13,169	52,929	27,166	19,502	18,019	9,699	198,306	464,331
<b>97</b>	37,115	6,429	1,161	13,116	13,169	52,846	27,166	19,502	18,019	9,782	198,306	463,996
<b>98</b>	37,373	6,233	1,100	13,116	13,169	52,861	27,166	19,502	18,019	9,766	198,306	463,532
<b>99</b>	37,265	6,270	1,170	13,116	13,169	52,944	27,166	19,502	18,019	9,683	198,306	464,191
<b>100</b>	37,358	6,156	1,192	13,116	13,169	52,950	27,166	19,502	18,019	9,678	198,306	463,704

<b>MIN</b>	36,781	5,995	1,054	13,116	13,169	52,781	27,166	19,502	18,019	9,645	198,303	463,026
<b>MED</b>	37,206	6,327	1,172	13,116	13,169	52,891	27,166	19,502	18,019	9,737	198,306	463,978
<b>MAX</b>	37,567	6,857	1,308	13,117	13,169	52,982	27,166	19,502	18,020	9,847	198,307	464,991
<b>DESV</b>	172	168	56	0	0	40	0	0	0	40	0	418
<b>VAR</b>	29,472	28,149	3,103	0	0	1,613	0	0	0	1,613	0	174,468

## Escenario 2 año 2012

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	19,659	21,413	3,798	4,856	17,262	50,096	25,923	13,361	23,084	14,692	194,144	503,416
2	19,730	21,379	3,760	4,856	17,262	50,080	25,944	13,368	23,066	14,697	194,144	503,387
3	19,790	21,220	3,859	4,856	17,262	50,066	25,943	13,409	23,026	14,714	194,146	503,152
4	19,585	21,440	3,845	4,856	17,262	50,185	25,940	13,332	23,047	14,652	194,144	503,638
5	19,691	21,474	3,704	4,856	17,262	50,058	25,916	13,433	23,040	14,708	194,143	503,520
6	19,692	21,379	3,798	4,856	17,262	50,060	25,955	13,331	23,094	14,718	194,146	503,636
7	19,655	21,410	3,804	4,856	17,262	50,117	25,951	13,316	23,066	14,708	194,144	503,553
8	19,639	21,322	3,908	4,856	17,262	50,058	25,928	13,323	23,113	14,734	194,144	503,520
9	19,608	21,418	3,844	4,856	17,262	50,051	25,961	13,368	23,060	14,715	194,145	503,374
10	19,560	21,345	3,964	4,856	17,262	50,080	25,977	13,279	23,086	14,736	194,145	503,999
11	19,639	21,515	3,715	4,856	17,262	50,063	25,982	13,304	23,080	14,728	194,145	503,259
12	19,787	21,134	3,949	4,856	17,262	50,141	25,962	13,302	23,084	14,666	194,144	503,799
13	19,706	21,250	3,910	4,856	17,262	50,141	25,921	13,444	22,977	14,674	194,142	503,747
14	19,652	21,687	3,530	4,856	17,262	50,100	25,951	13,330	23,041	14,734	194,144	503,536
15	19,664	21,162	4,037	4,856	17,262	50,071	25,944	13,339	23,080	14,723	194,139	503,635
16	19,658	21,130	4,082	4,856	17,262	50,093	25,946	13,337	23,090	14,692	194,146	503,818
17	19,613	21,319	3,937	4,856	17,262	50,037	25,952	13,364	23,038	14,765	194,145	503,299
18	19,774	21,292	3,802	4,856	17,262	50,144	25,930	13,303	23,129	14,650	194,143	503,587
19	19,727	21,419	3,723	4,856	17,262	50,108	25,982	13,309	23,060	14,697	194,145	502,896
20	19,626	21,586	3,657	4,856	17,262	50,037	25,956	13,308	23,097	14,759	194,145	503,792
21	19,812	21,260	3,797	4,856	17,262	50,064	25,946	13,368	23,006	14,772	194,144	503,378
22	19,549	21,662	3,658	4,856	17,262	50,099	25,949	13,331	23,113	14,664	194,145	503,548
23	19,766	21,082	4,020	4,856	17,262	50,147	25,966	13,310	23,119	14,613	194,142	503,608
24	19,616	21,450	3,804	4,856	17,262	50,118	25,949	13,354	23,041	14,695	194,146	503,260
25	19,816	21,367	3,687	4,856	17,262	50,125	25,934	13,335	23,071	14,692	194,144	503,255
26	19,811	21,463	3,595	4,856	17,262	50,133	25,915	13,356	23,094	14,657	194,143	502,717
27	19,661	21,403	3,805	4,856	17,262	50,059	25,958	13,329	23,094	14,717	194,145	503,195
28	19,671	21,434	3,765	4,856	17,263	50,146	25,938	13,387	23,058	14,627	194,145	503,863
29	19,570	21,163	4,136	4,856	17,262	50,062	25,968	13,371	23,064	14,692	194,145	504,176
30	19,572	21,593	3,705	4,856	17,262	50,057	25,940	13,350	23,094	14,715	194,144	503,616
31	19,786	21,294	3,790	4,856	17,262	50,055	25,947	13,369	23,037	14,748	194,145	502,916
32	19,671	21,499	3,698	4,856	17,262	50,137	25,952	13,299	23,080	14,688	194,144	503,339
33	19,800	21,618	3,452	4,856	17,262	50,054	25,946	13,363	23,009	14,784	194,145	502,505
34	19,749	21,310	3,810	4,856	17,262	50,141	25,923	13,360	23,124	14,607	194,143	503,203
35	19,672	21,486	3,711	4,856	17,262	50,108	25,966	13,272	23,100	14,711	194,145	503,404
36	19,756	21,434	3,680	4,856	17,262	50,064	25,954	13,359	23,075	14,702	194,143	503,154
37	19,625	21,478	3,767	4,856	17,262	50,037	25,956	13,334	23,093	14,735	194,143	503,434
38	19,738	21,380	3,751	4,856	17,262	50,230	25,910	13,392	23,105	14,521	194,144	503,206
39	19,632	21,173	4,064	4,856	17,262	50,117	25,983	13,261	23,075	14,720	194,144	503,756
40	19,741	21,469	3,660	4,856	17,262	50,136	25,921	13,400	23,065	14,635	194,145	503,537
41	19,846	21,398	3,625	4,856	17,262	50,070	25,974	13,323	23,082	14,706	194,144	503,036
42	19,753	21,321	3,796	4,856	17,262	50,119	25,926	13,342	23,092	14,677	194,145	503,346
43	19,607	21,654	3,608	4,856	17,262	50,061	25,952	13,372	23,060	14,712	194,145	503,632
44	19,627	21,503	3,740	4,856	17,262	50,077	25,929	13,374	23,016	14,759	194,143	503,234
45	19,665	21,433	3,771	4,856	17,262	50,128	25,946	13,351	23,075	14,656	194,144	503,485

46	19,655	21,564	3,651	4,856	17,262	50,083	25,960	13,368	23,043	14,703	194,145	503,445
47	19,695	21,351	3,823	4,856	17,262	50,162	25,931	13,358	23,062	14,641	194,142	503,860
48	19,631	21,311	3,928	4,856	17,262	50,158	25,944	13,372	23,048	14,635	194,145	503,883
49	19,696	21,224	3,949	4,856	17,262	50,048	25,925	13,353	23,085	14,744	194,144	503,646
50	19,701	21,260	3,908	4,856	17,262	50,074	25,979	13,342	23,041	14,722	194,145	503,912
51	19,776	21,354	3,739	4,856	17,262	50,129	25,953	13,321	23,079	14,675	194,145	502,705
52	19,624	21,490	3,755	4,856	17,262	50,092	25,944	13,337	23,045	14,738	194,144	503,280
53	19,783	21,344	3,742	4,856	17,262	50,073	25,978	13,317	23,054	14,735	194,145	503,203
54	19,695	21,308	3,867	4,856	17,262	50,082	25,971	13,372	23,061	14,671	194,145	503,327
55	19,654	21,513	3,702	4,856	17,262	50,181	25,960	13,371	23,034	14,609	194,144	503,378
56	19,888	21,279	3,703	4,856	17,262	50,137	25,941	13,323	23,101	14,655	194,145	502,569
57	19,683	21,451	3,735	4,856	17,262	50,040	25,999	13,245	23,152	14,720	194,143	503,902
58	19,696	21,602	3,571	4,856	17,262	50,092	25,928	13,368	23,091	14,676	194,143	503,425
59	19,581	21,518	3,770	4,856	17,262	49,999	25,958	13,313	23,058	14,828	194,145	503,601
60	19,880	21,201	3,788	4,856	17,262	50,163	25,955	13,343	23,077	14,618	194,143	503,287
61	19,521	21,588	3,760	4,856	17,262	50,118	25,943	13,370	23,034	14,692	194,145	503,777
62	19,750	21,210	3,910	4,856	17,262	50,150	25,933	13,343	23,032	14,696	194,142	503,343
63	19,727	21,599	3,543	4,856	17,262	50,127	25,959	13,325	23,090	14,655	194,143	503,218
64	19,559	21,396	3,913	4,856	17,262	50,076	25,926	13,415	23,032	14,706	194,141	503,741
65	19,728	21,196	3,944	4,856	17,262	50,119	25,973	13,294	23,081	14,687	194,143	503,392
66	19,494	21,494	3,882	4,856	17,262	50,086	25,936	13,410	23,025	14,698	194,144	504,413
67	19,648	21,364	3,857	4,856	17,262	50,020	25,935	13,317	23,110	14,775	194,145	503,559
68	19,727	21,386	3,756	4,856	17,262	50,065	25,955	13,319	23,088	14,730	194,144	503,358
69	19,506	21,556	3,806	4,856	17,262	50,148	25,967	13,353	23,046	14,638	194,139	503,450
70	19,709	21,321	3,840	4,856	17,262	50,139	25,943	13,334	23,110	14,629	194,144	503,411
71	19,851	21,278	3,740	4,856	17,262	50,108	25,955	13,366	22,978	14,750	194,144	502,067
72	19,898	21,310	3,661	4,856	17,262	50,107	25,952	13,320	23,117	14,659	194,143	502,546
73	19,668	21,415	3,787	4,856	17,262	50,106	25,915	13,431	23,035	14,670	194,145	503,614
74	19,793	21,215	3,862	4,856	17,262	50,036	25,957	13,373	23,090	14,698	194,142	502,906
75	19,720	21,209	3,941	4,856	17,262	50,020	25,953	13,327	23,066	14,790	194,145	503,320
76	19,642	21,418	3,810	4,856	17,262	50,005	25,943	13,333	23,085	14,791	194,145	503,365
77	19,657	21,502	3,711	4,856	17,262	50,070	25,967	13,333	23,017	14,770	194,145	502,892
78	19,852	21,319	3,698	4,856	17,262	50,107	25,966	13,379	23,048	14,656	194,144	502,847
79	19,701	21,617	3,551	4,856	17,262	50,119	25,932	13,314	23,172	14,618	194,144	503,218
80	19,686	21,361	3,823	4,856	17,262	50,177	25,947	13,281	23,109	14,643	194,144	503,375
81	19,698	21,469	3,703	4,856	17,262	50,008	25,915	13,374	23,094	14,765	194,143	503,263
82	19,760	21,154	3,955	4,856	17,262	50,128	25,961	13,357	23,044	14,666	194,144	504,133
83	19,693	21,373	3,803	4,856	17,262	50,048	25,959	13,284	23,108	14,757	194,144	503,334
84	19,707	21,287	3,876	4,856	17,262	50,111	25,937	13,370	23,065	14,673	194,144	503,545
85	19,531	21,654	3,684	4,856	17,262	50,082	25,955	13,330	23,063	14,724	194,143	503,824
86	19,833	21,320	3,717	4,856	17,262	50,054	25,944	13,319	23,065	14,776	194,146	503,263
87	19,711	21,554	3,604	4,856	17,262	50,165	25,954	13,309	23,057	14,671	194,145	503,440
88	19,660	21,182	4,028	4,856	17,262	50,063	25,973	13,264	23,166	14,690	194,145	503,577
89	19,573	21,451	3,845	4,856	17,262	50,078	25,957	13,338	23,117	14,666	194,144	503,604
90	19,817	21,470	3,582	4,856	17,262	49,987	25,920	13,385	23,099	14,767	194,144	503,174
91	19,723	21,372	3,774	4,856	17,262	50,048	25,955	13,345	23,074	14,735	194,144	503,758
92	19,686	21,532	3,652	4,856	17,262	50,104	25,903	13,352	23,052	14,747	194,145	503,253
93	19,706	21,329	3,833	4,856	17,262	50,092	25,968	13,340	23,030	14,727	194,145	503,590

<b>94</b>	19,774	21,455	3,640	4,856	17,262	50,153	25,972	13,330	23,039	14,664	194,145	503,058
<b>95</b>	19,836	21,247	3,786	4,856	17,262	50,049	25,959	13,321	23,118	14,709	194,144	503,295
<b>96</b>	19,662	21,369	3,838	4,856	17,262	50,061	25,944	13,356	23,108	14,688	194,144	503,673
<b>97</b>	19,787	21,326	3,756	4,856	17,262	50,086	25,924	13,360	23,085	14,700	194,144	502,991
<b>98</b>	19,538	21,354	3,978	4,856	17,262	50,136	25,955	13,367	23,034	14,665	194,144	504,100
<b>99</b>	19,675	21,310	3,884	4,856	17,262	50,151	25,955	13,311	23,117	14,622	194,143	503,383
<b>100</b>	19,658	21,567	3,644	4,856	17,262	50,130	25,960	13,310	23,103	14,653	194,146	503,809

<b>MIN</b>	19,494	21,082	3,452	4,856	17,262	49,987	25,903	13,245	22,977	14,521	194,139	502,067
<b>MED</b>	19,695	21,389	3,785	4,856	17,262	50,095	25,949	13,343	23,072	14,698	194,144	503,417
<b>MAX</b>	19,898	21,687	4,136	4,856	17,263	50,230	25,999	13,444	23,172	14,828	194,146	504,413
<b>DESV</b>	88	136	128	0	0	46	18	37	36	50	1	373
<b>VAR</b>	7,778	18,618	16,461	0	0	2,093	339	1,334	1,262	2,487	1	139,039

## Escenario 2 año 2013

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	25,510	16,068	3,231	330	16,794	-	7,297	19,924	54,449	14,835	158,440	393,992
2	25,750	15,941	3,118	330	16,794	-	7,295	19,853	54,518	14,840	158,440	393,487
3	25,690	15,852	3,267	330	16,794	-	7,266	19,959	54,500	14,782	158,440	393,720
4	25,545	16,122	3,143	330	16,794	-	7,293	19,888	54,556	14,768	158,440	393,996
5	25,725	15,984	3,101	330	16,794	-	7,341	19,840	54,481	14,845	158,440	393,494
6	25,781	15,879	3,149	330	16,794	-	7,349	19,905	54,510	14,742	158,440	393,777
7	25,607	15,882	3,321	330	16,794	-	7,330	19,918	54,551	14,707	158,440	394,046
8	25,683	16,159	2,967	330	16,794	-	7,283	19,884	54,461	14,878	158,440	393,555
9	25,345	16,230	3,235	330	16,794	-	7,337	19,890	54,499	14,780	158,440	394,576
10	25,791	15,829	3,189	330	16,794	-	7,359	19,849	54,509	14,789	158,439	393,605
11	25,853	15,515	3,442	330	16,794	-	7,392	19,791	54,530	14,793	158,440	393,460
12	25,548	15,828	3,434	330	16,794	-	7,279	19,865	54,484	14,878	158,440	394,108
13	25,682	16,036	3,092	330	16,794	-	7,365	19,866	54,486	14,789	158,440	393,615
14	25,496	16,266	3,047	330	16,794	-	7,263	19,836	54,469	14,938	158,440	394,128
15	25,661	15,850	3,299	330	16,794	-	7,292	19,869	54,514	14,831	158,440	394,092
16	25,548	15,794	3,468	330	16,794	-	7,324	19,856	54,497	14,829	158,440	394,203
17	25,724	15,942	3,144	330	16,794	-	7,298	19,866	54,510	14,832	158,440	393,659
18	25,722	15,689	3,399	330	16,794	-	7,346	19,872	54,444	14,845	158,440	393,881
19	25,614	15,986	3,209	330	16,794	-	7,312	19,820	54,529	14,845	158,440	394,173
20	25,792	15,785	3,232	330	16,794	-	7,340	19,786	54,514	14,866	158,440	393,746
21	25,779	15,647	3,383	330	16,794	-	7,320	19,912	54,485	14,790	158,440	393,611
22	25,689	16,041	3,079	330	16,794	-	7,378	19,816	54,497	14,815	158,439	393,453
23	25,854	16,100	2,855	330	16,794	-	7,298	19,915	54,560	14,733	158,440	393,187
24	25,758	15,888	3,163	330	16,794	-	7,393	19,864	54,530	14,719	158,440	393,860
25	25,631	16,027	3,151	330	16,794	-	7,323	19,842	54,552	14,789	158,440	393,887
26	25,631	16,089	3,089	330	16,794	-	7,321	19,850	54,547	14,788	158,440	393,708
27	25,559	15,913	3,338	330	16,794	-	7,293	19,859	54,551	14,803	158,440	394,168
28	25,665	15,901	3,244	330	16,794	-	7,289	19,881	54,491	14,845	158,440	393,988
29	25,631	15,594	3,585	330	16,794	-	7,279	19,862	54,475	14,891	158,439	394,308
30	25,448	16,113	3,249	330	16,794	-	7,285	19,858	54,522	14,842	158,440	394,167
31	25,663	15,999	3,148	330	16,794	-	7,278	19,884	54,521	14,824	158,440	394,026
32	25,502	16,179	3,128	330	16,794	-	7,335	19,817	54,446	14,908	158,440	394,108
33	25,534	16,114	3,162	330	16,794	-	7,360	19,869	54,444	14,834	158,440	394,526
34	25,710	15,866	3,233	330	16,794	-	7,344	19,791	54,523	14,848	158,440	393,939
35	25,448	16,133	3,229	330	16,794	-	7,321	19,826	54,414	14,945	158,440	394,480
36	25,567	15,922	3,320	330	16,794	-	7,341	19,847	54,439	14,879	158,440	394,092
37	25,570	16,021	3,219	330	16,794	-	7,242	19,831	54,564	14,869	158,440	393,914
38	25,661	15,884	3,264	330	16,794	-	7,305	19,848	54,488	14,866	158,440	393,687
39	25,417	15,910	3,482	330	16,794	-	7,345	19,804	54,448	14,909	158,440	394,920
40	25,548	16,005	3,257	330	16,794	-	7,303	19,844	54,516	14,843	158,440	394,028
41	25,378	16,062	3,370	330	16,794	-	7,384	19,851	54,399	14,873	158,439	394,431
42	25,564	15,845	3,400	330	16,794	-	7,353	19,825	54,516	14,812	158,440	394,024
43	25,705	15,913	3,191	330	16,794	-	7,372	19,849	54,507	14,779	158,440	394,131
44	25,578	16,087	3,144	330	16,794	-	7,352	19,807	54,483	14,864	158,440	393,825

