



# OCTOPUS

mining suite

**IA for Mining**

Nov 2021

Zdenko Koscina  
[zkoscina@octopusmining.com](mailto:zkoscina@octopusmining.com)

**CEO**

# NOSOTROS



Zdenko Koscina | CEO

**M.Sc. Ing. Civil Industrial PUC - Diploma Transporte**

14+ años de experiencia liderando proyectos de transformación digital y desarrollo tecnológico en diferentes industrias, en grandes empresas, consultoría y startups.



Nicolás Sáez | Data Science Director

**M.Sc. Ing. Civil Industrial PUC - Diploma Minería**

8+ años de experiencia liderando proyectos de transformación operacional y tecnológica.  
Profesor asociado PUC.

Un equipo altamente calificado en:

- Data Science
- Ingeniería en transporte
- Integración IoT
- Ingeniería en minería
- Desarrollo Apps

Con la capacidad de adaptarse a los nuevos requerimientos y desafíos que constantemente nos plantean nuestros clientes.



2017

SMART TRANSPORT OPERATIONS



2019



# 2019-2020

## Desarrollo y Validación



# 2021

## Escalamiento y Nuevos Productos



### Operaciones



### GLENCORE

### Reconocimientos

McKinsey  
&Company

“One of the technology startups  
in Chile with more potential for  
growth and internationalization”



“Caso de éxito 2020 de programa  
Expande”





# 2019: Un Desafío



- **2°** faena que más produce cobre en el mundo (**620 kton** en 2020)
- ~80 camiones mineros
- ~15 equipos de carguío

¿Cómo aumentar la  
alimentación a  
planta sin afectar  
movimiento total?



# PASO 1: INVESTIGAR EL PROBLEMA

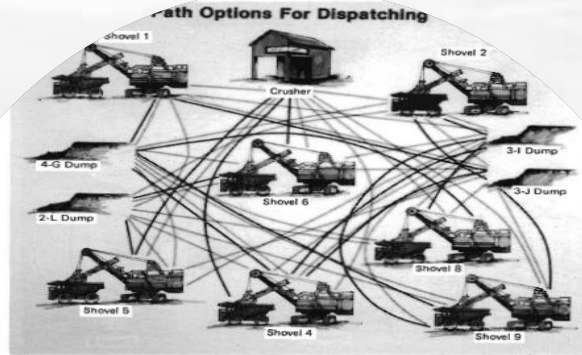


Fig. 2 — Path options for dispatching

$$i = N_m + N_s \quad j = N_q$$

$$+ \sum_{i=1} (L_j \times C_q \times X_{ij} \times Q_i) \quad (1)$$

(quality)

where:

- C [=] pseudo cost functional, dimensionless
- N<sub>m</sub> [=] number of off-face shovels
- C<sub>m</sub> [=] pseudo cost, mine muck haulage, hr/m<sup>3</sup>
- Q<sub>i</sub> [=] muck haulage, m<sup>3</sup>/hr (to be determined)
- N<sub>s</sub> [=] number of off-stockpile shovels
- C<sub>s</sub> [=] pseudo cost for stockpile material, hr/m<sup>3</sup>
- N<sub>q</sub> [=] number of quality constraints
- L<sub>j</sub> [=] quality director, 1 = low crit; -1 = high crit
- C<sub>q</sub> [=] pseudo cost for quality, hr/m<sup>3</sup>
- X<sub>ij</sub> [=] jth quality factor at ith shovel
- C<sub>p</sub> [=] pseudo cost, low feed to plant, hr/m<sup>3</sup>
- P<sub>t</sub> [=] target plant feed rate, m<sup>3</sup>/hr

and: C<sub>m</sub> < C<sub>q</sub> < C<sub>s</sub> < C<sub>p</sub>; C's arbitrary

