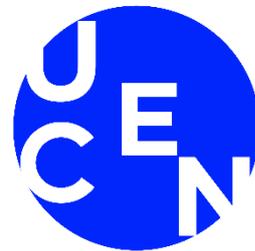


Proyecto DSIM OP Grupo A2, Escuela de Verano en Planificación y Operaciones Mineras 2021



Universidad de Concepción



INTEGRANTES:

Pia Fernanda Belén Palma Jofré (Universidad de Concepción - Chile)

Álvaro Andrés Bravo Albornoz (Universidad de Talca - Chile)

Eduardo Esteban Tapia Hernández (Universidad Central de Chile - Chile)

Gerson Hernán Marín Ballón (Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - Perú)

Tommy Vallejo López (Universidad Nacional de Colombia - Colombia)

28 de Enero del 2021

Contenido

1. INTRODUCCIÓN:	4
2. PARTE A: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD OPERATIVA POR CIRCUITO PRODUCTIVO	5
2.1. Respuesta 1	5
2.2. Respuesta 2	5
2.3. Respuesta 3	6
a. Productividad en función del número de camiones para cada circuito.	6
b. Cantidad de camiones que satura cada circuito	6
c. Media de espera en frente de carga.	7
d. Media del tiempo de espera en frente de descarga	7
e. Factor de utilización de las palas	7
f. Factor de utilización promedio de la flota de camiones	8
3. Parte B: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD OPERATIVA DE TODOS LOS CIRCUITOS PRODUCTIVOS	8
3.1. Gráficos usando camiones definidos en Parte A	9
a. Media del tiempo de espera para cada frente de carga	9
b. Media del tiempo de espera para cada frente de descarga	9
c. Factor de utilización para cada equipo de carga.	10
d. Factor de utilización para la flota de camiones.	10
3.2 Corrección del número de camiones.	11
3.3 Gráficos de flota de camiones corregida.	11
a. Media de espera para cada frente de carga	11
b. Media de espera para cada frente de descarga	12
c. Factor de utilización para cada pala.	12
d. Factor de utilización para la flota de camiones.	12
4. PARTE C: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD NOMINAL DE TODOS LOS CIRCUITOS PRODUCTIVOS (OPCIONAL)	13
4.1 La producción nominal se ve afectada disminuyendo en un 26.5%	13
4.2 Reportes de la simulación	13
b. Media del tiempo de espera para cada frente de descarga	13
c. Factor de utilización para cada equipo de carga.	13
d. El factor de utilización promedio de los camiones es de 80,7%	13
4.3 Calcular los siguientes índices operacionales para cada pala y flota de camiones:	13
a. Disponibilidad	14
b. Utilización Operativa	14

c. Factor de Utilización	14
d. Utilización en Base Nominal	15
e. Utilización en Base Disponible	15

1. INTRODUCCIÓN:

El Delphos Open Pit Simulator es una herramienta de planificación que permite estimar la producción de un plan minero a partir de los siguientes tres elementos básicos: el layout de la mina (frentes de carga y descarga, rutas), la flota de equipos de carga y transporte, y un plan que indica cuánto se desea enviar desde cada frente a cada potencial destino. A partir de estos elementos, DSIM Open Pit realiza una simulación del manejo de materiales, entregando reportes en términos de producción, velocidades y tiempos de ciclo.

La principal virtud del DSIM Open Pit Simulator es su facilidad de uso, la cual permite rápidamente montar un ejercicio a ser evaluado y así analizar distintos escenarios, pudiendo de manera eficaz recuperar resultados relevantes como la productividad de equipos clave, producción por ciclo, entre otros. La siguiente figura 1 muestra una vista general de la ventana principal de DSIM.

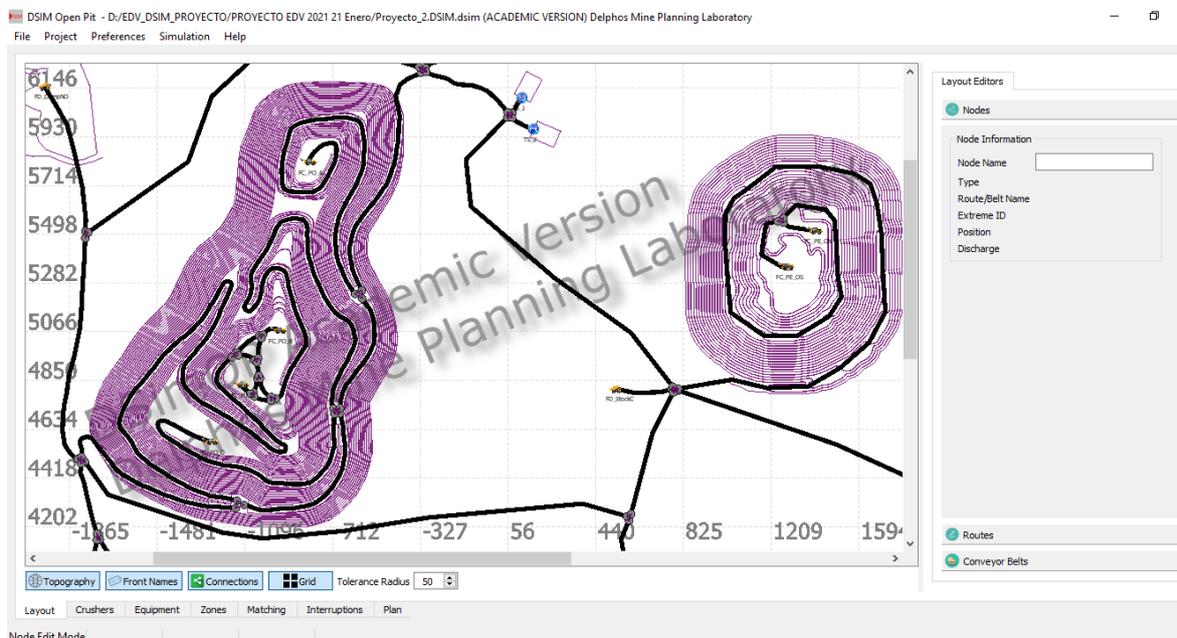


Figura 1: Interfaz de Usuario (2021).