45	25,593	16,162	3,055	330	16,794	-	7,334	19,906	54,430	14,836	158,440	393,850
46	25,460	15,859	3,491	330	16,794	-	7,376	19,824	54,467	14,839	158,440	394,749
47	25,598	15,915	3,296	330	16,794	-	7,310	19,889	54,528	14,779	158,440	394,313
48	25,537	16,087	3,185	330	16,794	-	7,355	19,831	54,404	14,916	158,440	394,177
49	25,617	15,935	3,257	330	16,794	-	7,331	19,840	54,564	14,772	158,440	393,992
50	25,564	16,044	3,202	330	16,794	-	7,344	19,944	54,468	14,750	158,440	394,147
51	25,698	15,893	3,219	330	16,794	-	7,338	19,809	54,530	14,829	158,439	394,104
52	25,490	16,110	3,210	330	16,794	-	7,298	19,876	54,493	14,838	158,440	394,184
53	25,745	15,899	3,166	330	16,794	-	7,281	19,879	54,492	14,853	158,440	393,683
54	25,725	15,823	3,262	330	16,794	-	7,270	19,874	54,556	14,806	158,439	393,433
55	25,480	16,041	3,289	330	16,794	-	7,342	19,831	54,500	14,833	158,440	394,437
56	25,664	15,929	3,217	330	16,794	-	7,229	19,888	54,494	14,895	158,440	393,468
57	25,709	15,777	3,323	330	16,794	-	7,274	19,899	54,487	14,846	158,440	393,735
58	25,729	15,878	3,202	330	16,794	-	7,360	19,781	54,482	14,882	158,439	393,600
59	25,857	15,741	3,211	330	16,794	-	7,287	19,918	54,508	14,793	158,440	393,384
60	25,567	16,004	3,239	330	16,794	-	7,427	19,791	54,524	14,764	158,440	394,234
61	25,597	16,176	3,036	330	16,794	-	7,290	19,894	54,422	14,900	158,440	393,784
62	25,878	15,730	3,202	330	16,794	-	7,317	19,786	54,592	14,811	158,440	392,953
63	25,737	15,999	3,074	330	16,794	-	7,276	19,959	54,490	14,781	158,440	393,468
64	25,612	15,972	3,225	330	16,794	-	7,297	19,854	54,498	14,857	158,440	393,838
65	25,505	16,046	3,258	330	16,794	-	7,288	19,877	54,551	14,790	158,440	394,215
66	25,541	16,132	3,136	330	16,794	-	7,266	19,914	54,563	14,763	158,440	393,914
67	25,559	16,058	3,192	330	16,794	-	7,348	19,826	54,415	14,917	158,440	393,859
68	25,688	16,019	3,103	330	16,794	-	7,250	19,912	54,567	14,777	158,440	393,565
69	25,818	15,965	3,027	330	16,794	-	7,346	19,924	54,505	14,731	158,440	393,623
70	25,749	15,784	3,277	330	16,794	-	7,299	19,915	54,470	14,822	158,440	393,476
71	25,552	15,794	3,463	330	16,794	-	7,351	19,814	54,512	14,828	158,440	394,283
72	25,591	15,702	3,516	330	16,794	-	7,292	19,943	54,512	14,759	158,439	394,234
73	25,776	15,886	3,148	330	16,794	-	7,349	19,820	54,504	14,834	158,440	393,409
74	25,640	15,900	3,270	330	16,794	-	7,214	19,924	54,524	14,844	158,440	393,722
75	25,630	16,030	3,150	330	16,794	-	7,338	19,854	54,534	14,780	158,440	393,897
76	25,576	16,020	3,213	330	16,794	-	7,347	19,785	54,493	14,882	158,440	394,025
77	25,576	15,848	3,385	330	16,794	-	7,297	19,846	54,496	14,867	158,440	394,278
78	25,831	15,697	3,281	330	16,794	-	7,267	19,894	54,525	14,820	158,439	393,375
79	25,745	15,897	3,167	330	16,794	-	7,286	19,815	54,493	14,913	158,439	393,773
80	25,485	15,933	3,392	330	16,794	-	7,309	19,855	54,554	14,788	158,440	394,418
81	25,754	15,759	3,297	330	16,794	-	7,288	19,920	54,550	14,749	158,440	393,354
82	25,615	15,950	3,244	330	16,794	-	7,252	19,862	54,484	14,908	158,440	393,904
83	25,515	15,990	3,304	330	16,794	-	7,240	19,846	54,517	14,903	158,440	393,814
84	25,555	16,178	3,077	330	16,794	-	7,304	19,812	54,500	14,890	158,440	394,003
85	25,562	16,017	3,231	330	16,794	-	7,272	19,831	54,524	14,880	158,440	394,113
86	25,601	15,954	3,255	330	16,794	-	7,347	19,824	54,518	14,816	158,440	394,120
87	25,629	15,861	3,320	330	16,794	-	7,227	19,852	54,552	14,875	158,440	393,952
88	25,565	16,000	3,245	330	16,794	-	7,307	19,896	54,491	14,812	158,440	393,815
89	25,675	16,051	3,084	330	16,794	-	7,318	19,864	54,527	14,797	158,440	393,762
90	25,411	16,288	3,111	330	16,794	-	7,355	19,796	54,459	14,896	158,440	394,531
91	25,801	15,756	3,253	330	16,794	-	7,302	19,888	54,503	14,814	158,440	393,612
92	25,516	15,839	3,455	330	16,794	-	7,285	19,855	54,533	14,834	158,440	394,401

<b>93</b>	25,790	15,893	3,127	330	16,794	-	7,340	19,889	54,503	14,774	158,440	393,285
<b>94</b>	25,667	15,881	3,261	330	16,794	-	7,299	19,867	54,512	14,828	158,440	393,973
<b>95</b>	25,524	15,859	3,427	330	16,794	-	7,257	19,883	54,498	14,868	158,440	394,268
<b>96</b>	25,625	15,906	3,278	330	16,794	-	7,358	19,769	54,514	14,866	158,439	393,787
<b>97</b>	25,559	16,000	3,251	330	16,794	-	7,400	19,805	54,500	14,800	158,440	394,175
<b>98</b>	25,504	16,197	3,108	330	16,794	-	7,294	19,836	54,533	14,844	158,439	394,205
<b>99</b>	25,636	16,022	3,152	330	16,794	-	7,417	19,735	54,521	14,833	158,440	394,114
<b>100</b>	25,627	16,052	3,131	330	16,794	-	7,270	19,872	54,458	14,906	158,440	393,893

<b>MIN</b>	25,345	15,515	2,855	330	16,794	-	7,214	19,735	54,399	14,707	158,439	392,953
<b>MED</b>	25,628	15,950	3,231	330	16,794	-	7,315	19,858	54,503	14,831	158,440	393,925
<b>MAX</b>	25,878	16,288	3,585	330	16,794	-	7,427	19,959	54,592	14,945	158,440	394,920
<b>DESV</b>	114	146	125	0	0	-	42	44	38	51	0	352
<b>VAR</b>	13,052	21,218	15,645	0	0	-	1,785	1,936	1,479	2,608	0	123,721

## Escenario 2 año 2014

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	17,333	23,196	3,965	-	18,767	847	-	12,738	30,297	14,912	122,055	296,263
2	17,326	23,364	3,804	-	18,767	835	-	12,738	30,368	14,820	122,022	296,056
3	17,351	23,247	3,895	-	18,767	801	-	12,738	30,341	14,888	122,028	295,862
4	17,230	23,299	3,964	-	18,767	839	-	12,738	30,439	14,780	122,056	296,296
5	17,186	23,269	4,038	-	18,767	801	-	12,738	30,408	14,823	122,031	296,513
6	17,264	23,403	3,825	-	18,767	821	-	12,738	30,337	14,846	122,001	296,126
7	17,220	23,271	4,002	-	18,767	822	-	12,738	30,379	14,820	122,020	296,241
8	17,322	23,156	4,015	-	18,767	851	-	12,738	30,427	14,824	122,101	296,283
9	17,230	23,296	3,967	-	18,767	823	-	12,738	30,428	14,815	122,065	296,242
10	17,199	23,237	4,057	-	18,767	846	-	12,738	30,356	14,825	122,025	296,452
11	17,215	23,363	3,915	-	18,767	852	-	12,738	30,302	14,878	122,033	296,397
12	17,277	23,394	3,821	-	18,767	821	-	12,738	30,480	14,754	122,052	296,130
13	17,202	23,261	4,031	-	18,767	829	-	12,738	30,388	14,795	122,011	296,436
14	17,279	23,259	3,957	-	18,767	814	-	12,738	30,331	14,871	122,017	296,080
15	17,336	23,185	3,973	-	18,767	809	-	12,738	30,352	14,903	122,063	296,014
16	17,311	23,323	3,860	-	18,767	848	-	12,738	30,317	14,886	122,051	296,036
17	17,230	23,412	3,851	-	18,767	847	-	12,738	30,348	14,848	122,042	296,385
18	17,254	23,468	3,771	-	18,767	813	-	12,738	30,459	14,774	122,045	296,396
19	17,275	23,327	3,892	-	18,767	836	-	12,738	30,323	14,904	122,063	295,783
20	17,260	23,290	3,942	-	18,767	825	-	12,738	30,408	14,833	122,063	296,416
21	17,301	23,286	3,907	-	18,767	807	-	12,738	30,351	14,873	122,029	296,272
22	17,283	23,139	4,071	-	18,767	829	-	12,738	30,444	14,785	122,056	296,472
23	17,249	23,238	4,005	-	18,767	818	-	12,738	30,457	14,786	122,059	296,320
24	17,258	23,296	3,940	-	18,767	812	-	12,738	30,319	14,867	121,997	296,259
25	17,244	23,235	4,014	-	18,767	821	-	12,738	30,364	14,868	122,052	296,435
26	17,367	22,829	4,298	-	18,767	832	-	12,738	30,288	14,908	122,027	296,340
27	17,346	23,354	3,795	-	18,767	822	-	12,738	30,309	14,929	122,059	295,875
28	17,229	23,180	4,084	-	18,767	826	-	12,738	30,425	14,789	122,039	296,372
29	17,278	23,409	3,807	-	18,767	823	-	12,738	30,459	14,793	122,074	296,139
30	17,154	23,148	4,192	-	18,767	804	-	12,738	30,315	14,913	122,032	296,836
31	17,189	23,307	3,998	-	18,767	838	-	12,738	30,447	14,801	122,085	296,239
32	17,327	23,312	3,855	-	18,767	825	-	12,738	30,406	14,815	122,046	296,051
33	17,282	23,261	3,951	-	18,767	812	-	12,738	30,405	14,834	122,050	296,160
34	17,210	23,335	3,948	-	18,767	823	-	12,738	30,282	14,920	122,025	296,305
35	17,253	23,192	4,049	-	18,767	855	-	12,738	30,277	14,916	122,047	296,481
36	17,285	23,331	3,878	-	18,767	819	-	12,738	30,312	14,912	122,043	296,315
37	17,175	23,045	4,274	-	18,767	819	-	12,738	30,336	14,866	122,020	296,872
38	17,222	23,353	3,919	-	18,767	844	-	12,738	30,251	14,911	122,005	296,227
39	17,198	23,166	4,129	-	18,767	845	-	12,738	30,317	14,877	122,037	296,569
40	17,225	23,381	3,888	-	18,767	821	-	12,738	30,363	14,848	122,031	296,336
41	17,273	23,135	4,086	-	18,767	813	-	12,738	30,388	14,799	121,999	296,445
42	17,162	23,538	3,794	-	18,767	817	-	12,738	30,399	14,837	122,053	296,352
43	17,131	23,405	3,958	-	18,767	857	-	12,738	30,382	14,822	122,060	296,461
44	17,322	23,286	3,887	-	18,767	843	-	12,738	30,404	14,757	122,004	295,986



45	17,347	23,352	3,794	-	18,767	836	-	12,738	30,381	14,822	122,038	295,928
46	17,173	23,136	4,184	-	18,767	812	-	12,738	30,380	14,868	122,060	296,715
47	17,254	23,518	3,722	-	18,767	827	-	12,738	30,268	14,940	122,033	296,126
48	17,158	23,235	4,101	-	18,767	835	-	12,738	30,395	14,812	122,041	296,622
49	17,306	23,078	4,108	-	18,767	821	-	12,738	30,379	14,837	122,033	296,462
50	17,254	23,112	4,127	-	18,767	797	-	12,738	30,426	14,818	122,039	296,495
51	17,343	23,107	4,044	-	18,768	835	-	12,738	30,394	14,844	122,074	296,375
52	17,145	23,405	3,942	-	18,767	831	-	12,738	30,267	14,906	122,002	296,505
53	17,323	23,157	4,014	-	18,767	831	-	12,738	30,336	14,892	122,058	296,234
54	17,462	22,966	4,066	-	18,768	809	-	12,738	30,375	14,869	122,052	296,067
55	17,184	23,408	3,902	-	18,767	795	-	12,738	30,343	14,897	122,034	296,447
56	17,269	23,149	4,075	-	18,767	842	-	12,738	30,412	14,795	122,048	296,174
57	17,296	23,129	4,069	-	18,767	821	-	12,738	30,358	14,852	122,031	296,393
58	17,332	23,098	4,064	-	18,767	820	-	12,738	30,379	14,886	122,085	296,176
59	17,305	23,349	3,836	-	18,767	799	-	12,738	30,420	14,869	122,085	296,090
60	17,130	23,324	4,040	-	18,767	859	-	12,738	30,354	14,830	122,043	296,683
61	17,300	23,214	3,980	-	18,767	790	-	12,738	30,420	14,838	122,047	296,077
62	17,237	23,340	3,917	-	18,767	833	-	12,738	30,295	14,918	122,045	296,213
63	17,317	23,128	4,050	-	18,767	831	-	12,738	30,302	14,908	122,041	296,234
64	17,283	23,187	4,022	-	18,767	812	-	12,738	30,367	14,841	122,018	296,260
65	17,308	23,188	3,999	-	18,767	835	-	12,738	30,407	14,814	122,054	295,949
66	17,184	23,230	4,081	-	18,767	802	-	12,738	30,386	14,834	122,022	296,308
67	17,221	23,221	4,046	-	18,767	809	-	12,738	30,361	14,887	122,051	296,447
68	17,270	23,090	4,133	-	18,767	846	-	12,738	30,340	14,891	122,076	296,214
69	17,151	23,575	3,768	-	18,767	838	-	12,738	30,342	14,857	122,037	296,343
70	17,312	23,139	4,042	-	18,767	825	-	12,738	30,413	14,833	122,069	296,459
71	17,372	23,044	4,078	-	18,767	831	-	12,738	30,498	14,779	122,108	296,160
72	17,211	23,416	3,867	-	18,767	837	-	12,738	30,406	14,819	122,061	296,507
73	17,227	23,299	3,968	-	18,767	807	-	12,738	30,358	14,904	122,068	296,571
74	17,275	22,961	4,258	-	18,767	844	-	12,738	30,367	14,867	122,078	296,529
75	17,287	23,253	3,954	-	18,767	825	-	12,738	30,397	14,809	122,031	296,201
76	17,260	23,347	3,887	-	18,767	831	-	12,738	30,369	14,839	122,038	296,356
77	17,305	23,049	4,139	-	18,767	798	-	12,738	30,404	14,872	122,073	296,450
78	17,193	23,359	3,941	-	18,767	811	-	12,738	30,377	14,846	122,032	296,445
79	17,335	23,143	4,016	-	18,767	846	-	12,738	30,379	14,833	122,058	296,307
80	17,264	23,358	3,872	-	18,767	824	-	12,738	30,335	14,850	122,009	296,306
81	17,253	23,037	4,203	-	18,767	810	-	12,738	30,262	14,943	122,013	296,412
82	17,253	23,094	4,147	-	18,767	809	-	12,738	30,290	14,922	122,019	296,305
83	17,231	23,519	3,743	-	18,767	828	-	12,738	30,354	14,855	122,035	296,307
84	17,130	23,354	4,010	-	18,767	807	-	12,738	30,282	14,928	122,016	296,751
85	17,257	23,308	3,927	-	18,767	804	-	12,738	30,405	14,824	122,029	296,459
86	17,293	23,195	4,006	-	18,767	822	-	12,738	30,449	14,776	122,046	296,162
87	17,238	23,382	3,874	-	18,767	797	-	12,738	30,415	14,854	122,065	296,040
88	17,290	23,175	4,027	-	18,767	864	-	12,738	30,329	14,844	122,033	296,373
89	17,178	23,383	3,933	-	18,767	826	-	12,738	30,500	14,730	122,055	296,295
90	17,184	23,240	4,069	-	18,767	835	-	12,738	30,415	14,812	122,061	296,177
91	17,309	23,344	3,841	-	18,767	836	-	12,738	30,465	14,786	122,087	296,037
92	17,224	23,417	3,853	-	18,767	849	-	12,738	30,399	14,843	122,091	296,136

<b>93</b>	17,282	23,133	4,079	-	18,767	829	-	12,738	30,378	14,852	122,058	296,311
<b>94</b>	17,279	23,021	4,194	-	18,767	818	-	12,738	30,338	14,869	122,024	296,349
<b>95</b>	17,224	23,337	3,927	-	18,767	801	-	12,738	30,433	14,812	122,038	296,326
<b>96</b>	17,309	23,307	3,878	-	18,767	807	-	12,738	30,406	14,824	122,036	296,109
<b>97</b>	17,221	23,158	4,115	-	18,767	835	-	12,738	30,328	14,873	122,035	296,402
<b>98</b>	17,099	23,405	3,990	-	18,767	802	-	12,738	30,419	14,840	122,059	296,732
<b>99</b>	17,269	23,249	3,976	-	18,767	839	-	12,738	30,362	14,853	122,053	296,262
<b>100</b>	17,237	23,447	3,810	-	18,767	832	-	12,738	30,367	14,866	122,064	296,296

<b>MIN</b>	17,099	22,829	3,722	-	18,767	790	-	12,738	30,251	14,730	121,997	295,783
<b>MED</b>	17,256	23,258	3,980	-	18,767	825	-	12,738	30,372	14,849	122,045	296,306
<b>MAX</b>	17,462	23,575	4,298	-	18,768	864	-	12,738	30,500	14,943	122,108	296,872
<b>DESV</b>	63	135	122	-	0	16	-	0	54	45	23	205
<b>VAR</b>	3,958	18,274	14,766	-	0	267	-	0	2,937	2,068	520	42,117

## Escenario 3 año 2011

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	29,490	14,129	1,091	13,116	13,169	53,148	27,166	19,502	17,552	9,768	198,130	479,011
2	29,026	14,598	1,084	13,116	13,169	53,162	27,166	19,502	17,552	9,753	198,130	480,197
3	29,402	14,380	926	13,116	13,169	53,188	27,166	19,502	17,552	9,728	198,129	478,996
4	29,389	14,285	1,035	13,116	13,169	53,263	27,166	19,502	17,552	9,653	198,130	479,407
5	29,514	14,150	1,044	13,116	13,169	53,122	27,166	19,502	17,552	9,793	198,128	478,923
6	29,515	14,038	1,157	13,116	13,169	53,175	27,166	19,502	17,552	9,741	198,130	478,730
7	29,397	14,167	1,144	13,116	13,169	53,190	27,166	19,502	17,552	9,726	198,130	479,259
8	29,386	14,245	1,077	13,116	13,169	53,130	27,166	19,502	17,552	9,785	198,128	479,270
9	29,456	14,413	839	13,116	13,169	53,182	27,166	19,502	17,552	9,734	198,129	479,055
10	29,753	14,031	925	13,116	13,169	53,172	27,166	19,502	17,552	9,744	198,131	478,491
11	29,506	14,134	1,068	13,116	13,169	53,183	27,166	19,502	17,552	9,732	198,129	478,994
12	29,483	14,324	901	13,116	13,169	53,180	27,166	19,502	17,552	9,737	198,131	479,126
13	29,416	14,246	1,047	13,116	13,169	53,118	27,166	19,502	17,552	9,799	198,131	479,029
14	29,249	14,471	989	13,116	13,169	53,184	27,166	19,502	17,552	9,733	198,131	479,349
15	29,636	14,065	1,008	13,116	13,169	53,203	27,166	19,502	17,552	9,712	198,130	478,306
16	29,615	14,072	1,021	13,116	13,169	53,156	27,166	19,502	17,552	9,761	198,130	478,544
17	29,524	14,307	878	13,116	13,169	53,183	27,166	19,502	17,552	9,733	198,130	478,732
18	29,597	14,035	1,076	13,116	13,169	53,175	27,166	19,502	17,552	9,741	198,129	478,949
19	29,585	13,948	1,175	13,116	13,169	53,197	27,166	19,502	17,552	9,720	198,132	478,924
20	29,760	13,848	1,101	13,116	13,169	53,182	27,166	19,502	17,552	9,734	198,130	478,385
21	29,558	14,123	1,028	13,116	13,169	53,105	27,166	19,502	17,552	9,811	198,129	478,716
22	29,210	14,589	909	13,116	13,169	53,169	27,166	19,502	17,552	9,748	198,130	479,508
23	29,395	14,272	1,042	13,116	13,169	53,285	27,166	19,502	17,552	9,630	198,130	479,768
24	29,529	14,299	878	13,116	13,169	53,172	27,166	19,502	17,552	9,743	198,127	478,582
25	29,556	14,317	836	13,116	13,169	53,150	27,166	19,502	17,552	9,766	198,130	478,343
26	29,475	14,259	973	13,116	13,169	53,117	27,166	19,502	17,552	9,799	198,128	479,080
27	29,446	14,278	984	13,116	13,169	53,203	27,166	19,502	17,552	9,713	198,130	479,278
28	29,412	14,203	1,093	13,116	13,169	53,153	27,166	19,502	17,552	9,763	198,130	479,102
29	29,507	14,204	997	13,116	13,169	53,124	27,166	19,502	17,552	9,792	198,130	478,854
30	29,560	14,199	949	13,116	13,169	53,183	27,166	19,502	17,552	9,732	198,128	479,145
31	29,514	14,108	1,085	13,116	13,169	53,213	27,166	19,502	17,552	9,703	198,128	479,043
32	29,361	14,403	945	13,116	13,169	53,184	27,166	19,502	17,552	9,731	198,129	479,366
33	29,710	14,043	956	13,116	13,169	53,197	27,166	19,502	17,552	9,718	198,129	478,602
34	29,596	14,131	982	13,116	13,169	53,106	27,166	19,502	17,552	9,811	198,132	478,698
35	29,530	14,383	795	13,116	13,169	53,191	27,166	19,502	17,552	9,726	198,131	478,876
36	29,566	14,079	1,063	13,116	13,169	53,177	27,166	19,502	17,552	9,738	198,129	478,912
37	29,390	14,367	951	13,116	13,169	53,149	27,166	19,502	17,552	9,766	198,130	478,962
38	29,573	14,070	1,066	13,116	13,169	53,204	27,166	19,502	17,552	9,712	198,130	478,761
39	29,341	14,229	1,139	13,116	13,169	53,265	27,166	19,502	17,552	9,651	198,131	479,478
40	29,640	14,213	856	13,116	13,169	53,149	27,166	19,502	17,552	9,767	198,130	478,556
41	29,690	14,107	911	13,116	13,169	53,205	27,166	19,502	17,552	9,710	198,129	478,769
42	29,282	14,276	1,150	13,116	13,169	53,188	27,166	19,502	17,552	9,727	198,129	479,661
43	29,329	14,441	938	13,116	13,169	53,239	27,166	19,502	17,552	9,676	198,128	479,255
44	29,572	14,221	915	13,116	13,169	53,175	27,166	19,502	17,552	9,740	198,130	479,049

45	29,252	14,613	845	13,116	13,169	53,145	27,166	19,502	17,552	9,770	198,130	479,253
46	29,610	14,069	1,029	13,116	13,169	53,229	27,166	19,502	17,552	9,687	198,130	478,857
47	29,549	14,309	850	13,116	13,169	53,145	27,166	19,502	17,552	9,772	198,131	478,514
48	29,488	14,249	971	13,116	13,169	53,177	27,166	19,502	17,552	9,738	198,128	478,805
49	29,171	14,588	950	13,116	13,169	53,141	27,166	19,502	17,552	9,774	198,130	479,645
50	29,464	14,312	933	13,116	13,169	53,241	27,166	19,502	17,552	9,675	198,130	479,495
51	29,525	14,130	1,054	13,116	13,169	53,164	27,166	19,502	17,552	9,752	198,130	478,884
52	29,567	14,310	833	13,116	13,169	53,180	27,166	19,502	17,552	9,736	198,130	479,063
53	29,439	14,285	984	13,116	13,169	53,211	27,166	19,502	17,552	9,706	198,130	479,107
54	29,474	14,287	948	13,116	13,169	53,260	27,166	19,502	17,552	9,656	198,130	478,909
55	29,566	14,224	920	13,116	13,169	53,160	27,166	19,502	17,552	9,757	198,131	478,853
56	29,400	14,219	1,090	13,116	13,169	53,198	27,166	19,502	17,552	9,719	198,131	479,281
57	29,311	14,611	786	13,116	13,169	53,287	27,166	19,502	17,552	9,629	198,130	479,435
58	29,542	14,041	1,126	13,116	13,169	53,144	27,166	19,502	17,552	9,772	198,130	478,826
59	29,399	14,451	859	13,116	13,169	53,129	27,166	19,502	17,552	9,786	198,128	479,109
60	29,307	14,367	1,035	13,116	13,169	53,169	27,166	19,502	17,552	9,746	198,129	479,451
61	29,497	14,222	989	13,116	13,169	53,128	27,166	19,502	17,552	9,788	198,129	478,889
62	29,431	14,217	1,060	13,116	13,169	53,162	27,166	19,502	17,552	9,755	198,131	478,973
63	29,702	14,081	926	13,116	13,169	53,121	27,166	19,502	17,552	9,794	198,129	478,208
64	29,531	14,047	1,131	13,116	13,169	53,191	27,166	19,502	17,552	9,725	198,130	479,054
65	29,278	14,351	1,080	13,116	13,169	53,241	27,166	19,502	17,552	9,675	198,130	479,443
66	29,285	14,446	978	13,116	13,169	53,186	27,166	19,502	17,552	9,730	198,130	479,590
67	29,349	14,479	880	13,116	13,169	53,174	27,166	19,502	17,552	9,742	198,130	479,395
68	29,375	14,250	1,084	13,116	13,169	53,106	27,166	19,502	17,552	9,810	198,130	478,945
69	29,641	14,062	1,006	13,116	13,169	53,319	27,166	19,502	17,552	9,597	198,130	479,036
70	29,509	14,217	981	13,116	13,169	53,175	27,166	19,502	17,552	9,740	198,127	479,109
71	29,533	14,153	1,023	13,116	13,169	53,193	27,166	19,502	17,552	9,722	198,130	478,830
72	29,343	14,439	926	13,116	13,169	53,158	27,166	19,502	17,552	9,758	198,129	479,247
73	29,617	13,987	1,105	13,116	13,169	53,209	27,166	19,502	17,552	9,706	198,130	478,759
74	29,709	14,135	865	13,116	13,169	53,203	27,166	19,502	17,552	9,713	198,131	478,754
75	29,786	14,078	844	13,116	13,169	53,247	27,166	19,502	17,552	9,668	198,128	478,332
76	29,415	14,405	888	13,116	13,169	53,224	27,166	19,502	17,552	9,691	198,129	479,174
77	29,620	14,295	794	13,116	13,169	53,125	27,166	19,502	17,552	9,791	198,130	478,662
78	29,651	14,015	1,043	13,116	13,169	53,220	27,166	19,502	17,552	9,696	198,130	478,787
79	29,663	14,106	940	13,116	13,169	53,161	27,166	19,502	17,552	9,755	198,130	478,680
80	29,766	14,020	922	13,116	13,169	53,212	27,166	19,502	17,552	9,704	198,130	478,619
81	29,515	14,114	1,080	13,116	13,169	53,200	27,166	19,502	17,552	9,715	198,129	478,655
82	29,328	14,280	1,101	13,116	13,169	53,178	27,166	19,502	17,552	9,737	198,129	479,212
83	29,434	14,404	871	13,116	13,169	53,161	27,166	19,502	17,552	9,756	198,130	479,097
84	29,324	14,454	931	13,116	13,169	53,129	27,166	19,502	17,552	9,787	198,130	479,355
85	29,629	13,997	1,083	13,116	13,169	53,182	27,166	19,502	17,552	9,736	198,131	478,928
86	29,329	14,353	1,027	13,116	13,169	53,187	27,166	19,502	17,552	9,729	198,130	479,335
87	29,515	14,199	994	13,116	13,169	53,244	27,166	19,502	17,552	9,672	198,130	479,231
88	29,475	14,304	930	13,116	13,169	53,228	27,166	19,502	17,552	9,688	198,130	479,232
89	29,415	14,325	969	13,116	13,169	53,127	27,166	19,502	17,552	9,789	198,130	479,032
90	29,323	14,385	1,001	13,116	13,169	53,213	27,166	19,502	17,552	9,702	198,129	479,340
91	29,411	14,277	1,021	13,116	13,169	53,167	27,166	19,502	17,552	9,749	198,130	479,183
92	29,426	14,234	1,048	13,116	13,169	53,158	27,166	19,502	17,552	9,759	198,131	479,231

<b>93</b>	29,508	14,204	996	13,116	13,169	53,125	27,166	19,502	17,552	9,791	198,129	478,613
<b>94</b>	29,367	14,299	1,043	13,116	13,169	53,235	27,166	19,502	17,552	9,681	198,130	479,420
<b>95</b>	29,326	14,320	1,063	13,116	13,169	53,226	27,166	19,502	17,552	9,691	198,131	479,462
<b>96</b>	29,271	14,374	1,063	13,116	13,169	53,198	27,166	19,502	17,552	9,718	198,129	479,127
<b>97</b>	29,299	14,560	850	13,116	13,169	53,103	27,166	19,502	17,552	9,814	198,131	479,183
<b>98</b>	29,500	14,104	1,104	13,116	13,169	53,230	27,166	19,502	17,552	9,685	198,128	479,172
<b>99</b>	29,691	14,019	997	13,115	13,169	53,233	27,166	19,502	17,552	9,682	198,126	478,810
<b>100</b>	29,382	14,378	949	13,116	13,169	53,219	27,166	19,502	17,552	9,697	198,130	479,295

<b>MIN</b>	29,026	13,848	786	13,115	13,169	53,103	27,166	19,502	17,552	9,597	198,126	478,208
<b>MED</b>	29,477	14,244	988	13,116	13,169	53,183	27,166	19,502	17,552	9,733	198,130	479,029
<b>MAX</b>	29,786	14,613	1,175	13,116	13,169	53,319	27,166	19,502	17,552	9,814	198,132	480,197
<b>DESV</b>	142	161	93	0	0	43	0	0	0	43	1	347
<b>VAR</b>	20,221	26,070	8,605	0	0	1,870	0	0	0	1,872	1	120,367