En el frente de descarga FD_CH_S existe un chancador de capacidad de 10000 [t/h]. Asumiendo que este chancador no posee mantenciones programadas ni fallas en todas las preguntas de este proyecto. Considere un tiempo de simulación de 24 [h] para cada una de las simulaciones a realizar. Se asumen los valores por defecto para el consumo de combustible, ya que en este proyecto no se incorporará este consumo en el análisis.

2. PARTE A: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD OPERATIVA POR CIRCUITO PRODUCTIVO

2.1. Respuesta 1

La opción de despacho Número 2 es la opción más conveniente para llevar a cabo la totalidad de las simulaciones de este proyecto porque en comparación con las demás opciones de despacho la opción 2 utiliza metas de producción primaria y secundaria, por lo tanto se enfoca más en cumplir objetivos productivos más que de disponibilidad, además asume que la flota de camiones que se utiliza es la óptima, no hay reserva, esto hace que todos los activos que se tienen disponibles se utilicen, aprovechando de mejor forma los camiones con los que cuenta la empresa, así evitando la aleatoriedad presentada en las otras opciones de despacho.

2.2. Respuesta 2

La definición del cada circuito productivo se muestra en la Tabla 1, luego la cantidad de camiones que maximiza la producción para cada circuito productivo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1: Circuitos productivos

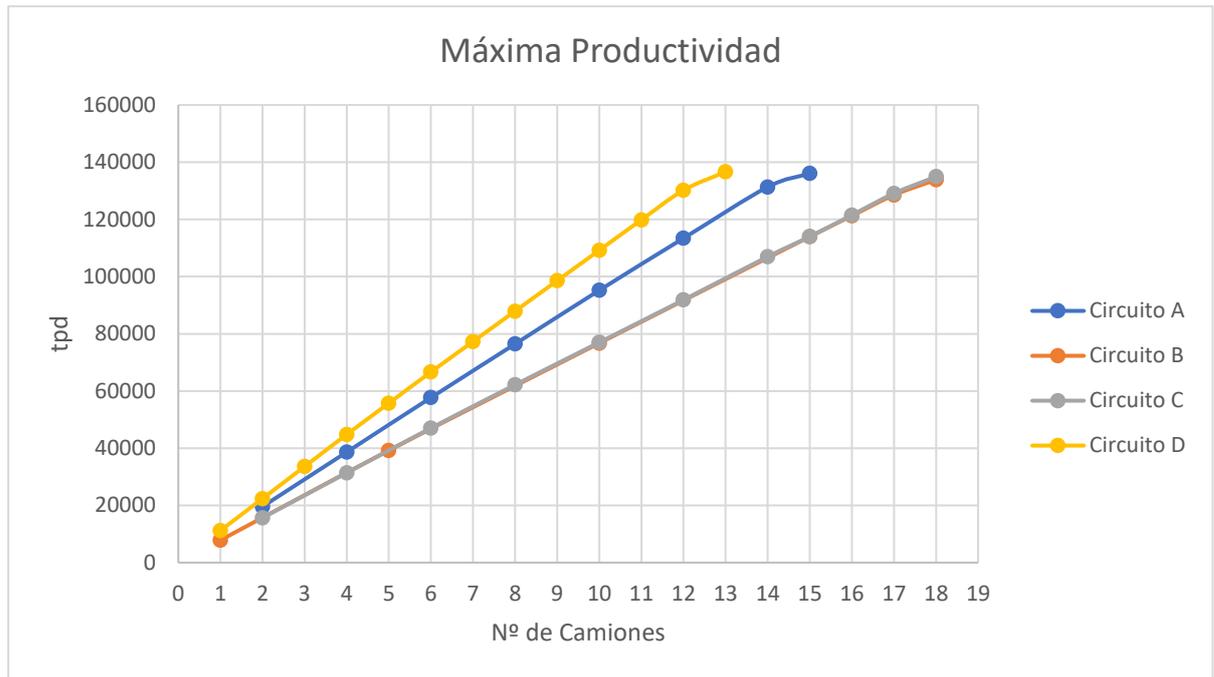
Nombre del circuito	Equipo de carga	Frente de carga	Frente de descarga	Tipo de material
Circuito A	Pala_1	FC_PO_A	FD_DumpNO	Estéril
Circuito B	Pala_2	FC_PO_B	FC_CH_S	Material
Circuito C	Pala_3	FC_PO_C	FC_CH_S	Material
Circuito D	Pala_4	FC_PO_D	FD_DumpSO	Estéril