## Escenario 3 año 2012

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	31,001	12,758	1,031	4,855	17,205	49,342	25,979	13,319	23,887	14,764	194,141	491,273
2	31,063	12,773	972	4,855	17,205	49,380	25,966	13,333	23,944	14,668	194,159	491,370
3	31,107	12,547	1,080	4,854	17,201	49,304	25,961	13,358	23,872	14,796	194,078	491,247
4	31,042	12,756	1,020	4,855	17,208	49,418	25,934	13,334	23,914	14,692	194,175	491,135
5	30,942	12,888	995	4,856	17,203	49,419	25,937	13,362	23,876	14,695	194,172	491,482
6	30,872	12,833	1,079	4,855	17,204	49,386	25,947	13,329	23,864	14,765	194,135	491,497
7	30,902	12,769	1,136	4,855	17,206	49,439	25,941	13,349	23,889	14,674	194,160	492,052
8	31,009	12,905	902	4,855	17,204	49,395	25,943	13,349	23,908	14,695	194,165	491,180
9	31,034	12,798	974	4,855	17,206	49,361	25,966	13,316	23,861	14,788	194,160	490,731
10	30,921	13,014	860	4,855	17,204	49,392	25,942	13,376	23,839	14,741	194,143	491,490
11	30,906	12,791	1,137	4,856	17,205	49,421	25,982	13,344	23,851	14,691	194,185	491,676
12	30,770	13,096	932	4,855	17,203	49,358	25,987	13,259	23,928	14,758	194,146	491,887
13	30,982	12,781	1,037	4,855	17,203	49,363	25,914	13,371	23,878	14,762	194,147	491,521
14	31,027	12,864	887	4,855	17,204	49,429	25,953	13,389	23,893	14,626	194,128	490,702
15	30,669	13,169	947	4,855	17,202	49,432	25,945	13,325	23,916	14,670	194,131	492,834
16	31,148	12,713	964	4,856	17,205	49,491	25,956	13,334	23,941	14,568	194,174	491,441
17	30,851	13,079	856	4,855	17,199	49,382	25,959	13,396	23,794	14,751	194,122	491,705
18	30,994	12,843	937	4,855	17,200	49,399	25,929	13,372	23,905	14,681	194,115	491,423
19	30,720	13,031	1,032	4,855	17,203	49,416	25,982	13,353	23,822	14,717	194,130	491,138
20	31,128	12,730	986	4,856	17,206	49,342	25,957	13,315	23,942	14,734	194,197	491,233
21	31,000	12,755	1,050	4,855	17,204	49,379	25,951	13,333	23,915	14,710	194,153	491,069
22	30,958	12,677	1,120	4,854	17,201	49,357	25,923	13,374	23,863	14,771	194,097	491,528
23	31,054	12,798	935	4,855	17,205	49,381	25,949	13,365	23,883	14,713	194,137	491,566
24	30,851	12,958	988	4,855	17,205	49,386	25,942	13,331	23,890	14,743	194,148	491,665
25	30,864	12,849	1,070	4,855	17,205	49,348	25,912	13,349	23,918	14,762	194,131	491,101
26	31,102	12,875	840	4,855	17,209	49,475	25,952	13,378	23,834	14,655	194,175	490,414
27	30,983	12,732	1,083	4,855	17,206	49,380	25,922	13,363	23,864	14,762	194,150	491,160
28	30,739	13,011	985	4,854	17,200	49,471	25,934	13,318	23,897	14,669	194,078	491,498
29	30,999	12,890	910	4,855	17,204	49,359	25,962	13,413	23,832	14,723	194,148	490,926
30	30,720	13,005	1,007	4,853	17,200	49,465	25,959	13,320	23,885	14,660	194,074	491,957
31	30,913	13,001	833	4,854	17,202	49,486	25,936	13,413	23,868	14,587	194,093	491,360
32	30,851	12,947	973	4,855	17,202	49,410	25,961	13,364	23,844	14,711	194,118	491,776
33	31,082	12,880	861	4,855	17,205	49,482	25,916	13,376	23,888	14,628	194,172	491,446
34	30,922	12,834	1,034	4,855	17,205	49,463	25,973	13,319	23,894	14,641	194,140	491,272
35	30,766	12,949	1,040	4,854	17,202	49,389	25,974	13,323	23,912	14,692	194,101	491,550
36	30,964	12,947	872	4,855	17,206	49,435	25,969	13,325	23,852	14,712	194,136	491,136
37	31,211	12,582	1,052	4,856	17,208	49,391	25,936	13,276	23,980	14,708	194,199	490,994
38	30,817	12,801	1,162	4,855	17,205	49,388	25,948	13,353	23,935	14,668	194,130	491,897
39	30,936	12,910	972	4,855	17,204	49,353	25,949	13,392	23,845	14,750	194,166	491,198
40	31,047	12,827	894	4,854	17,203	49,448	25,940	13,346	23,875	14,681	194,115	491,152
41	31,025	12,806	1,009	4,856	17,205	49,352	25,935	13,413	23,902	14,688	194,190	491,362
42	30,860	12,983	988	4,856	17,204	49,415	25,928	13,349	23,898	14,699	194,179	491,352
43	30,540	13,362	876	4,855	17,201	49,454	25,958	13,392	23,825	14,658	194,121	492,390
44	30,811	12,938	1,028	4,855	17,204	49,395	25,957	13,351	23,821	14,767	194,126	491,290

45	30,793	13,095	907	4,855	17,203	49,386	25,943	13,284	23,895	14,783	194,143	490,842
46	30,962	12,870	934	4,854	17,204	49,446	25,949	13,364	23,911	14,620	194,115	491,723
47	31,022	12,851	949	4,856	17,205	49,399	25,967	13,301	23,932	14,690	194,173	491,088
48	31,025	12,772	999	4,855	17,202	49,420	25,923	13,357	23,898	14,691	194,142	491,475
49	31,132	12,657	996	4,855	17,203	49,338	25,940	13,353	23,954	14,705	194,133	491,046
50	31,008	12,732	1,061	4,855	17,205	49,427	25,945	13,349	23,887	14,683	194,151	491,623
51	30,835	13,079	884	4,855	17,205	49,449	25,974	13,297	23,897	14,674	194,148	491,609
52	30,984	12,766	1,023	4,855	17,203	49,403	25,990	13,317	23,910	14,670	194,120	491,170
53	31,107	12,705	992	4,855	17,204	49,411	25,932	13,357	23,863	14,727	194,152	490,750
54	30,865	12,849	1,050	4,854	17,202	49,366	25,936	13,330	23,901	14,757	194,110	491,583
55	30,935	12,819	1,019	4,855	17,206	49,420	25,940	13,381	23,882	14,668	194,124	491,250
56	30,683	13,129	917	4,853	17,202	49,423	25,957	13,321	23,914	14,675	194,074	492,104
57	30,944	12,834	1,036	4,855	17,204	49,395	25,970	13,311	23,941	14,670	194,160	491,541
58	30,982	12,844	976	4,855	17,205	49,348	25,922	13,375	23,869	14,778	194,153	490,913
59	31,005	12,736	1,054	4,855	17,202	49,425	25,942	13,357	23,887	14,676	194,137	491,697
60	31,052	12,770	999	4,855	17,202	49,399	25,948	13,291	23,950	14,700	194,165	490,938
61	31,024	12,694	1,061	4,855	17,203	49,362	25,961	13,353	23,928	14,686	194,127	491,092
62	30,928	12,787	1,073	4,855	17,206	49,357	25,943	13,342	23,914	14,736	194,141	491,652
63	30,904	12,990	899	4,855	17,202	49,389	25,920	13,407	23,856	14,711	194,133	490,974
64	30,866	12,967	931	4,854	17,203	49,389	25,934	13,346	23,926	14,695	194,111	490,756
65	30,822	12,912	1,060	4,855	17,204	49,435	25,985	13,316	23,857	14,697	194,143	491,846
66	30,978	12,848	988	4,855	17,202	49,428	25,949	13,331	23,877	14,704	194,159	490,917
67	31,036	12,592	1,117	4,854	17,202	49,334	25,933	13,372	23,940	14,711	194,091	490,941
68	30,984	12,553	1,268	4,855	17,203	49,405	25,985	13,283	23,878	14,738	194,152	491,394
69	30,965	12,803	1,044	4,855	17,204	49,415	25,953	13,379	23,876	14,664	194,159	491,765
70	30,848	12,930	1,051	4,856	17,204	49,401	25,973	13,286	23,913	14,717	194,179	491,838
71	31,037	12,728	1,016	4,855	17,207	49,423	25,938	13,370	23,890	14,672	194,137	490,820
72	30,985	12,787	1,007	4,855	17,204	49,324	25,968	13,330	23,916	14,753	194,130	490,891
73	30,952	12,800	1,020	4,855	17,204	49,414	25,984	13,353	23,900	14,639	194,122	491,435
74	30,951	12,648	1,148	4,854	17,200	49,361	25,938	13,369	23,861	14,757	194,087	491,184
75	30,909	12,895	1,030	4,856	17,203	49,377	25,963	13,374	23,832	14,743	194,181	490,932
76	30,965	12,758	1,045	4,854	17,204	49,433	25,975	13,385	23,801	14,697	194,117	491,117
77	30,845	13,020	956	4,855	17,205	49,424	25,974	13,302	23,870	14,720	194,172	491,726
78	30,803	13,135	906	4,856	17,201	49,386	25,955	13,305	23,963	14,675	194,185	492,043
79	30,888	12,867	1,046	4,855	17,206	49,397	25,931	13,371	23,879	14,714	194,155	491,261
80	30,894	12,917	974	4,855	17,202	49,422	25,990	13,288	23,900	14,689	194,131	490,956
81	30,942	12,904	997	4,856	17,206	49,386	25,900	13,376	23,890	14,739	194,196	491,543
82	31,025	12,802	995	4,855	17,205	49,430	25,935	13,344	23,897	14,685	194,173	491,002
83	31,054	12,864	885	4,855	17,206	49,406	25,955	13,278	23,969	14,684	194,156	490,751
84	31,028	12,735	1,037	4,855	17,203	49,437	25,933	13,355	23,895	14,668	194,146	491,657
85	31,058	12,875	892	4,856	17,203	49,308	25,996	13,323	23,877	14,784	194,172	490,985
86	31,017	12,845	934	4,855	17,205	49,418	25,922	13,333	23,923	14,694	194,147	490,774
87	30,712	13,153	895	4,854	17,201	49,402	25,961	13,328	23,897	14,701	194,105	491,656
88	30,848	12,853	1,023	4,853	17,201	49,342	25,955	13,280	23,972	14,741	194,069	491,350
89	30,954	13,021	852	4,856	17,206	49,442	25,933	13,348	23,923	14,645	194,179	491,447
90	31,031	12,706	1,091	4,856	17,207	49,347	25,940	13,384	23,854	14,765	194,179	491,342
91	30,971	12,805	1,034	4,855	17,205	49,394	25,961	13,319	23,914	14,704	194,160	491,609
92	31,006	12,650	1,130	4,855	17,202	49,408	25,978	13,251	23,947	14,705	194,132	491,162

<b>93</b>	31,023	12,778	970	4,854	17,204	49,472	25,957	13,361	23,860	14,641	194,120	491,124
<b>94</b>	30,948	12,894	986	4,856	17,205	49,421	25,930	13,340	23,935	14,665	194,179	491,168
<b>95</b>	30,760	12,939	1,071	4,854	17,201	49,435	25,953	13,319	23,928	14,654	194,113	491,724
<b>96</b>	31,090	12,635	1,056	4,855	17,204	49,386	25,935	13,318	23,910	14,742	194,132	490,622
<b>97</b>	30,867	13,040	871	4,855	17,204	49,413	25,931	13,303	23,937	14,707	194,128	491,081
<b>98</b>	30,913	12,964	946	4,856	17,206	49,385	25,964	13,360	23,875	14,706	194,174	491,127
<b>99</b>	31,087	12,630	1,069	4,855	17,204	49,346	25,930	13,326	23,935	14,752	194,132	490,883
<b>100</b>	30,976	12,765	1,042	4,855	17,205	49,388	25,931	13,384	23,909	14,680	194,134	490,998

<b>MIN</b>	30,540	12,547	833	4,853	17,199	49,304	25,900	13,251	23,794	14,568	194,069	490,414
<b>MED</b>	30,943	12,855	996	4,855	17,204	49,400	25,950	13,343	23,894	14,703	194,142	491,330
<b>MAX</b>	31,211	13,362	1,268	4,856	17,209	49,491	25,996	13,413	23,980	14,796	194,199	492,834
<b>DESV</b>	117	144	81	1	2	39	20	35	37	44	29	400
<b>VAR</b>	13,587	20,846	6,581	0	4	1,548	398	1,191	1,404	1,947	859	160,114



## Escenario 3 año 2013

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	23,159	21,626	-	330	16,793	-	7,293	19,473	54,344	14,778	157,798	397,273
2	23,160	21,643	-	330	16,794	-	7,273	19,426	54,402	14,791	157,821	397,345
3	23,007	21,766	-	330	16,793	-	7,267	19,438	54,419	14,746	157,766	397,944
4	23,072	21,721	-	330	16,793	-	7,255	19,438	54,393	14,792	157,795	397,788
5	23,075	21,702	-	330	16,793	-	7,246	19,518	54,403	14,738	157,806	397,725
6	23,166	21,639	-	330	16,794	-	7,288	19,510	54,383	14,742	157,852	397,454
7	23,109	21,637	-	330	16,793	-	7,263	19,539	54,368	14,693	157,733	397,642
8	23,170	21,635	-	330	16,793	-	7,246	19,541	54,406	14,712	157,833	397,379
9	23,024	21,781	-	330	16,793	-	7,261	19,458	54,422	14,721	157,790	397,864
10	23,265	21,516	-	330	16,793	-	7,259	19,475	54,418	14,763	157,820	396,902
11	23,214	21,587	-	330	16,793	-	7,294	19,475	54,385	14,731	157,810	397,396
12	23,017	21,753	-	330	16,793	-	7,232	19,443	54,376	14,793	157,737	397,775
13	23,265	21,529	-	330	16,793	-	7,187	19,608	54,408	14,694	157,814	397,461
14	23,239	21,565	-	330	16,794	-	7,199	19,444	54,456	14,783	157,812	397,691
15	23,071	21,713	-	330	16,793	-	7,157	19,498	54,361	14,879	157,803	397,846
16	23,302	21,503	-	330	16,794	-	7,236	19,533	54,403	14,746	157,846	396,923
17	23,231	21,573	-	330	16,794	-	7,292	19,478	54,380	14,764	157,843	397,159
18	23,156	21,628	-	330	16,793	-	7,249	19,483	54,403	14,746	157,788	397,390
19	23,090	21,695	-	330	16,793	-	7,222	19,466	54,371	14,763	157,732	397,545
20	23,143	21,631	-	330	16,793	-	7,270	19,475	54,424	14,690	157,756	397,581
21	23,302	21,468	-	330	16,793	-	7,182	19,426	54,417	14,801	157,718	397,293
22	23,217	21,547	-	330	16,793	-	7,229	19,475	54,311	14,856	157,759	397,353
23	23,277	21,521	-	330	16,793	-	7,268	19,474	54,484	14,688	157,836	396,974
24	23,269	21,535	-	330	16,794	-	7,298	19,460	54,456	14,687	157,829	397,006
25	23,242	21,537	-	330	16,793	-	7,179	19,476	54,458	14,755	157,770	397,744
26	23,151	21,633	-	330	16,793	-	7,158	19,513	54,273	14,921	157,773	397,537
27	23,108	21,666	-	330	16,793	-	7,243	19,498	54,361	14,831	157,831	397,373
28	23,295	21,509	-	330	16,794	-	7,248	19,492	54,365	14,802	157,836	397,096
29	23,160	21,645	-	330	16,794	-	7,157	19,564	54,373	14,808	157,830	397,189
30	23,317	21,488	-	330	16,794	-	7,203	19,457	54,349	14,911	157,849	397,311
31	23,206	21,586	-	330	16,793	-	7,229	19,449	54,359	14,806	157,759	397,640
32	23,322	21,482	-	330	16,794	-	7,233	19,511	54,372	14,774	157,818	397,151
33	23,171	21,634	-	330	16,794	-	7,234	19,514	54,403	14,749	157,829	397,391
34	23,270	21,535	-	330	16,794	-	7,169	19,522	54,531	14,668	157,818	397,337
35	23,136	21,650	-	330	16,793	-	7,242	19,500	54,347	14,790	157,789	397,318
36	23,056	21,690	-	330	16,793	-	7,201	19,487	54,499	14,693	157,749	397,354
37	23,219	21,568	-	330	16,793	-	7,176	19,558	54,422	14,737	157,805	397,088
38	23,164	21,640	-	330	16,794	-	7,213	19,483	54,455	14,725	157,805	397,370
39	23,106	21,684	-	330	16,793	-	7,213	19,533	54,430	14,720	157,810	397,489
40	23,212	21,542	-	330	16,793	-	7,149	19,512	54,377	14,816	157,731	397,429
41	23,117	21,682	-	330	16,793	-	7,229	19,442	54,366	14,853	157,812	397,511
42	23,219	21,570	-	330	16,793	-	7,265	19,460	54,480	14,687	157,804	397,567
43	23,340	21,465	-	330	16,793	-	7,257	19,457	54,451	14,765	157,859	397,126
44	23,153	21,628	-	330	16,793	-	7,295	19,448	54,399	14,755	157,800	397,366