Tabla 2: Número de camiones por circuito productivo

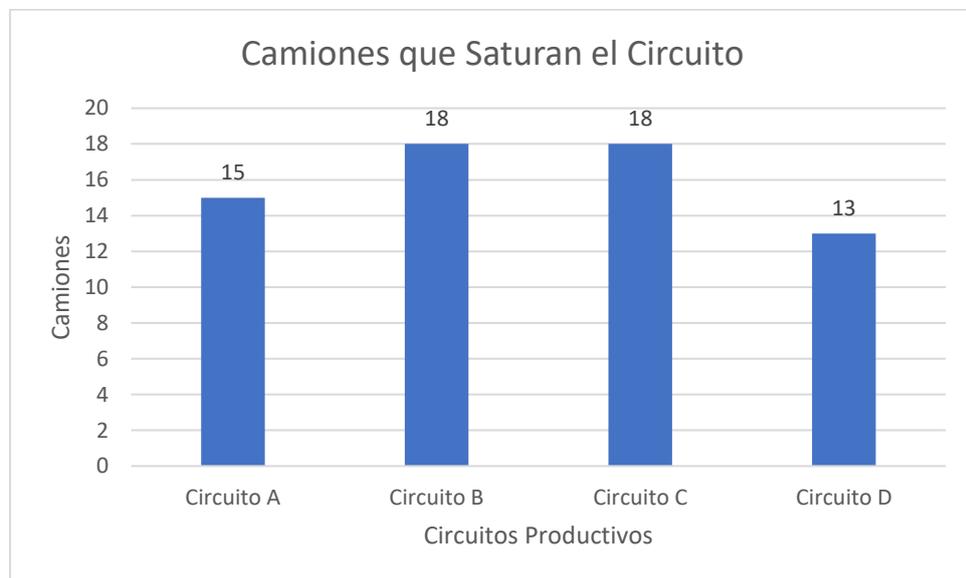
Circuito	Número de camiones
Circuito A	15
Circuito B	18
Circuito C	18
Circuito D	13

2.3. Respuesta 3

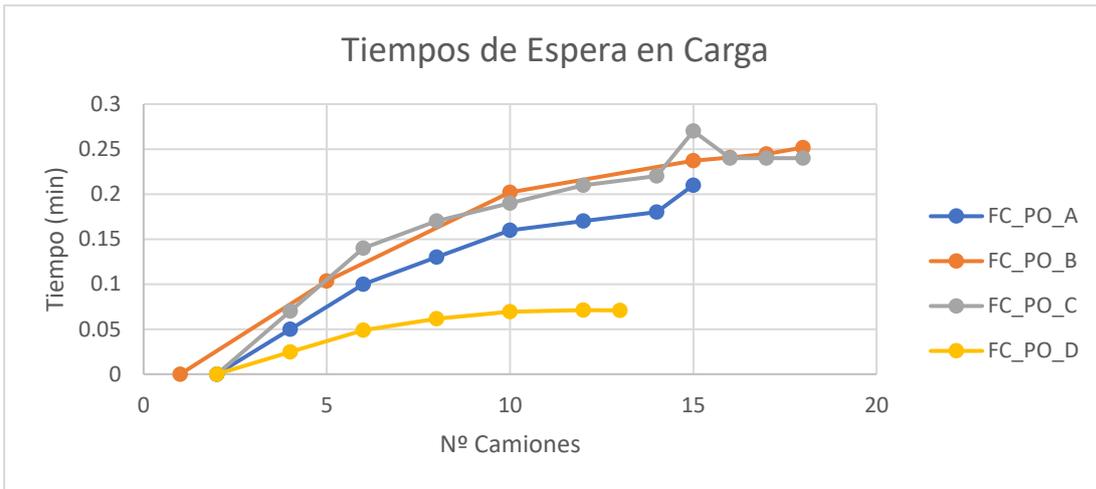
a. Productividad en función del numero de camiones para cada circuito.



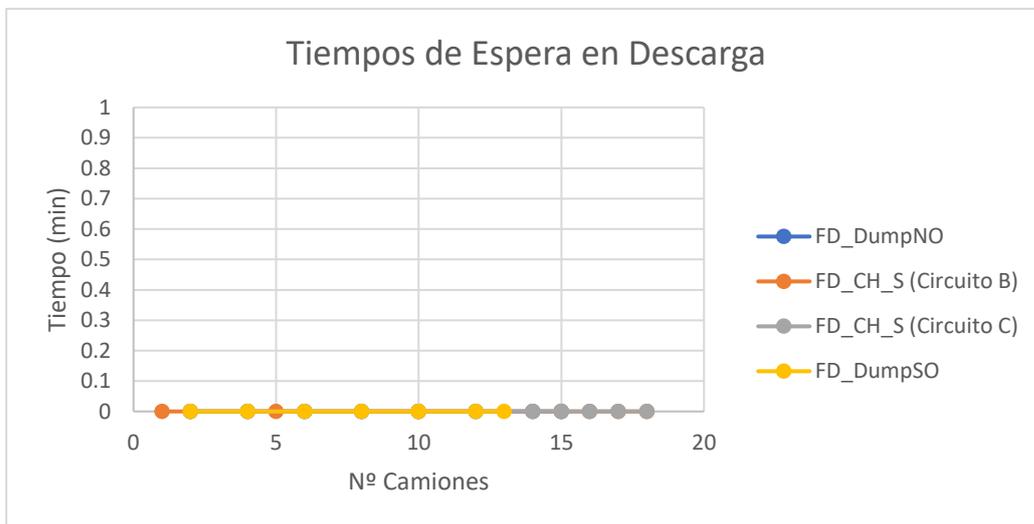
b. Cantidad de camiones que satura cada circuito