45	23,179	21,575	-	330	16,793	-	7,208	19,526	54,399	14,745	157,754	397,568
46	23,219	21,564	-	330	16,793	-	7,205	19,464	54,442	14,772	157,789	397,447
47	23,183	21,616	-	330	16,793	-	7,194	19,425	54,387	14,885	157,815	397,480
48	23,143	21,656	-	330	16,793	-	7,233	19,496	54,398	14,771	157,821	397,809
49	23,217	21,582	-	330	16,793	-	7,221	19,427	54,395	14,843	157,808	397,478
50	23,275	21,521	-	330	16,793	-	7,218	19,466	54,363	14,837	157,802	397,097
51	23,078	21,704	-	330	16,793	-	7,263	19,469	54,433	14,711	157,781	398,069
52	23,077	21,703	-	330	16,793	-	7,223	19,533	54,480	14,659	157,798	397,980
53	23,178	21,594	-	330	16,793	-	7,235	19,479	54,365	14,815	157,789	397,414
54	23,432	21,354	-	330	16,793	-	7,217	19,505	54,376	14,799	157,808	396,460
55	23,253	21,551	-	330	16,794	-	7,218	19,530	54,366	14,773	157,816	397,045
56	23,212	21,578	-	330	16,793	-	7,262	19,530	54,444	14,650	157,800	397,482
57	23,231	21,556	-	330	16,793	-	7,217	19,515	54,397	14,801	157,840	397,117
58	23,170	21,604	-	330	16,793	-	7,228	19,480	54,411	14,767	157,782	397,373
59	23,220	21,550	-	330	16,793	-	7,258	19,489	54,403	14,728	157,772	397,099
60	23,207	21,598	-	330	16,794	-	7,224	19,505	54,450	14,728	157,836	397,223
61	23,239	21,557	-	330	16,793	-	7,180	19,471	54,451	14,784	157,806	397,333
62	23,249	21,527	-	330	16,793	-	7,253	19,489	54,420	14,756	157,818	397,148
63	23,274	21,504	-	330	16,793	-	7,266	19,449	54,401	14,781	157,799	397,298
64	23,124	21,643	-	330	16,793	-	7,200	19,422	54,414	14,823	157,749	397,299
65	23,219	21,564	-	330	16,793	-	7,320	19,475	54,418	14,676	157,796	397,121
66	23,249	21,556	-	330	16,794	-	7,239	19,511	54,384	14,765	157,828	397,312
67	23,191	21,580	-	330	16,793	-	7,290	19,413	54,344	14,849	157,789	397,179
68	23,266	21,539	-	330	16,794	-	7,214	19,481	54,462	14,767	157,852	397,287
69	23,226	21,568	-	330	16,793	-	7,258	19,460	54,413	14,744	157,792	397,449
70	23,318	21,487	-	330	16,794	-	7,229	19,521	54,463	14,709	157,851	397,014
71	23,112	21,643	-	330	16,793	-	7,206	19,466	54,438	14,770	157,758	397,471
72	23,160	21,625	-	330	16,793	-	7,250	19,540	54,407	14,702	157,808	397,578
73	23,123	21,681	-	330	16,794	-	7,275	19,451	54,329	14,822	157,806	397,066
74	23,247	21,535	-	330	16,793	-	7,146	19,441	54,419	14,891	157,803	397,116
75	23,223	21,573	-	330	16,793	-	7,216	19,491	54,384	14,765	157,775	397,619
76	23,176	21,603	-	330	16,793	-	7,156	19,517	54,420	14,819	157,813	397,154
77	23,225	21,560	-	330	16,793	-	7,199	19,481	54,430	14,774	157,793	397,523
78	23,128	21,617	-	330	16,793	-	7,224	19,407	54,409	14,860	157,768	397,521
79	23,162	21,640	-	330	16,793	-	7,295	19,451	54,361	14,774	157,806	397,364
80	23,216	21,568	-	330	16,793	-	7,187	19,526	54,383	14,770	157,774	397,762
81	23,239	21,554	-	330	16,793	-	7,187	19,562	54,356	14,801	157,823	397,191
82	23,189	21,605	-	330	16,793	-	7,167	19,475	54,519	14,703	157,782	397,476
83	23,010	21,774	-	330	16,793	-	7,218	19,458	54,407	14,787	157,778	398,133
84	23,179	21,608	-	330	16,793	-	7,279	19,474	54,382	14,722	157,767	397,661
85	23,167	21,634	-	330	16,793	-	7,201	19,513	54,455	14,740	157,833	397,248
86	23,162	21,641	-	330	16,793	-	7,268	19,492	54,385	14,729	157,800	397,321
87	23,192	21,613	-	330	16,793	-	7,289	19,504	54,417	14,676	157,813	397,572
88	23,312	21,474	-	330	16,793	-	7,206	19,508	54,413	14,772	157,809	396,966
89	23,086	21,671	-	330	16,793	-	7,252	19,400	54,431	14,753	157,716	397,662
90	23,266	21,502	-	330	16,793	-	7,205	19,478	54,429	14,775	157,778	397,433
91	23,083	21,698	-	330	16,793	-	7,176	19,490	54,382	14,796	157,748	397,800
92	23,225	21,579	-	330	16,794	-	7,233	19,547	54,435	14,679	157,822	397,312

<b>93</b>	23,235	21,561	-	330	16,793	-	7,201	19,610	54,360	14,726	157,818	397,403
<b>94</b>	23,138	21,665	-	330	16,793	-	7,262	19,507	54,345	14,787	157,829	397,417
<b>95</b>	23,102	21,695	-	330	16,793	-	7,169	19,530	54,339	14,864	157,824	397,334
<b>96</b>	23,367	21,423	-	330	16,793	-	7,176	19,438	54,411	14,869	157,807	397,338
<b>97</b>	23,118	21,648	-	330	16,793	-	7,262	19,487	54,442	14,709	157,790	397,656
<b>98</b>	23,183	21,591	-	330	16,793	-	7,258	19,465	54,398	14,733	157,752	397,494
<b>99</b>	23,292	21,493	-	330	16,793	-	7,193	19,488	54,399	14,831	157,820	396,941
<b>100</b>	23,213	21,574	-	330	16,793	-	7,208	19,439	54,397	14,835	157,791	397,150

<b>MIN</b>	23,007	21,354	-	330	16,793	-	7,146	19,400	54,273	14,650	157,716	396,460
<b>MED</b>	23,191	21,596	-	330	16,793	-	7,229	19,486	54,404	14,768	157,799	397,394
<b>MAX</b>	23,432	21,781	-	330	16,794	-	7,320	19,610	54,531	14,921	157,859	398,133
<b>DESV</b>	81	77	-	0	0	-	40	40	43	58	31	276
<b>VAR</b>	6,514	5,959	-	0	0	-	1,561	1,603	1,817	3,361	990	76,090

## Escenario 3 año 2014

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	15,426	29,066	-	-	18,767	816	-	12,738	30,305	14,876	121,995	296,198
2	15,415	29,079	-	-	18,767	842	-	12,738	30,299	14,845	121,986	296,329
3	15,517	28,977	-	-	18,767	824	-	12,738	30,299	14,881	122,003	296,369
4	15,486	29,008	-	-	18,767	814	-	12,738	30,375	14,786	121,975	296,237
5	15,511	28,983	-	-	18,767	829	-	12,738	30,285	14,862	121,976	296,384
6	15,330	29,165	-	-	18,767	831	-	12,738	30,280	14,877	121,987	296,551
7	15,522	28,972	-	-	18,767	823	-	12,738	30,319	14,857	121,998	295,871
8	15,473	29,021	-	-	18,767	821	-	12,738	30,339	14,821	121,980	296,309
9	15,434	29,059	-	-	18,767	828	-	12,738	30,250	14,896	121,973	296,284
10	15,506	28,987	-	-	18,767	818	-	12,738	30,305	14,860	121,982	296,326
11	15,427	29,067	-	-	18,767	811	-	12,738	30,309	14,865	121,984	296,165
12	15,508	28,986	-	-	18,767	844	-	12,738	30,278	14,871	121,991	296,211
13	15,408	29,086	-	-	18,767	837	-	12,738	30,286	14,853	121,975	296,255
14	15,482	29,012	-	-	18,767	797	-	12,738	30,281	14,908	121,985	296,286
15	15,365	29,129	-	-	18,767	830	-	12,738	30,353	14,846	122,028	296,380
16	15,469	29,021	4	-	18,767	809	-	12,738	30,346	14,847	122,002	296,449
17	15,616	28,878	-	-	18,767	832	-	12,738	30,244	14,922	121,998	296,184
18	15,501	28,993	-	-	18,767	827	-	12,738	30,279	14,858	121,963	296,336
19	15,416	29,077	-	-	18,767	814	-	12,738	30,331	14,839	121,982	296,401
20	15,421	29,073	-	-	18,767	831	-	12,738	30,251	14,890	121,972	296,396
21	15,566	28,928	-	-	18,767	820	-	12,738	30,397	14,801	122,017	296,151
22	15,497	28,996	-	-	18,767	815	-	12,738	30,311	14,866	121,990	296,244
23	15,553	28,916	25	-	18,768	836	-	12,738	30,307	14,860	122,003	296,189
24	15,412	29,081	-	-	18,767	860	-	12,738	30,298	14,829	121,986	296,494
25	15,453	29,041	-	-	18,767	848	-	12,738	30,236	14,892	121,975	296,174
26	15,480	29,014	-	-	18,767	836	-	12,738	30,275	14,907	122,017	296,288
27	15,541	28,952	-	-	18,767	825	-	12,738	30,386	14,827	122,036	295,972
28	15,542	28,952	-	-	18,767	831	-	12,738	30,391	14,806	122,028	296,130
29	15,520	28,972	-	-	18,767	832	-	12,738	30,339	14,837	122,005	296,253
30	15,411	29,079	-	-	18,767	810	-	12,738	30,273	14,932	122,010	296,418
31	15,542	28,952	-	-	18,767	815	-	12,738	30,355	14,816	121,986	296,132
32	15,458	29,036	-	-	18,767	821	-	12,738	30,332	14,825	121,977	296,067
33	15,534	28,960	-	-	18,767	829	-	12,738	30,371	14,819	122,018	296,014
34	15,497	28,997	-	-	18,767	814	-	12,738	30,406	14,822	122,042	296,156
35	15,502	28,991	-	-	18,767	799	-	12,738	30,425	14,781	122,003	296,334
36	15,493	29,001	-	-	18,767	817	-	12,738	30,426	14,824	122,066	296,260
37	15,444	29,050	-	-	18,767	846	-	12,738	30,240	14,916	122,001	296,348
38	15,477	29,017	-	-	18,767	830	-	12,738	30,397	14,801	122,028	296,176
39	15,394	29,100	-	-	18,767	842	-	12,738	30,315	14,827	121,983	296,290
40	15,499	28,995	-	-	18,767	795	-	12,738	30,342	14,878	122,014	296,320
41	15,579	28,915	-	-	18,767	819	-	12,738	30,273	14,899	121,990	296,269
42	15,485	29,009	-	-	18,767	826	-	12,738	30,355	14,818	121,998	296,048
43	15,548	28,947	-	-	18,767	835	-	12,738	30,256	14,893	121,984	296,179
44	15,424	29,070	-	-	18,767	835	-	12,738	30,303	14,818	121,955	296,388

45	15,551	28,943	-	-	18,767	836	-	12,738	30,323	14,843	122,001	296,096
46	15,490	29,004	-	-	18,767	810	-	12,738	30,380	14,813	122,002	296,121
47	15,501	28,993	-	-	18,767	831	-	12,738	30,308	14,839	121,977	295,873
48	15,484	29,010	-	-	18,767	853	-	12,738	30,319	14,850	122,022	296,335
49	15,680	28,809	-	-	18,767	826	-	12,738	30,296	14,875	121,991	295,928
50	15,462	29,032	-	-	18,767	821	-	12,738	30,358	14,829	122,008	296,357
51	15,524	28,970	-	-	18,767	849	-	12,738	30,346	14,764	121,959	296,223
52	15,480	29,013	-	-	18,767	834	-	12,738	30,341	14,829	122,004	296,326
53	15,500	28,994	-	-	18,767	819	-	12,738	30,228	14,943	121,989	296,110
54	15,545	28,949	-	-	18,767	828	-	12,738	30,362	14,806	121,995	296,181
55	15,469	29,023	-	-	18,767	821	-	12,738	30,351	14,835	122,005	296,294
56	15,530	28,962	-	-	18,767	824	-	12,738	30,346	14,830	121,998	296,128
57	15,611	28,880	-	-	18,767	857	-	12,738	30,271	14,853	121,978	295,808
58	15,492	29,002	-	-	18,767	825	-	12,738	30,296	14,875	121,995	296,264
59	15,437	29,057	-	-	18,767	855	-	12,738	30,342	14,804	122,001	296,580
60	15,433	29,061	-	-	18,767	831	-	12,738	30,267	14,843	121,939	296,373
61	15,560	28,934	-	-	18,767	844	-	12,738	30,276	14,894	122,012	296,175
62	15,508	28,986	-	-	18,767	802	-	12,738	30,347	14,862	122,011	296,195
63	15,388	29,106	-	-	18,767	823	-	12,738	30,276	14,891	121,989	296,461
64	15,528	28,966	-	-	18,767	808	-	12,738	30,329	14,873	122,010	296,076
65	15,564	28,930	1	-	18,767	809	-	12,738	30,396	14,823	122,026	296,051
66	15,564	28,929	-	-	18,767	822	-	12,738	30,299	14,889	122,009	296,352
67	15,407	29,087	-	-	18,767	827	-	12,738	30,218	14,943	121,987	296,408
68	15,503	28,991	-	-	18,767	837	-	12,738	30,289	14,849	121,974	296,351
69	15,418	29,077	-	-	18,767	842	-	12,738	30,219	14,897	121,957	296,291
70	15,485	29,009	-	-	18,767	841	-	12,738	30,326	14,850	122,017	296,220
71	15,504	28,990	-	-	18,767	813	-	12,738	30,298	14,881	121,992	296,273
72	15,455	29,038	-	-	18,767	793	-	12,738	30,288	14,901	121,981	296,303
73	15,516	28,978	-	-	18,767	822	-	12,738	30,314	14,835	121,970	296,092
74	15,529	28,965	-	-	18,767	809	-	12,738	30,291	14,895	121,994	296,469
75	15,490	29,004	-	-	18,767	816	-	12,738	30,339	14,838	121,994	296,318
76	15,604	28,890	-	-	18,767	833	-	12,738	30,337	14,847	122,016	296,180
77	15,610	28,884	-	-	18,767	850	-	12,738	30,325	14,828	122,003	296,006
78	15,561	28,933	-	-	18,767	846	-	12,738	30,242	14,908	121,996	296,105
79	15,498	28,996	-	-	18,767	827	-	12,738	30,369	14,816	122,011	296,154
80	15,447	29,047	-	-	18,767	806	-	12,738	30,331	14,864	122,000	296,405
81	15,446	29,048	-	-	18,767	822	-	12,738	30,341	14,848	122,009	296,255
82	15,496	28,998	-	-	18,767	802	-	12,738	30,338	14,874	122,013	296,207
83	15,471	29,023	-	-	18,767	788	-	12,738	30,312	14,875	121,974	296,299
84	15,567	28,927	-	-	18,767	817	-	12,738	30,353	14,863	122,033	296,086
85	15,573	28,921	-	-	18,767	833	-	12,738	30,370	14,797	121,999	296,129
86	15,461	29,033	-	-	18,767	813	-	12,738	30,339	14,803	121,954	296,499
87	15,450	29,043	-	-	18,767	780	-	12,738	30,367	14,866	122,011	296,475
88	15,577	28,916	-	-	18,767	822	-	12,738	30,341	14,831	121,992	296,077
89	15,529	28,965	-	-	18,767	846	-	12,738	30,411	14,722	121,979	295,891
90	15,496	28,998	-	-	18,767	833	-	12,738	30,322	14,858	122,012	296,405
91	15,536	28,958	-	-	18,767	857	-	12,738	30,199	14,944	121,998	296,249
92	15,581	28,912	-	-	18,767	842	-	12,738	30,265	14,909	122,016	295,809

<b>93</b>	15,584	28,910	-	-	18,767	788	-	12,738	30,255	14,945	121,988	295,940
<b>94</b>	15,516	28,977	-	-	18,767	840	-	12,738	30,345	14,806	121,989	296,202
<b>95</b>	15,508	28,983	-	-	18,766	836	-	12,738	30,172	14,968	121,971	296,167
<b>96</b>	15,447	29,047	-	-	18,767	822	-	12,738	30,413	14,776	122,011	296,562
<b>97</b>	15,520	28,974	-	-	18,767	821	-	12,738	30,325	14,888	122,034	296,342
<b>98</b>	15,516	28,978	-	-	18,767	846	-	12,738	30,320	14,818	121,984	296,245
<b>99</b>	15,512	28,981	-	-	18,767	795	-	12,738	30,321	14,883	121,997	296,191
<b>100</b>	15,515	28,979	-	-	18,767	830	-	12,738	30,330	14,845	122,004	296,147

<b>MIN</b>	15,330	28,809	-	-	18,766	780	-	12,738	30,172	14,722	121,939	295,808
<b>MED</b>	15,497	28,996	0	-	18,767	825	-	12,738	30,317	14,855	121,996	296,233
<b>MAX</b>	15,680	29,165	25	-	18,768	860	-	12,738	30,426	14,968	122,066	296,580
<b>DESV</b>	60	60	3	-	0	16	-	0	50	43	21	162
<b>VAR</b>	3,540	3,592	6	-	0	263	-	0	2,531	1,840	423	26,148

## Escenario 4 año 2011

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	40,011	3,954	741	13,116	13,169	53,307	27,166	19,502	17,552	9,609	198,127	456,762
2	40,198	3,859	649	13,116	13,169	53,217	27,166	19,502	17,552	9,699	198,127	456,024
3	40,017	4,001	688	13,116	13,169	53,167	27,166	19,502	17,552	9,749	198,127	456,601
4	40,107	3,971	628	13,116	13,169	53,199	27,166	19,502	17,552	9,716	198,127	456,312
5	40,180	3,864	662	13,116	13,169	53,111	27,166	19,502	17,552	9,805	198,127	456,239
6	40,052	3,997	657	13,116	13,169	53,171	27,166	19,502	17,552	9,745	198,127	456,298
7	39,965	4,029	712	13,116	13,169	53,189	27,166	19,502	17,552	9,727	198,127	456,464
8	40,294	3,747	664	13,116	13,169	53,209	27,166	19,502	17,552	9,707	198,127	455,953
9	40,101	3,927	678	13,116	13,169	53,199	27,166	19,502	17,552	9,716	198,127	456,377
10	40,166	3,852	688	13,116	13,169	53,175	27,166	19,502	17,552	9,740	198,127	456,071
11	40,006	4,020	679	13,116	13,169	53,219	27,166	19,502	17,552	9,696	198,126	456,488
12	40,492	3,556	658	13,116	13,169	53,147	27,166	19,502	17,552	9,769	198,127	455,615
13	40,230	3,833	643	13,116	13,169	53,134	27,166	19,502	17,552	9,782	198,126	455,937
14	40,153	3,905	648	13,116	13,169	53,214	27,166	19,502	17,552	9,702	198,128	456,112
15	40,337	3,748	621	13,116	13,169	53,273	27,166	19,502	17,552	9,642	198,126	456,095
16	40,345	3,723	637	13,116	13,169	53,099	27,166	19,502	17,552	9,816	198,127	455,578
17	40,092	3,847	768	13,116	13,169	53,200	27,166	19,502	17,552	9,716	198,128	456,535
18	40,247	3,755	704	13,116	13,169	53,230	27,166	19,502	17,552	9,685	198,127	456,038
19	39,999	4,065	642	13,116	13,169	53,212	27,166	19,502	17,552	9,703	198,127	456,314
20	40,350	3,692	664	13,116	13,169	53,113	27,166	19,502	17,552	9,803	198,127	455,986
21	40,094	3,960	653	13,116	13,169	53,183	27,166	19,502	17,552	9,733	198,128	456,486
22	39,899	4,093	714	13,116	13,169	53,197	27,166	19,502	17,552	9,718	198,127	456,613
23	39,853	4,116	726	13,116	13,169	53,126	27,166	19,502	17,552	9,788	198,114	456,721
24	40,190	3,830	687	13,116	13,169	53,230	27,166	19,502	17,552	9,686	198,128	456,229
25	40,135	3,832	739	13,116	13,169	53,134	27,166	19,502	17,552	9,782	198,128	456,006
26	40,300	3,710	697	13,116	13,169	53,237	27,166	19,502	17,552	9,679	198,128	456,037
27	39,861	4,196	649	13,116	13,169	53,194	27,166	19,502	17,552	9,722	198,127	456,706
28	40,203	3,884	619	13,116	13,169	53,239	27,166	19,502	17,552	9,677	198,127	455,904
29	40,061	4,020	624	13,116	13,169	53,194	27,166	19,502	17,552	9,721	198,126	456,283
30	40,189	3,892	624	13,116	13,169	53,184	27,166	19,502	17,552	9,732	198,127	456,151
31	40,091	3,903	712	13,116	13,169	53,165	27,166	19,502	17,552	9,751	198,127	456,250
32	40,098	3,946	662	13,116	13,169	53,161	27,166	19,502	17,552	9,755	198,127	456,306
33	40,119	3,978	608	13,116	13,169	53,153	27,166	19,502	17,552	9,762	198,126	456,450
34	40,063	3,897	746	13,116	13,169	53,150	27,166	19,502	17,552	9,766	198,128	456,400
35	40,342	3,739	625	13,116	13,169	53,229	27,166	19,502	17,552	9,687	198,127	456,116
36	40,189	3,830	686	13,116	13,169	53,194	27,166	19,502	17,552	9,722	198,127	456,399
37	40,159	3,891	657	13,116	13,169	53,130	27,166	19,502	17,552	9,786	198,127	456,172
38	40,150	3,905	651	13,116	13,169	53,184	27,166	19,502	17,552	9,732	198,127	456,115
39	40,237	3,737	731	13,116	13,169	53,085	27,166	19,502	17,552	9,831	198,127	455,837
40	40,080	3,878	748	13,116	13,169	53,179	27,166	19,502	17,552	9,736	198,127	456,008
41	40,216	3,805	685	13,116	13,169	53,208	27,166	19,502	17,552	9,707	198,126	456,036
42	40,495	3,535	676	13,116	13,169	53,190	27,166	19,502	17,552	9,726	198,127	455,599
43	39,925	4,037	745	13,116	13,169	53,162	27,166	19,502	17,552	9,753	198,127	456,888
44	40,157	3,847	701	13,116	13,169	53,218	27,166	19,502	17,552	9,698	198,126	456,297

45	40,152	3,961	593	13,116	13,169	53,127	27,166	19,502	17,552	9,789	198,127	456,320
46	39,874	4,130	702	13,116	13,169	53,146	27,166	19,502	17,552	9,770	198,127	456,537
47	40,372	3,701	633	13,116	13,169	53,190	27,166	19,502	17,552	9,725	198,127	455,578
48	40,352	3,661	693	13,116	13,169	53,159	27,166	19,502	17,552	9,756	198,127	455,822
49	40,273	3,717	716	13,116	13,169	53,156	27,166	19,502	17,552	9,760	198,127	456,030
50	39,918	4,021	767	13,116	13,169	53,180	27,166	19,502	17,552	9,735	198,127	456,635
51	39,766	4,166	773	13,116	13,169	53,113	27,166	19,502	17,552	9,803	198,127	456,760
52	40,556	3,518	631	13,116	13,169	53,099	27,166	19,502	17,552	9,817	198,127	455,447
53	40,096	3,912	698	13,116	13,169	53,168	27,166	19,502	17,552	9,748	198,127	456,240
54	39,967	3,969	770	13,116	13,169	53,206	27,166	19,502	17,552	9,710	198,127	456,528
55	40,070	4,027	606	13,116	13,169	53,198	27,166	19,502	17,552	9,717	198,124	456,191
56	39,844	4,135	727	13,116	13,169	53,223	27,166	19,502	17,552	9,692	198,126	457,020
57	40,315	3,741	649	13,116	13,169	53,189	27,166	19,502	17,552	9,726	198,127	455,894
58	40,208	3,796	702	13,116	13,169	53,159	27,166	19,502	17,552	9,757	198,127	455,826
59	40,213	3,775	718	13,116	13,169	53,224	27,166	19,502	17,552	9,692	198,127	456,136
60	40,300	3,777	630	13,116	13,169	53,208	27,166	19,502	17,552	9,708	198,127	455,846
61	39,931	4,104	670	13,116	13,169	53,127	27,166	19,502	17,552	9,789	198,127	456,392
62	40,011	3,969	726	13,116	13,169	53,136	27,166	19,502	17,552	9,780	198,127	456,625
63	40,126	3,812	769	13,116	13,169	53,143	27,166	19,502	17,552	9,773	198,128	455,919
64	40,013	4,066	627	13,116	13,169	53,199	27,166	19,502	17,552	9,717	198,127	456,501
65	40,289	3,851	565	13,116	13,169	53,289	27,166	19,502	17,552	9,627	198,126	455,952
66	39,940	4,022	744	13,116	13,169	53,160	27,166	19,502	17,552	9,756	198,126	456,423
67	40,223	3,704	780	13,116	13,169	53,226	27,166	19,502	17,552	9,690	198,128	456,142
68	40,129	3,844	734	13,116	13,169	53,165	27,166	19,502	17,552	9,751	198,127	456,518
69	40,256	3,846	604	13,116	13,169	53,143	27,166	19,502	17,552	9,773	198,127	456,098
70	40,164	3,905	635	13,116	13,169	53,238	27,166	19,502	17,552	9,677	198,124	456,230
71	40,105	3,864	737	13,116	13,169	53,201	27,166	19,502	17,552	9,715	198,128	456,458
72	39,953	4,054	700	13,116	13,169	53,137	27,166	19,502	17,552	9,778	198,127	456,601
73	40,228	3,792	686	13,116	13,169	53,170	27,166	19,502	17,552	9,746	198,127	455,883
74	39,898	4,111	698	13,116	13,169	53,125	27,166	19,502	17,552	9,791	198,127	456,570
75	40,170	3,878	658	13,116	13,169	53,165	27,166	19,502	17,552	9,750	198,127	456,110
76	40,171	3,865	670	13,116	13,169	53,161	27,166	19,502	17,552	9,755	198,127	456,224
77	39,817	4,099	791	13,116	13,169	53,209	27,166	19,502	17,552	9,706	198,126	456,672
78	40,362	3,636	708	13,116	13,169	53,138	27,166	19,502	17,552	9,778	198,127	456,005
79	40,280	3,712	714	13,116	13,169	53,199	27,166	19,502	17,552	9,717	198,126	455,945
80	40,316	3,701	689	13,116	13,169	53,132	27,166	19,502	17,552	9,784	198,126	455,599
81	40,309	3,713	684	13,116	13,169	53,260	27,166	19,502	17,552	9,656	198,127	455,973
82	40,000	4,064	642	13,116	13,169	53,203	27,166	19,502	17,552	9,712	198,127	456,302
83	40,306	3,719	681	13,116	13,169	53,311	27,166	19,502	17,552	9,606	198,128	456,083
84	40,303	3,785	618	13,116	13,169	53,232	27,166	19,502	17,552	9,683	198,127	456,309
85	40,453	3,583	670	13,116	13,169	53,200	27,166	19,502	17,552	9,716	198,127	455,706
86	40,078	3,887	742	13,116	13,169	53,093	27,166	19,502	17,552	9,823	198,127	456,196
87	40,298	3,770	637	13,116	13,169	53,128	27,166	19,502	17,552	9,787	198,126	455,797
88	40,122	3,909	675	13,116	13,169	53,211	27,166	19,502	17,552	9,706	198,128	456,238
89	39,869	4,133	704	13,116	13,169	53,218	27,166	19,502	17,552	9,698	198,127	457,090
90	39,994	4,048	664	13,116	13,169	53,184	27,166	19,502	17,552	9,732	198,127	456,580
91	40,070	3,906	730	13,116	13,169	53,195	27,166	19,502	17,552	9,721	198,127	456,295
92	39,774	4,170	761	13,116	13,169	53,167	27,166	19,502	17,552	9,748	198,127	456,846



<b>93</b>	40,306	3,715	685	13,116	13,169	53,123	27,166	19,502	17,552	9,793	198,127	455,906
<b>94</b>	40,008	4,022	677	13,116	13,169	53,140	27,166	19,502	17,552	9,775	198,127	456,394
<b>95</b>	40,158	3,807	741	13,117	13,169	53,154	27,166	19,502	17,552	9,763	198,129	456,298
<b>96</b>	40,219	3,847	640	13,116	13,169	53,195	27,166	19,502	17,552	9,721	198,128	455,788
<b>97</b>	40,124	3,898	684	13,116	13,169	53,149	27,166	19,502	17,552	9,767	198,127	456,049
<b>98</b>	40,287	3,766	653	13,116	13,169	53,159	27,166	19,502	17,552	9,757	198,127	456,101
<b>99</b>	40,348	3,701	657	13,116	13,169	53,222	27,166	19,502	17,552	9,693	198,127	455,963
<b>100</b>	39,926	4,074	707	13,116	13,169	53,154	27,166	19,502	17,552	9,761	198,127	456,520

<b>MIN</b>	39,766	3,518	565	13,116	13,169	53,085	27,166	19,502	17,552	9,606	198,114	455,447
<b>MED</b>	40,141	3,882	684	13,116	13,169	53,180	27,166	19,502	17,552	9,735	198,127	456,219
<b>MAX</b>	40,556	4,196	791	13,117	13,169	53,311	27,166	19,502	17,552	9,831	198,129	457,090
<b>DESV</b>	167	152	47	0	0	45	0	0	0	45	1	333
<b>VAR</b>	27,815	23,091	2,247	0	0	1,987	0	0	0	1,986	2	110,632

## Escenario 4 año 2012

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	37,021	6,771	1,127	4,856	17,243	49,412	25,961	13,273	23,974	14,691	194,329	473,135
2	36,961	6,793	1,164	4,856	17,243	49,525	25,958	13,312	23,902	14,619	194,334	473,180
3	36,898	6,930	1,091	4,856	17,241	49,425	25,977	13,334	23,876	14,709	194,338	472,771
4	37,051	6,754	1,113	4,856	17,243	49,417	25,925	13,413	23,884	14,674	194,331	472,618
5	36,755	6,953	1,211	4,856	17,241	49,450	25,925	13,313	23,926	14,687	194,318	473,431
6	36,674	7,057	1,187	4,856	17,239	49,370	25,960	13,347	23,892	14,744	194,326	473,556
7	36,965	6,794	1,159	4,856	17,240	49,440	25,896	13,292	23,900	14,744	194,287	472,556
8	36,967	6,787	1,165	4,856	17,239	49,393	25,924	13,406	23,857	14,711	194,306	472,717
9	36,760	6,925	1,234	4,856	17,239	49,358	25,946	13,371	23,902	14,735	194,325	473,137
10	36,647	7,052	1,220	4,856	17,239	49,467	25,923	13,357	23,881	14,664	194,305	473,754
11	37,157	6,616	1,145	4,856	17,239	49,370	25,935	13,313	23,907	14,774	194,312	472,386
12	36,755	6,979	1,185	4,856	17,240	49,514	25,950	13,371	23,854	14,632	194,335	473,366
13	36,646	7,139	1,134	4,856	17,240	49,453	25,939	13,342	23,915	14,662	194,325	473,674
14	37,170	6,653	1,096	4,856	17,243	49,349	25,966	13,361	23,896	14,750	194,340	472,316
15	36,810	6,889	1,219	4,856	17,244	49,374	25,938	13,369	23,887	14,754	194,341	473,277
16	36,792	7,000	1,126	4,856	17,241	49,428	25,934	13,391	23,875	14,680	194,324	473,108
17	37,056	6,766	1,097	4,856	17,244	49,453	25,977	13,320	23,945	14,628	194,341	472,584
18	36,820	6,883	1,215	4,856	17,242	49,392	25,928	13,327	23,947	14,691	194,301	473,094
19	36,430	7,301	1,187	4,856	17,240	49,390	25,921	13,382	23,913	14,689	194,309	474,146
20	36,865	6,825	1,229	4,856	17,238	49,491	25,934	13,257	23,981	14,618	194,294	473,626
21	36,607	7,144	1,167	4,856	17,237	49,376	25,932	13,380	23,850	14,762	194,312	473,383
22	36,975	6,787	1,156	4,856	17,244	49,398	25,895	13,353	23,920	14,709	194,293	472,935
23	37,183	6,600	1,134	4,856	17,243	49,354	25,940	13,372	23,939	14,703	194,325	472,273
24	36,760	6,948	1,210	4,856	17,240	49,432	25,956	13,351	23,870	14,693	194,317	473,929
25	36,955	6,820	1,143	4,856	17,242	49,380	25,914	13,273	23,950	14,774	194,306	473,093
26	36,722	7,094	1,103	4,856	17,242	49,417	25,927	13,382	23,909	14,653	194,306	473,392
27	36,899	6,775	1,244	4,856	17,241	49,468	25,954	13,355	23,863	14,673	194,329	473,506
28	36,926	6,853	1,139	4,856	17,244	49,430	25,967	13,298	23,903	14,719	194,335	472,679
29	37,073	6,699	1,147	4,856	17,243	49,397	25,946	13,367	23,883	14,692	194,302	473,008
30	36,961	6,854	1,103	4,856	17,244	49,448	25,941	13,363	23,911	14,657	194,340	473,245
31	36,925	6,791	1,202	4,856	17,241	49,376	25,903	13,304	23,996	14,699	194,293	473,096
32	37,036	6,773	1,109	4,856	17,243	49,435	25,906	13,395	23,892	14,674	194,319	472,573
33	36,685	7,065	1,168	4,856	17,237	49,376	25,901	13,339	23,951	14,730	194,309	473,392
34	36,818	6,958	1,142	4,856	17,241	49,406	25,911	13,334	23,947	14,694	194,307	472,922
35	37,168	6,685	1,066	4,856	17,241	49,386	25,960	13,337	23,946	14,693	194,337	472,340
36	36,808	6,862	1,248	4,856	17,243	49,393	25,946	13,336	23,937	14,691	194,321	473,205
37	36,873	6,852	1,194	4,856	17,240	49,415	25,872	13,385	23,899	14,710	194,295	472,845
38	36,753	6,998	1,168	4,856	17,241	49,441	25,926	13,357	23,914	14,655	194,309	473,389
39	36,795	6,935	1,188	4,856	17,244	49,366	25,979	13,350	23,940	14,687	194,342	473,678
40	36,950	6,701	1,266	4,856	17,242	49,340	25,915	13,382	23,909	14,755	194,317	472,784
41	36,999	6,836	1,083	4,856	17,239	49,416	25,938	13,380	23,891	14,686	194,326	472,653
42	36,942	6,845	1,132	4,856	17,243	49,419	25,922	13,351	23,983	14,632	194,325	473,139
43	36,799	6,859	1,260	4,856	17,242	49,325	25,955	13,301	23,948	14,777	194,324	473,448
44	37,090	6,657	1,171	4,856	17,241	49,470	25,941	13,326	23,902	14,683	194,336	472,720
45	37,049	6,793	1,076	4,856	17,241	49,365	25,918	13,378	23,934	14,710	194,320	472,777