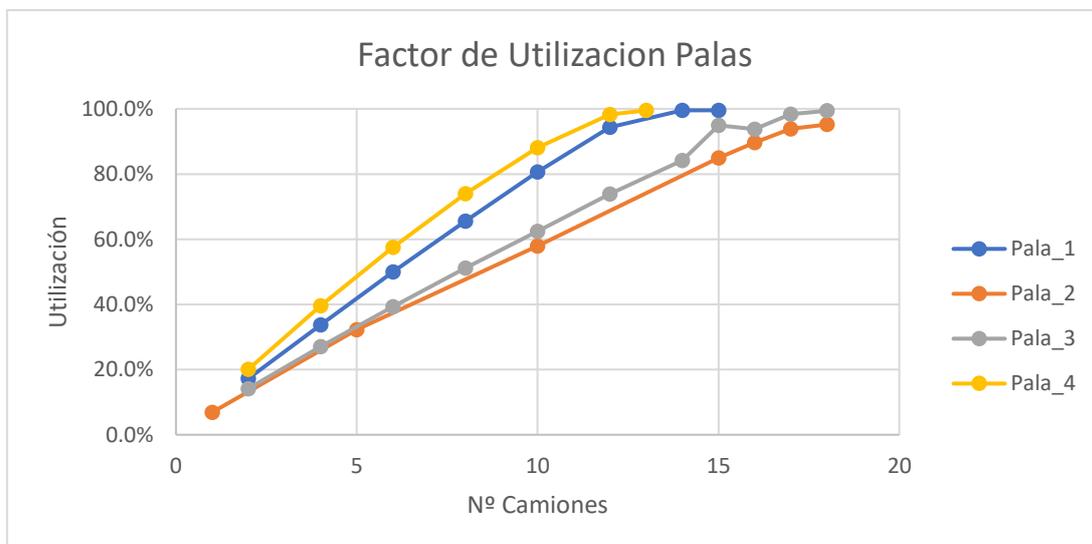
c. Media de espera en frente de carga.



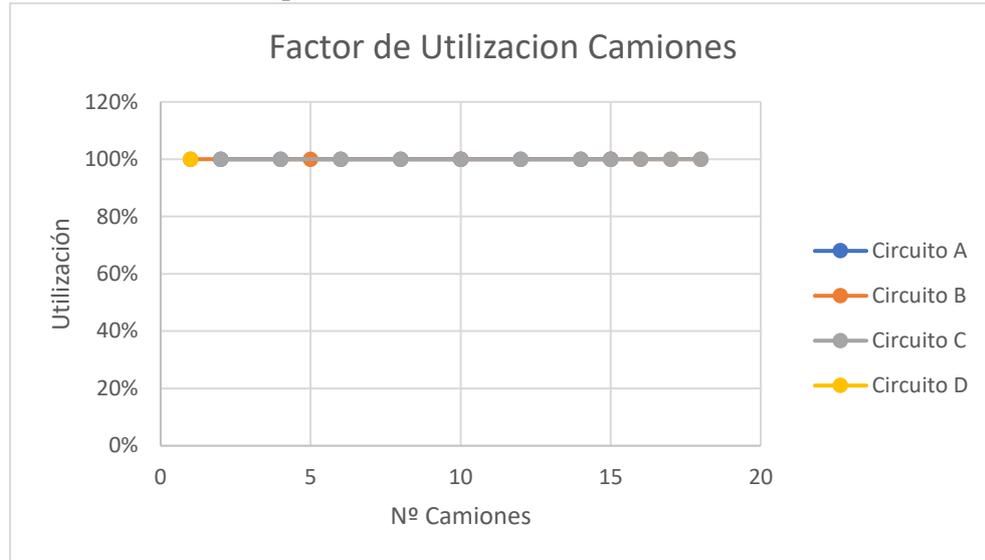
d. Media del tiempo de espera en frente de descarga



e. Factor de utilización de las palas

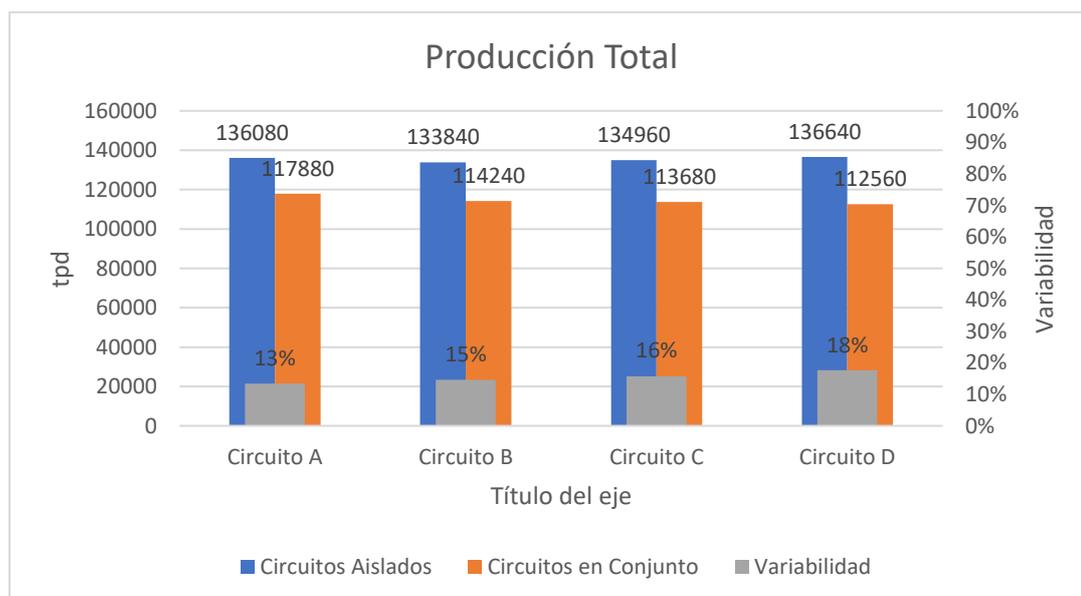


f. Factor de utilización promedio de la flota de camiones.