46	37,112	6,657	1,149	4,856	17,241	49,359	25,918	13,376	23,899	14,741	194,308	472,163
47	36,801	6,981	1,136	4,856	17,245	49,401	25,993	13,357	23,832	14,741	194,343	472,995
48	37,062	6,667	1,189	4,856	17,240	49,377	25,911	13,458	23,830	14,729	194,318	472,190
49	36,830	6,849	1,240	4,856	17,241	49,409	25,949	13,316	23,983	14,647	194,320	473,543
50	36,684	7,050	1,178	4,856	17,239	49,406	25,948	13,355	23,926	14,683	194,325	473,587
51	36,819	6,856	1,243	4,856	17,241	49,376	25,938	13,356	23,949	14,687	194,323	473,064
52	37,104	6,704	1,110	4,856	17,243	49,428	25,958	13,342	23,909	14,683	194,337	472,696
53	36,945	6,861	1,113	4,856	17,239	49,371	25,905	13,334	23,960	14,733	194,317	472,778
54	36,765	7,024	1,129	4,856	17,244	49,440	25,915	13,290	23,973	14,670	194,306	473,391
55	36,874	6,921	1,124	4,856	17,243	49,425	25,939	13,332	23,959	14,639	194,311	473,062
56	37,073	6,698	1,147	4,856	17,240	49,413	25,881	13,330	23,901	14,738	194,278	472,442
57	37,181	6,629	1,109	4,856	17,241	49,388	25,963	13,300	23,922	14,746	194,335	472,236
58	36,452	7,241	1,225	4,856	17,239	49,377	25,858	13,330	23,923	14,749	194,251	474,241
59	37,335	6,467	1,116	4,856	17,245	49,409	25,915	13,378	23,874	14,734	194,329	471,561
60	36,827	6,917	1,176	4,856	17,240	49,507	25,965	13,349	23,923	14,574	194,334	473,561
61	36,890	6,925	1,104	4,856	17,241	49,457	25,930	13,355	23,898	14,667	194,323	473,012
62	36,976	6,719	1,223	4,856	17,242	49,433	25,939	13,276	23,981	14,688	194,334	473,139
63	36,850	6,870	1,198	4,856	17,245	49,475	25,926	13,367	23,888	14,653	194,328	472,834
64	37,076	6,708	1,134	4,856	17,241	49,336	25,918	13,419	23,890	14,750	194,329	472,227
65	36,902	6,937	1,080	4,856	17,241	49,450	25,913	13,323	23,893	14,688	194,283	473,020
66	37,151	6,676	1,092	4,856	17,241	49,346	25,902	13,330	23,943	14,743	194,280	472,499
67	36,746	6,987	1,186	4,856	17,241	49,377	25,965	13,336	23,905	14,725	194,324	473,172
68	37,031	6,737	1,150	4,856	17,243	49,400	25,942	13,322	23,867	14,767	194,316	472,754
69	37,157	6,530	1,231	4,856	17,243	49,378	25,921	13,306	23,963	14,740	194,326	472,461
70	36,823	6,970	1,126	4,856	17,239	49,412	25,909	13,386	23,949	14,645	194,315	473,431
71	37,035	6,733	1,151	4,856	17,242	49,435	25,962	13,257	23,946	14,704	194,321	472,509
72	37,101	6,661	1,156	4,856	17,243	49,494	25,936	13,367	23,899	14,621	194,334	473,206
73	37,193	6,655	1,071	4,856	17,241	49,404	25,904	13,387	23,910	14,696	194,316	472,363
74	37,271	6,476	1,172	4,856	17,245	49,385	25,927	13,441	23,813	14,754	194,340	472,051
75	36,869	6,854	1,196	4,856	17,243	49,375	25,887	13,328	23,972	14,725	194,305	473,450
76	36,838	6,941	1,140	4,856	17,238	49,404	25,898	13,397	23,863	14,712	194,288	473,171
77	36,895	6,747	1,276	4,856	17,243	49,349	25,911	13,392	23,916	14,721	194,306	472,635
78	36,531	7,235	1,153	4,856	17,241	49,358	25,870	13,396	23,914	14,721	194,275	473,621
79	37,155	6,630	1,133	4,856	17,245	49,408	25,959	13,304	23,973	14,680	194,344	473,117
80	36,726	6,998	1,194	4,856	17,239	49,461	25,939	13,252	23,963	14,676	194,305	473,501
81	37,186	6,671	1,062	4,856	17,242	49,480	25,920	13,376	23,911	14,615	194,320	472,597
82	36,994	6,775	1,150	4,856	17,244	49,410	25,906	13,355	23,933	14,689	194,312	472,690
83	36,679	7,011	1,229	4,856	17,240	49,456	25,879	13,342	23,892	14,691	194,276	473,556
84	36,672	6,986	1,261	4,856	17,241	49,478	25,936	13,286	23,942	14,652	194,309	473,511
85	37,094	6,667	1,157	4,856	17,244	49,446	25,995	13,257	23,933	14,693	194,343	472,752
86	36,867	6,854	1,197	4,856	17,245	49,440	25,963	13,328	23,908	14,670	194,330	472,893
87	36,562	7,077	1,279	4,856	17,243	49,344	25,908	13,378	23,909	14,756	194,313	473,641
88	36,968	6,746	1,204	4,856	17,241	49,334	25,908	13,310	23,990	14,741	194,298	472,883
89	36,569	7,195	1,154	4,856	17,240	49,429	25,915	13,343	23,871	14,738	194,311	473,668
90	36,763	6,908	1,248	4,856	17,240	49,333	25,916	13,399	23,928	14,728	194,321	473,442
91	36,888	6,843	1,187	4,856	17,239	49,421	25,912	13,370	23,883	14,701	194,301	473,433
92	37,106	6,600	1,212	4,856	17,240	49,454	25,976	13,311	23,896	14,684	194,335	472,543
93	37,347	6,501	1,071	4,856	17,244	49,384	25,893	13,385	23,846	14,756	194,282	471,896

<b>94</b>	36,601	7,111	1,207	4,856	17,239	49,453	25,924	13,385	23,868	14,668	194,312	473,950
<b>95</b>	36,889	6,828	1,202	4,856	17,243	49,355	25,928	13,289	24,007	14,740	194,336	473,293
<b>96</b>	36,766	6,913	1,240	4,856	17,241	49,408	25,937	13,316	23,974	14,657	194,307	473,253
<b>97</b>	36,765	6,981	1,173	4,856	17,239	49,373	25,940	13,299	23,963	14,733	194,323	473,663
<b>98</b>	37,339	6,395	1,185	4,856	17,242	49,387	25,919	13,400	23,928	14,687	194,338	471,798
<b>99</b>	36,964	6,806	1,148	4,856	17,241	49,418	25,926	13,317	23,966	14,666	194,309	472,900
<b>100</b>	37,142	6,755	1,022	4,856	17,245	49,350	25,938	13,286	23,959	14,763	194,315	472,651

<b>MIN</b>	36,430	6,395	1,022	4,856	17,237	49,325	25,858	13,252	23,813	14,574	194,251	471,561
<b>MED</b>	36,912	6,842	1,165	4,856	17,241	49,409	25,930	13,345	23,917	14,700	194,317	473,015
<b>MAX</b>	37,347	7,301	1,279	4,856	17,245	49,525	25,995	13,458	24,007	14,777	194,344	474,241
<b>DESV</b>	195	175	54	0	2	44	27	41	40	42	18	522
<b>VAR</b>	37,933	30,704	2,958	0	4	1,918	708	1,707	1,596	1,757	325	272,100

## Escenario 4 año 2013

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	26,010	15,458	3,340	330	16,794	-	7,244	19,717	54,491	14,853	158,236	392,506
2	25,851	15,761	3,194	330	16,794	-	7,322	19,656	54,427	14,871	158,206	393,007
3	26,007	15,709	3,091	330	16,794	-	7,347	19,659	54,456	14,825	158,220	392,504
4	26,117	15,479	3,211	330	16,794	-	7,244	19,718	54,447	14,902	158,244	392,194
5	25,921	15,540	3,346	330	16,794	-	7,236	19,745	54,489	14,815	158,217	392,753
6	25,994	15,664	3,149	330	16,794	-	7,279	19,687	54,540	14,779	158,216	392,369
7	26,055	15,475	3,278	330	16,794	-	7,266	19,685	54,464	14,899	158,244	392,218
8	25,948	15,758	3,102	330	16,794	-	7,238	19,692	54,480	14,867	158,209	392,753
9	25,729	16,069	3,010	330	16,794	-	7,272	19,728	54,441	14,820	158,192	392,971
10	26,094	15,400	3,314	330	16,794	-	7,322	19,742	54,484	14,779	158,259	392,340
11	25,971	15,679	3,158	330	16,794	-	7,308	19,636	54,506	14,857	158,238	392,734
12	25,966	15,722	3,118	330	16,794	-	7,318	19,726	54,461	14,802	158,238	392,564
13	25,830	15,693	3,285	330	16,794	-	7,348	19,682	54,452	14,802	158,216	392,929
14	26,069	15,431	3,307	330	16,794	-	7,279	19,715	54,446	14,866	158,237	392,129
15	25,720	15,734	3,353	330	16,794	-	7,262	19,679	54,497	14,847	158,215	393,263
16	25,863	15,762	3,183	330	16,794	-	7,312	19,706	54,511	14,755	158,216	392,810
17	25,942	15,600	3,266	330	16,794	-	7,266	19,695	54,469	14,868	158,229	392,426
18	26,091	15,548	3,169	330	16,794	-	7,360	19,687	54,436	14,827	158,241	392,267
19	25,801	15,823	3,183	330	16,794	-	7,342	19,625	54,525	14,800	158,223	392,751
20	25,768	15,944	3,096	330	16,794	-	7,304	19,669	54,479	14,814	158,196	393,049
21	25,944	15,834	3,029	330	16,794	-	7,333	19,670	54,503	14,805	158,242	392,690
22	26,012	15,569	3,226	330	16,794	-	7,335	19,716	54,522	14,737	158,243	392,562
23	25,705	15,939	3,163	330	16,794	-	7,328	19,665	54,475	14,800	158,200	393,196
24	25,912	15,781	3,115	330	16,794	-	7,318	19,666	54,468	14,846	158,228	392,692
25	25,940	15,721	3,146	330	16,794	-	7,274	19,677	54,481	14,859	158,222	392,692
26	26,015	15,782	3,010	330	16,794	-	7,276	19,723	54,480	14,833	158,243	392,134
27	25,899	15,794	3,114	330	16,794	-	7,334	19,670	54,522	14,773	158,230	392,869
28	25,964	15,597	3,247	330	16,794	-	7,370	19,679	54,415	14,840	158,236	392,596
29	26,076	15,340	3,392	330	16,794	-	7,330	19,680	54,482	14,804	158,227	392,249
30	25,862	15,771	3,174	330	16,794	-	7,290	19,665	54,542	14,790	158,219	392,596
31	25,857	15,828	3,122	330	16,794	-	7,298	19,714	54,453	14,829	158,225	393,123
32	25,836	15,683	3,288	330	16,794	-	7,263	19,761	54,498	14,765	158,219	392,925
33	25,848	15,670	3,289	330	16,794	-	7,301	19,670	54,488	14,801	158,191	393,346
34	25,826	15,803	3,179	330	16,794	-	7,334	19,658	54,446	14,865	158,234	392,725
35	25,796	15,856	3,156	330	16,794	-	7,273	19,672	54,481	14,857	158,215	392,811
36	25,725	15,824	3,259	330	16,794	-	7,265	19,639	54,435	14,944	158,215	393,345
37	25,865	15,720	3,222	330	16,794	-	7,300	19,651	54,420	14,914	158,217	392,785
38	25,961	15,629	3,217	330	16,794	-	7,296	19,714	54,545	14,748	158,234	392,514
39	25,980	15,508	3,319	330	16,794	-	7,324	19,680	54,413	14,884	158,233	392,583
40	26,221	15,490	3,097	330	16,794	-	7,172	19,727	54,503	14,914	158,248	391,800
41	25,773	15,815	3,218	330	16,794	-	7,272	19,725	54,425	14,856	158,209	393,208
42	25,959	15,617	3,232	330	16,794	-	7,283	19,724	54,544	14,766	158,249	392,555
43	25,790	15,769	3,248	330	16,794	-	7,283	19,669	54,513	14,810	158,205	392,975
44	26,047	15,564	3,196	330	16,794	-	7,269	19,742	54,514	14,786	158,243	392,163

45	25,970	15,602	3,236	330	16,794	-	7,338	19,676	54,459	14,816	158,220	392,624
46	25,718	15,926	3,163	330	16,794	-	7,336	19,601	54,541	14,801	158,210	393,512
47	26,006	15,649	3,153	330	16,794	-	7,291	19,697	54,437	14,886	158,242	392,293
48	25,839	16,056	2,912	330	16,794	-	7,390	19,614	54,405	14,867	158,207	392,572
49	25,860	15,702	3,244	330	16,794	-	7,256	19,712	54,463	14,847	158,209	393,058
50	25,857	15,700	3,250	330	16,794	-	7,375	19,607	54,481	14,789	158,183	393,135
51	25,742	15,826	3,239	330	16,794	-	7,284	19,701	54,566	14,728	158,210	392,909
52	25,930	15,736	3,141	330	16,794	-	7,275	19,674	54,463	14,876	158,219	392,904
53	25,940	15,687	3,180	330	16,794	-	7,214	19,725	54,483	14,875	158,230	392,424
54	25,905	15,704	3,199	330	16,794	-	7,303	19,682	54,434	14,875	158,227	392,615
55	25,847	15,801	3,160	330	16,794	-	7,257	19,704	54,516	14,819	158,228	392,720
56	25,840	15,683	3,285	330	16,794	-	7,258	19,731	54,480	14,818	158,219	393,133
57	25,826	15,764	3,218	330	16,794	-	7,350	19,591	54,451	14,917	158,241	392,831
58	25,938	15,763	3,106	330	16,794	-	7,286	19,682	54,485	14,825	158,209	392,443
59	26,097	15,487	3,223	330	16,794	-	7,387	19,693	54,466	14,742	158,220	392,191
60	25,884	15,727	3,196	330	16,794	-	7,277	19,728	54,467	14,830	158,233	392,765
61	25,881	15,673	3,254	330	16,794	-	7,277	19,729	54,428	14,861	158,226	393,020
62	26,030	15,368	3,409	330	16,794	-	7,248	19,721	54,439	14,901	158,240	392,505
63	25,764	15,890	3,153	330	16,794	-	7,314	19,610	54,437	14,920	158,212	393,014
64	25,848	15,832	3,127	330	16,794	-	7,292	19,725	54,499	14,778	158,226	392,714
65	25,909	15,799	3,100	330	16,794	-	7,234	19,673	54,493	14,891	158,222	392,468
66	26,181	15,316	3,310	330	16,794	-	7,289	19,711	54,488	14,818	158,237	391,998
67	25,981	15,787	3,040	330	16,794	-	7,236	19,770	54,528	14,779	158,244	392,437
68	25,885	15,841	3,081	330	16,794	-	7,232	19,735	54,543	14,772	158,213	392,805
69	26,048	15,722	3,037	330	16,794	-	7,265	19,696	54,511	14,855	158,260	392,176
70	25,993	15,566	3,248	330	16,794	-	7,332	19,638	54,471	14,873	158,247	392,337
71	25,966	15,663	3,177	330	16,794	-	7,327	19,664	54,446	14,814	158,183	392,571
72	25,976	15,527	3,304	330	16,794	-	7,240	19,691	54,492	14,869	158,223	392,900
73	25,891	15,735	3,181	330	16,794	-	7,277	19,654	54,487	14,865	158,214	392,633
74	25,884	15,673	3,250	330	16,794	-	7,267	19,679	54,482	14,847	158,206	392,843
75	25,959	15,531	3,317	330	16,794	-	7,241	19,726	54,521	14,816	158,235	392,525
76	25,899	15,722	3,185	330	16,794	-	7,293	19,663	54,467	14,851	158,205	392,706
77	25,934	15,687	3,187	330	16,794	-	7,357	19,640	54,474	14,826	158,228	392,510
78	26,020	15,652	3,135	330	16,794	-	7,278	19,719	54,481	14,814	158,224	392,471
79	25,891	15,793	3,123	330	16,794	-	7,303	19,721	54,517	14,760	158,231	392,575
80	25,862	15,747	3,198	330	16,794	-	7,276	19,651	54,522	14,829	158,209	392,575
81	25,788	15,814	3,206	330	16,794	-	7,352	19,615	54,496	14,829	158,224	392,881
82	26,006	15,634	3,167	330	16,794	-	7,319	19,756	54,470	14,764	158,241	392,367
83	25,920	15,672	3,216	330	16,794	-	7,250	19,723	54,496	14,826	158,228	392,621
84	25,824	15,766	3,218	330	16,794	-	7,182	19,737	54,505	14,865	158,220	393,005
85	25,871	15,585	3,352	330	16,794	-	7,285	19,641	54,515	14,844	158,218	392,933
86	25,838	15,792	3,177	330	16,794	-	7,305	19,679	54,435	14,852	158,202	392,649
87	25,782	15,829	3,195	330	16,794	-	7,293	19,680	54,461	14,837	158,201	393,187
88	25,848	15,661	3,298	330	16,794	-	7,302	19,677	54,460	14,839	158,208	392,824
89	26,110	15,769	2,928	330	16,794	-	7,282	19,772	54,452	14,813	158,251	391,969
90	26,101	15,518	3,189	330	16,794	-	7,250	19,724	54,514	14,822	158,242	392,398
91	26,006	15,603	3,198	330	16,794	-	7,317	19,741	54,503	14,759	158,253	392,520
92	26,034	15,747	3,027	330	16,794	-	7,247	19,762	54,539	14,768	158,248	392,267