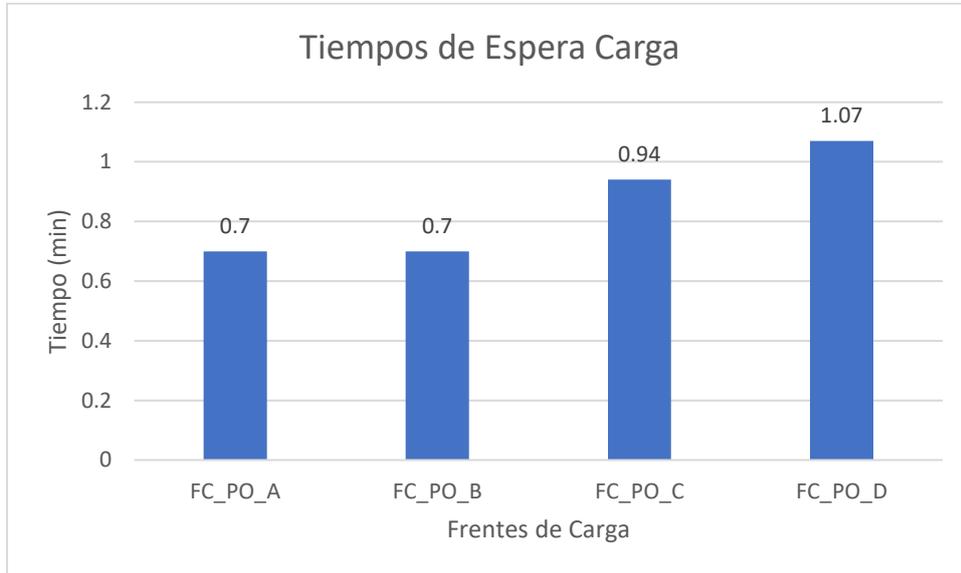
3. Parte B: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD OPERATIVA DE TODOS LOS CIRCUITOS PRODUCTIVOS

Luego de realizar la simulación de todos los circuitos productivos trabajando al mismo tiempo, con la cantidad de camiones definidos en la Parte A, se detectó una disminución de la capacidad productiva en comparación a la simulación de los circuitos trabajando por separado. Esta disminución muestra un descanso desde 541.520 tpd a 458.360 tpd, lo que representa un 15% menos de producción global. El circuito más afectado fue el circuito 4, con una baja en la producción de 18%. A continuación, se muestran los gráficos obtenidos de la simulación:

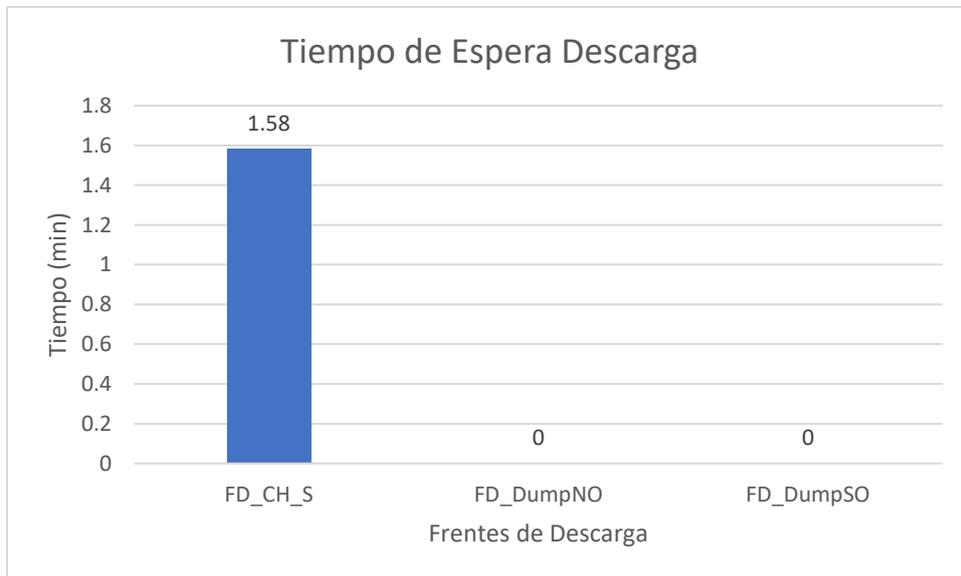


3.1. Gráficos usando camiones definidos en Parte A

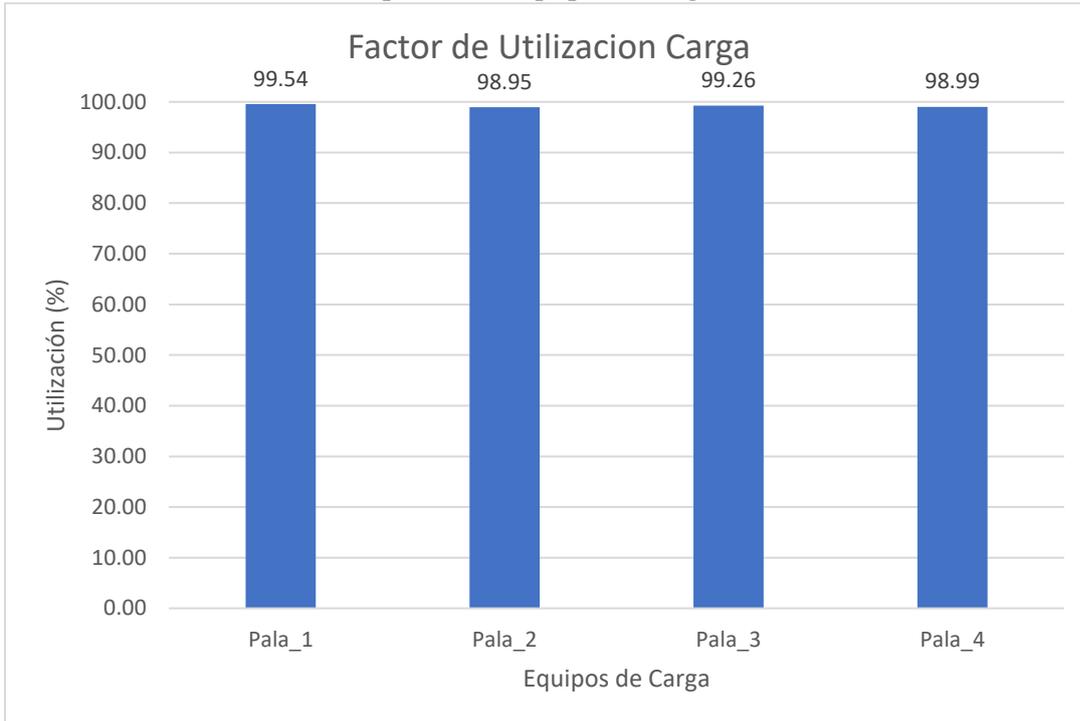
a. Media del tiempo de espera para cada frente de carga.



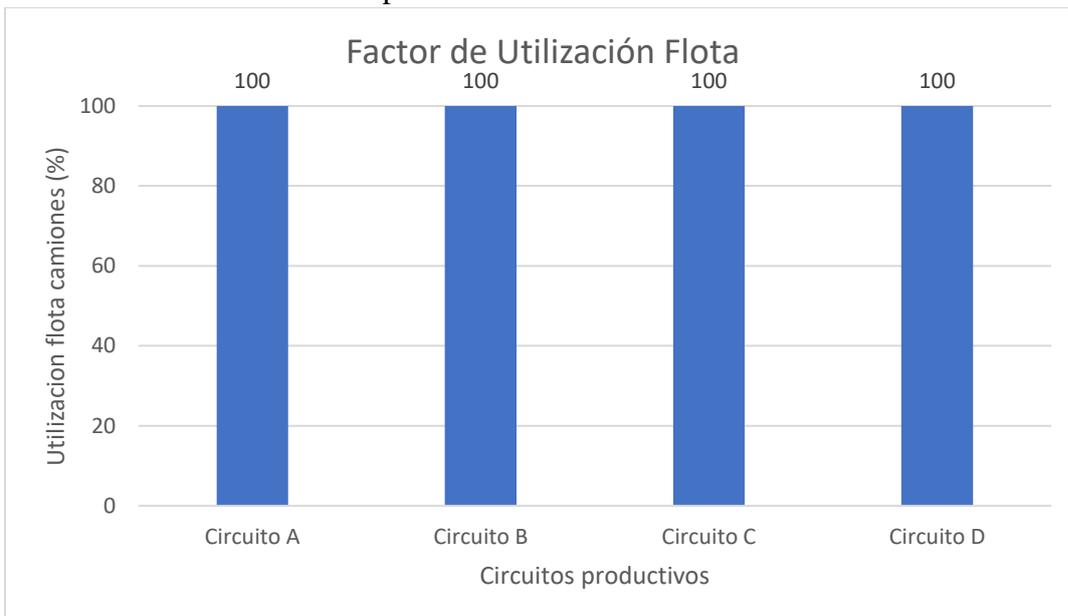
b. Media del tiempo de espera para cada frente de descarga.



c. Factor de utilización para cada equipo de carga.



d. Factor de utilización para la flota de camiones.



3.2 Corrección del número de camiones.

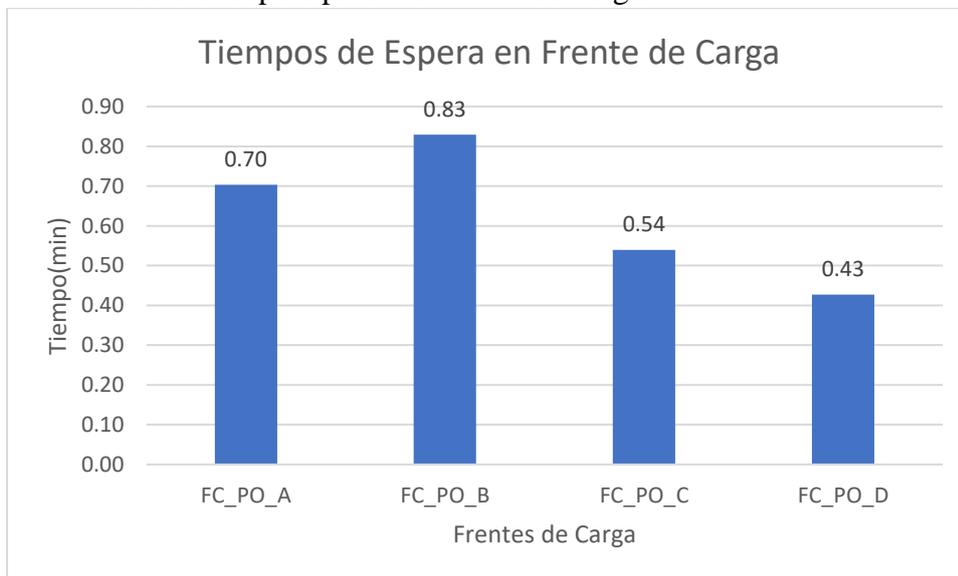
Al detectar en la simulación conjunta la disminución de producción de todos los circuitos productivos, se decidió por agregar mas camiones tomando en consideración la producción, factor de utilización de las palas y colas en frentes de carga y descarga. Así, la corrección que se hizo fue aumentar 1 camión al circuito B y C, ya que estos entregan mineral al chancador y sus palas cuentan con un mínimo margen de no utilización. Entonces al realizar la simulación para esta nueva configuración se logró aumentar 3360 ton de material y 1120 ton de mineral, distribuidos en aumentos de producción en las palas 2 y 4, siendo que a la pala 4 no se le asigno ningún camión extra. además, un aumento de 18% en el tiempo espera de carga de la pala 2, pero compensado con una reducción de la espera en las palas 3 y 4 de 43% y 60%, respectivamente. El chancador por otro lado sufrió un aumento de 9% en los tiempos de espera. Finalmente, la distribución de camiones para cada circuito se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Distribución de Flotas de camiones.