<b>93</b>	25,849	15,658	3,300	330	16,794	-	7,314	19,696	54,450	14,821	158,212	392,979
<b>94</b>	25,767	15,872	3,168	330	16,794	-	7,290	19,720	54,453	14,798	158,191	393,092
<b>95</b>	25,529	16,023	3,255	330	16,794	-	7,382	19,658	54,422	14,823	158,217	393,444
<b>96</b>	26,006	15,567	3,234	330	16,794	-	7,275	19,671	54,499	14,838	158,215	392,602
<b>97</b>	25,995	15,646	3,167	330	16,794	-	7,224	19,802	54,447	14,833	158,237	392,540
<b>98</b>	25,733	15,818	3,256	330	16,794	-	7,246	19,685	54,467	14,865	158,195	393,240
<b>99</b>	25,819	15,768	3,221	330	16,794	-	7,316	19,725	54,436	14,819	158,229	392,826
<b>100</b>	26,027	15,603	3,178	330	16,794	-	7,285	19,706	54,598	14,722	158,242	392,477

<b>MIN</b>	25,529	15,316	2,912	330	16,794	-	7,172	19,591	54,405	14,722	158,183	391,800
<b>MED</b>	25,914	15,698	3,195	330	16,794	-	7,292	19,692	54,480	14,829	158,224	392,684
<b>MAX</b>	26,221	16,069	3,409	330	16,794	-	7,390	19,802	54,598	14,944	158,260	393,512
<b>DESV</b>	116	145	91	0	0	-	42	40	37	46	17	340
<b>VAR</b>	13,544	20,945	8,339	0	0	-	1,779	1,622	1,370	2,085	278	115,521

## Escenario 4 año 2014

REALIZACIÓN	TON M1	TON E4	TON F3	STOCK BL	TON SBL	TON B57	TON B68	TON B81	TON B95	TON B71	TON TOT	HORAS CAEX
1	17,333	23,196	3,965	-	18,767	847	-	12,738	30,297	14,912	122,055	296,263
2	17,326	23,364	3,804	-	18,767	835	-	12,738	30,368	14,820	122,022	296,056
3	17,351	23,247	3,895	-	18,767	801	-	12,738	30,341	14,888	122,028	295,862
4	17,230	23,299	3,964	-	18,767	839	-	12,738	30,439	14,780	122,056	296,296
5	17,186	23,269	4,038	-	18,767	801	-	12,738	30,408	14,823	122,031	296,513
6	17,264	23,403	3,825	-	18,767	821	-	12,738	30,337	14,846	122,001	296,126
7	17,220	23,271	4,002	-	18,767	822	-	12,738	30,379	14,820	122,020	296,241
8	17,322	23,156	4,015	-	18,767	851	-	12,738	30,427	14,824	122,101	296,283
9	17,230	23,296	3,967	-	18,767	823	-	12,738	30,428	14,815	122,065	296,242
10	17,199	23,237	4,057	-	18,767	846	-	12,738	30,356	14,825	122,025	296,452
11	17,215	23,363	3,915	-	18,767	852	-	12,738	30,302	14,878	122,033	296,397
12	17,277	23,394	3,821	-	18,767	821	-	12,738	30,480	14,754	122,052	296,130
13	17,202	23,261	4,031	-	18,767	829	-	12,738	30,388	14,795	122,011	296,436
14	17,279	23,259	3,957	-	18,767	814	-	12,738	30,331	14,871	122,017	296,080
15	17,336	23,185	3,973	-	18,767	809	-	12,738	30,352	14,903	122,063	296,014
16	17,311	23,323	3,860	-	18,767	848	-	12,738	30,317	14,886	122,051	296,036
17	17,230	23,412	3,851	-	18,767	847	-	12,738	30,348	14,848	122,042	296,385
18	17,254	23,468	3,771	-	18,767	813	-	12,738	30,459	14,774	122,045	296,396
19	17,275	23,327	3,892	-	18,767	836	-	12,738	30,323	14,904	122,063	295,783
20	17,260	23,290	3,942	-	18,767	825	-	12,738	30,408	14,833	122,063	296,416
21	17,301	23,286	3,907	-	18,767	807	-	12,738	30,351	14,873	122,029	296,272
22	17,283	23,139	4,071	-	18,767	829	-	12,738	30,444	14,785	122,056	296,472
23	17,249	23,238	4,005	-	18,767	818	-	12,738	30,457	14,786	122,059	296,320
24	17,258	23,296	3,940	-	18,767	812	-	12,738	30,319	14,867	121,997	296,259
25	17,244	23,235	4,014	-	18,767	821	-	12,738	30,364	14,868	122,052	296,435
26	17,367	22,829	4,298	-	18,767	832	-	12,738	30,288	14,908	122,027	296,340
27	17,346	23,354	3,795	-	18,767	822	-	12,738	30,309	14,929	122,059	295,875
28	17,229	23,180	4,084	-	18,767	826	-	12,738	30,425	14,789	122,039	296,372
29	17,278	23,409	3,807	-	18,767	823	-	12,738	30,459	14,793	122,074	296,139
30	17,154	23,148	4,192	-	18,767	804	-	12,738	30,315	14,913	122,032	296,836
31	17,189	23,307	3,998	-	18,767	838	-	12,738	30,447	14,801	122,085	296,239
32	17,327	23,312	3,855	-	18,767	825	-	12,738	30,406	14,815	122,046	296,051
33	17,282	23,261	3,951	-	18,767	812	-	12,738	30,405	14,834	122,050	296,160
34	17,210	23,335	3,948	-	18,767	823	-	12,738	30,282	14,920	122,025	296,305
35	17,253	23,192	4,049	-	18,767	855	-	12,738	30,277	14,916	122,047	296,481
36	17,285	23,331	3,878	-	18,767	819	-	12,738	30,312	14,912	122,043	296,315
37	17,175	23,045	4,274	-	18,767	819	-	12,738	30,336	14,866	122,020	296,872
38	17,222	23,353	3,919	-	18,767	844	-	12,738	30,251	14,911	122,005	296,227
39	17,198	23,166	4,129	-	18,767	845	-	12,738	30,317	14,877	122,037	296,569
40	17,225	23,381	3,888	-	18,767	821	-	12,738	30,363	14,848	122,031	296,336
41	17,273	23,135	4,086	-	18,767	813	-	12,738	30,388	14,799	121,999	296,445
42	17,162	23,538	3,794	-	18,767	817	-	12,738	30,399	14,837	122,053	296,352
43	17,131	23,405	3,958	-	18,767	857	-	12,738	30,382	14,822	122,060	296,461
44	17,322	23,286	3,887	-	18,767	843	-	12,738	30,404	14,757	122,004	295,986
45	17,347	23,352	3,794	-	18,767	836	-	12,738	30,381	14,822	122,038	295,928



46	17,173	23,136	4,184	-	18,767	812	-	12,738	30,380	14,868	122,060	296,715
47	17,254	23,518	3,722	-	18,767	827	-	12,738	30,268	14,940	122,033	296,126
48	17,158	23,235	4,101	-	18,767	835	-	12,738	30,395	14,812	122,041	296,622
49	17,306	23,078	4,108	-	18,767	821	-	12,738	30,379	14,837	122,033	296,462
50	17,254	23,112	4,127	-	18,767	797	-	12,738	30,426	14,818	122,039	296,495
51	17,343	23,107	4,044	-	18,768	835	-	12,738	30,394	14,844	122,074	296,375
52	17,145	23,405	3,942	-	18,767	831	-	12,738	30,267	14,906	122,002	296,505
53	17,323	23,157	4,014	-	18,767	831	-	12,738	30,336	14,892	122,058	296,234
54	17,462	22,966	4,066	-	18,768	809	-	12,738	30,375	14,869	122,052	296,067
55	17,184	23,408	3,902	-	18,767	795	-	12,738	30,343	14,897	122,034	296,447
56	17,269	23,149	4,075	-	18,767	842	-	12,738	30,412	14,795	122,048	296,174
57	17,296	23,129	4,069	-	18,767	821	-	12,738	30,358	14,852	122,031	296,393
58	17,332	23,098	4,064	-	18,767	820	-	12,738	30,379	14,886	122,085	296,176
59	17,305	23,349	3,836	-	18,767	799	-	12,738	30,420	14,869	122,085	296,090
60	17,130	23,324	4,040	-	18,767	859	-	12,738	30,354	14,830	122,043	296,683
61	17,300	23,214	3,980	-	18,767	790	-	12,738	30,420	14,838	122,047	296,077
62	17,237	23,340	3,917	-	18,767	833	-	12,738	30,295	14,918	122,045	296,213
63	17,317	23,128	4,050	-	18,767	831	-	12,738	30,302	14,908	122,041	296,234
64	17,283	23,187	4,022	-	18,767	812	-	12,738	30,367	14,841	122,018	296,260
65	17,308	23,188	3,999	-	18,767	835	-	12,738	30,407	14,814	122,054	295,949
66	17,184	23,230	4,081	-	18,767	802	-	12,738	30,386	14,834	122,022	296,308
67	17,221	23,221	4,046	-	18,767	809	-	12,738	30,361	14,887	122,051	296,447
68	17,270	23,090	4,133	-	18,767	846	-	12,738	30,340	14,891	122,076	296,214
69	17,151	23,575	3,768	-	18,767	838	-	12,738	30,342	14,857	122,037	296,343
70	17,312	23,139	4,042	-	18,767	825	-	12,738	30,413	14,833	122,069	296,459
71	17,372	23,044	4,078	-	18,767	831	-	12,738	30,498	14,779	122,108	296,160
72	17,211	23,416	3,867	-	18,767	837	-	12,738	30,406	14,819	122,061	296,507
73	17,227	23,299	3,968	-	18,767	807	-	12,738	30,358	14,904	122,068	296,571
74	17,275	22,961	4,258	-	18,767	844	-	12,738	30,367	14,867	122,078	296,529
75	17,287	23,253	3,954	-	18,767	825	-	12,738	30,397	14,809	122,031	296,201
76	17,260	23,347	3,887	-	18,767	831	-	12,738	30,369	14,839	122,038	296,356
77	17,305	23,049	4,139	-	18,767	798	-	12,738	30,404	14,872	122,073	296,450
78	17,193	23,359	3,941	-	18,767	811	-	12,738	30,377	14,846	122,032	296,445
79	17,335	23,143	4,016	-	18,767	846	-	12,738	30,379	14,833	122,058	296,307
80	17,264	23,358	3,872	-	18,767	824	-	12,738	30,335	14,850	122,009	296,306
81	17,253	23,037	4,203	-	18,767	810	-	12,738	30,262	14,943	122,013	296,412
82	17,253	23,094	4,147	-	18,767	809	-	12,738	30,290	14,922	122,019	296,305
83	17,231	23,519	3,743	-	18,767	828	-	12,738	30,354	14,855	122,035	296,307
84	17,130	23,354	4,010	-	18,767	807	-	12,738	30,282	14,928	122,016	296,751
85	17,257	23,308	3,927	-	18,767	804	-	12,738	30,405	14,824	122,029	296,459
86	17,293	23,195	4,006	-	18,767	822	-	12,738	30,449	14,776	122,046	296,162
87	17,238	23,382	3,874	-	18,767	797	-	12,738	30,415	14,854	122,065	296,040
88	17,290	23,175	4,027	-	18,767	864	-	12,738	30,329	14,844	122,033	296,373
89	17,178	23,383	3,933	-	18,767	826	-	12,738	30,500	14,730	122,055	296,295
90	17,184	23,240	4,069	-	18,767	835	-	12,738	30,415	14,812	122,061	296,177
91	17,309	23,344	3,841	-	18,767	836	-	12,738	30,465	14,786	122,087	296,037
92	17,224	23,417	3,853	-	18,767	849	-	12,738	30,399	14,843	122,091	296,136
93	17,282	23,133	4,079	-	18,767	829	-	12,738	30,378	14,852	122,058	296,311

<b>94</b>	17,279	23,021	4,194	-	18,767	818	-	12,738	30,338	14,869	122,024	296,349
<b>95</b>	17,224	23,337	3,927	-	18,767	801	-	12,738	30,433	14,812	122,038	296,326
<b>96</b>	17,309	23,307	3,878	-	18,767	807	-	12,738	30,406	14,824	122,036	296,109
<b>97</b>	17,221	23,158	4,115	-	18,767	835	-	12,738	30,328	14,873	122,035	296,402
<b>98</b>	17,099	23,405	3,990	-	18,767	802	-	12,738	30,419	14,840	122,059	296,732
<b>99</b>	17,269	23,249	3,976	-	18,767	839	-	12,738	30,362	14,853	122,053	296,262
<b>100</b>	17,237	23,447	3,810	-	18,767	832	-	12,738	30,367	14,866	122,064	296,296

<b>MIN</b>	17,099	22,829	3,722	-	18,767	790	-	12,738	30,251	14,730	121,997	295,783
<b>MED</b>	17,256	23,258	3,980	-	18,767	825	-	12,738	30,372	14,849	122,045	296,306
<b>MAX</b>	17,462	23,575	4,298	-	18,768	864	-	12,738	30,500	14,943	122,108	296,872
<b>DESV</b>	63	135	122	-	0	16	-	0	54	45	23	205
<b>VAR</b>	3,958	18,274	14,766	-	0	267	-	0	2,937	2,068	520	42,117

## A.6. SIMULACIONES MARKOV

Realización	Porcentaje de Falla					
	Configuración 1 (1 M1 + 2 E4)			Configuración 2 (2 M1 + 1 E4)		
	M1	E4-1	E4-2	M1-1	M1-2	E4
1	8.90	27.79	25.19	11.54	34.54	12.43
2	8.77	25.94	28.04	11.36	34.50	10.47
3	8.08	26.82	26.34	11.59	34.52	10.45
4	8.58	26.79	25.03	11.05	33.09	12.00
5	8.38	27.66	27.11	11.11	35.25	11.12
6	8.85	28.83	28.56	11.73	33.71	11.54
7	9.56	27.85	25.22	11.32	33.97	10.73
8	7.98	25.88	28.62	11.53	36.04	11.35
9	8.59	26.88	26.28	11.03	35.76	10.95
10	9.32	26.15	27.04	11.36	35.60	9.09
11	8.49	27.26	25.38	12.01	35.27	10.36
12	9.10	27.25	28.56	11.29	33.10	10.01
13	8.38	28.14	27.13	10.84	34.80	11.27
14	8.35	25.51	26.49	12.53	34.07	10.68
15	9.20	26.45	27.08	11.26	31.88	10.35
16	8.93	26.94	27.04	10.21	35.79	10.77
17	9.38	28.21	24.72	10.98	33.15	11.37
18	8.72	25.44	25.30	10.51	35.39	12.12
19	9.12	24.37	24.77	11.24	33.89	10.85
20	9.23	25.79	25.75	11.63	32.99	10.77
21	9.30	27.95	26.44	10.58	33.73	10.61
22	9.19	26.95	26.62	11.38	32.27	10.59
23	8.62	28.33	24.47	9.81	35.67	10.77
24	9.84	26.94	24.39	11.48	35.79	10.18
25	8.85	28.09	28.72	10.61	31.27	10.89
26	9.35	26.97	26.42	11.41	32.01	10.43
27	8.79	27.43	26.43	10.55	35.17	11.06
28	9.12	25.55	25.71	12.02	33.64	11.18
29	9.07	27.04	27.03	10.93	33.24	11.15
30	9.44	26.13	27.43	11.41	33.47	10.64
31	8.49	27.60	26.23	11.61	34.04	11.06
32	8.76	27.72	27.73	11.39	37.41	10.34
33	9.19	26.61	27.02	11.13	31.68	11.02
34	9.42	27.12	27.38	10.69	33.77	10.39
35	9.43	27.45	26.70	10.64	33.75	11.30
36	8.95	26.63	28.60	11.81	34.18	10.79
37	9.21	30.51	27.30	11.43	35.03	11.58
38	8.75	26.60	27.58	10.56	34.76	10.87
39	8.78	28.58	27.56	12.22	33.13	11.21
40	9.13	24.95	27.47	11.32	33.94	10.82
41	8.42	28.94	26.46	11.21	32.65	10.37

<b>42</b>	8.80	26.89	26.35	10.15	33.76	10.93
<b>43</b>	9.28	26.24	26.78	11.13	33.85	10.66
<b>44</b>	9.20	26.84	28.29	10.86	32.52	10.98
<b>45</b>	8.46	26.66	26.28	9.78	36.15	10.39
<b>46</b>	8.01	23.15	28.07	10.94	33.79	10.70
<b>47</b>	9.21	24.04	28.31	11.01	33.69	10.23
<b>48</b>	8.59	26.53	25.51	11.67	34.84	10.25
<b>49</b>	10.03	25.78	25.76	11.26	34.57	10.83
<b>50</b>	9.25	27.00	29.36	10.37	34.97	11.10

<b>Minimo</b>	7.98	23.15	24.39	9.78	31.27	9.09
<b>Media</b>	8.94	26.86	26.76	11.15	34.12	10.84
<b>Maximo</b>	10.03	30.51	29.36	12.53	37.41	12.43
<b>Desv Estand</b>	0.44	1.29	1.23	0.57	1.28	0.56
<b>Varianza</b>	0.20	1.65	1.51	0.32	1.63	0.31