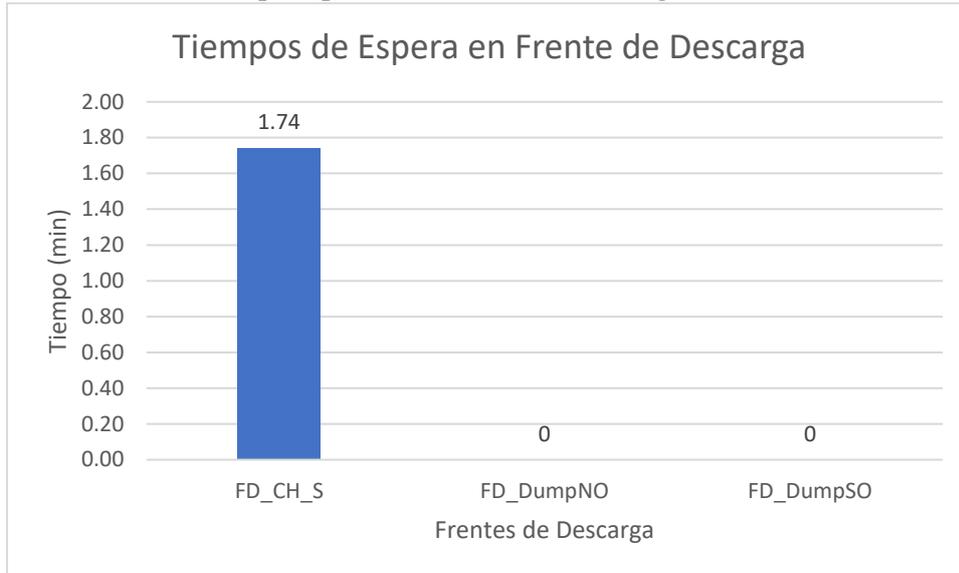
	Circuito A	Circuito B	Circuito C	Circuito D
Flota Base	15	18	18	13
Flota Corregida	15	19	19	13

3.3 Gráficos de flota de camiones corregida.

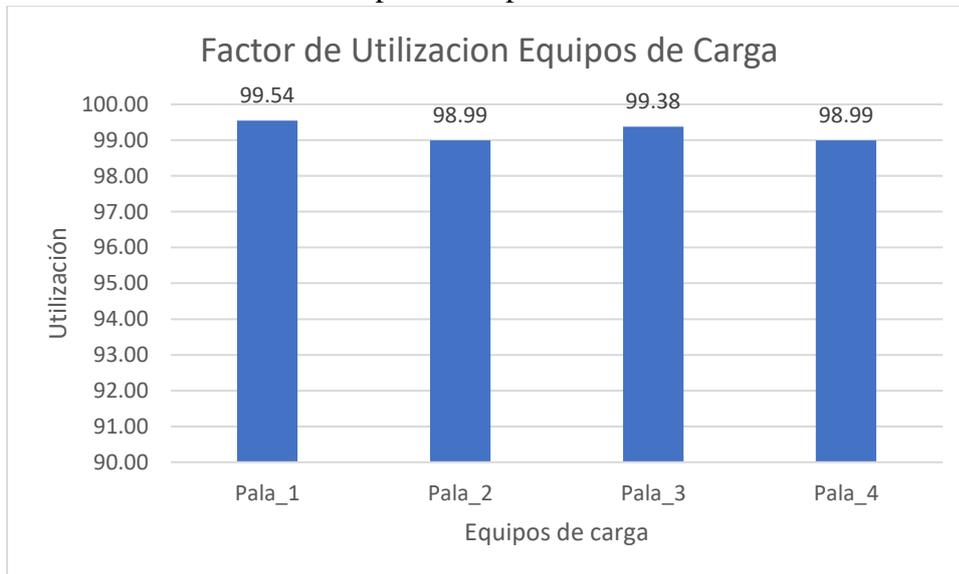
a. Media de espera para cada frente de carga.



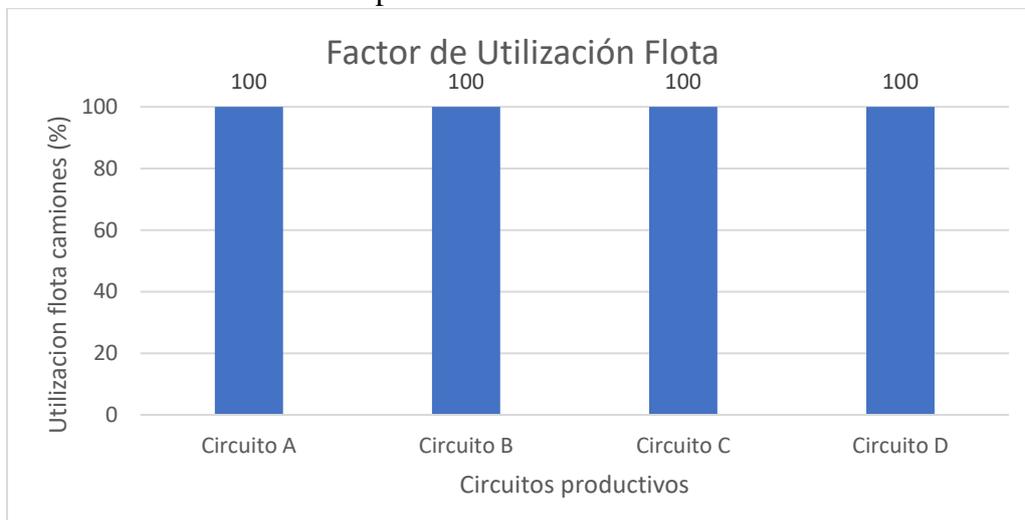
b. Media de espera para cada frente de descarga.



c. Factor de utilización para cada pala.



d. Factor de utilización para la flota de camiones.



4. PARTE C: MÁXIMA PRODUCTIVIDAD NOMINAL DE TODOS LOS CIRCUITOS PRODUCTIVOS (OPCIONAL)

4.1 La producción nominal se ve afectada disminuyendo en un 26.5%

4.2 Reportes de la simulación

a. Media del tiempo de espera en cada frente de carga.

Frentes de carga	Tiempo de espera (min)
FC_PO_A	1.49
FC_PO_B	0.85
FC_PO_C	1.92
FC_PO_D	0.58

b. Media del tiempo de espera para cada frente de descarga.

Frentes de descarga	Tiempo de espera (min)
FD_CH_S	1.46
FD_DumpNO	0.29
FD_DumpSO	0.04

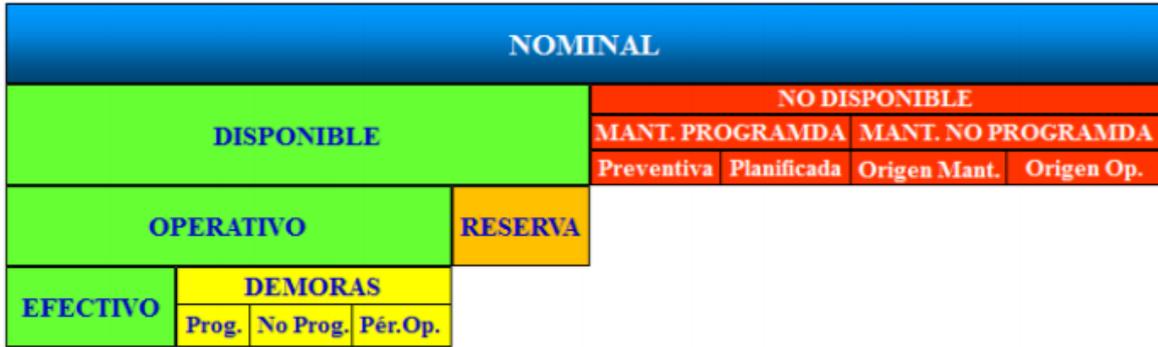
c. Factor de utilización para cada equipo de carga.

Palas	Factor de utilización
Pala_1	79.5%
Pala_2	56.9%
Pala_3	76.4%
Pala_4	80.2%

d. El factor de utilización promedio de los camiones es de 80,7%

4.3 Calcular los siguientes índices operacionales para cada pala y flota de camiones:

Con base en el diagrama de Asarco, se obtienen los siguientes resultados:



$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Hrs Disponibles}}{\text{Hrs Nominales}} = \frac{\text{Efectivo} + \text{Demora} + \text{Reserva}}{\text{Hrs Nominales}}$$

$$\text{Utilización*} = \frac{\text{Hrs Efectivas}}{\text{Hrs Disponibles}} = \frac{\text{Efectivo}}{\text{Efectivo} + \text{Demora} + \text{Reserva}}$$

a. Disponibilidad

	Hs Disp	Hs efec	Disponibilidad %
Pala 1	15,17	19,08	63,20
Pala 2	7,77	13,66	32,38
Pala 3	14,01	18,34	58,37
Pala 4	15,44	19,25	64,32
Flota	15,63	19,37	65,12

b. Utilización Operativa

	Ut Op %
Pala 1	58,20
Pala 2	27,38
Pala 3	53,37
Pala 4	59,32
Flota	60,12

c. Factor de Utilización

Palas	Factor de utilización
Pala_1	79.5%
Pala_2	56.9%
Pala_3	76.4%
Pala_4	80.2%
Flota	80.7%

d. Utilización en Base Nominal

	Base nominal %
Pala 1	79,5
Pala 2	56,9
Pala 3	76,4
Pala 4	80,2
Flota	80,7

e. Utilización en Base Disponible

	Base disponible %
Pala 1	30,19
Pala 2	42,18
Pala 3	31,41
Pala 4	29,93
Flota	29,74