Minimizing the functional of equation (1) yields the values needed to minimize rehandle, feed the plant, and maintain the critical blending limit for up to 10 blending targets. It is important to note that the constants (C<sub>m</sub>, C<sub>q</sub>, C<sub>s</sub>, and C<sub>p</sub>) are "pseudo cost" values and do not represent true economic costs. While their numerical values are arbitrary, C<sub>p</sub> is not. C<sub>p</sub> must be the largest to obtain a meaningful solution. If C<sub>p</sub> were very, very small compared to the other coefficients, then Linear Programming would minimize the functional C by increasing the element of the vector Q to near zero. However, this element, however, can be set at any value greater than zero, for example, when the blending limit should be the smallest coefficient and the maximum haulage from the stockpile is

to be favored over production from the mine. In such a case, C<sub>s</sub> < C<sub>m</sub> < C<sub>q</sub> < C<sub>p</sub>. The terms on the right side of the equation represent pseudo cost contributions for the mine, plant, rehandle, and blend, respectively. L<sub>j</sub> is set to +1 for a low blending limit and -1 for a high blending limit. When C<sub>q</sub> < C<sub>s</sub>, minimizing rehandle becomes relatively more important than maintaining a high or low blending limit; when C<sub>s</sub> < C<sub>q</sub>, maintaining a high or low blending limit becomes relatively more important than minimizing rehandle. Any quality factor can be removed, interactively, at any time. The subscripts i and j are arbitrary.

Minimizing the objective function given by equation (1) is:

Subject to the digging and nonnegativity constraint

$$0 < Q_i < R_i$$

where:

R<sub>i</sub> [=] digging rate at ith shovel, m<sup>3</sup>/hr

This equation ensures that total flow from source, whether mine or stockpile, does not exceed maximum possible digging rate of the shovel. It makes certain that all haul rates in both stockpile areas are positive.

Subject to the plant feed rate constraint

$$P_t \geq \sum_{i=1}^{i=N_m+N_s} Q_i$$

This equation ensures that the plant feed rate does not exceed its capacity.



## ¿Cómo funcionan los FMS?

## Proceso de Despacho

# Rol del despachador minero



# FMS Tradicionales



The screenshot displays a complex software interface for a traditional FMS. It consists of several overlapping windows:

- HaulRoute:** Shows a detailed route plan for a haul truck, including various routes (RF12, RF30, UF0, STOCK, RF11, RF10A) with their respective statuses and requirements.
- Modulo Pala PA21:** Provides operational details for a shovel, including location, material type, and assignment.
- Modulo Camion CAS3:** Displays vehicle information such as location, status, and fuel levels.
- Modulo Ubicacion: Chancador CS03:** Shows details for a crusher, including its location and operational parameters.
- Modulo Operativo:** A central control panel with various status indicators and a 'PANEL DE CONTROL MMS' window at the bottom.



- Algoritmos de 1987
- Se necesitan Más de 50 configuraciones por turno (+ de 500 parámetros en total)
- Cada configuración es un problema matemático complejo
- Los despachadores sólo logran hacer 4 o 5 por turno





# Tareas humanas complejas y repetitivas = **VARIABILIDAD**



- Diversidad de criterios y experiencia
- Alto costo de entrenamiento
- Alta rotación
- Problema matemáticamente complejo

**2 DESPACHADORES  
POR TURNO**



# PASO 2: **DISEÑAR**




- ✓ ¿Es posible desarrollar un algoritmo que pueda automatizar la tarea de configuración dinámica del FMS, reduciendo así la variabilidad del proceso?
- ✓ ¿Es posible integrarse con los datos del FMS en forma bidireccional?
- ✓ ¿Es posible diseñar una experiencia de usuario simple e intuitiva para los despachadores?



- **Machine Learning**
- **Gemelo Digital Prescriptivo**
- **Interoperabilidad**
- **Automatización**


# OCTOPUS MINING: PERILLADOR AUTÓNOMO



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																		
SAL	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	6.500	7.000	7.500	8.000	8.500	9.000	9.500	10.000	10.500	11.000	11.500	12.000	12.500	13.000	13.500	14.000	14.500	15.000	15.500	16.000	16.500	17.000	17.500	18.000	18.500	19.000	19.500	20.000	20.500	21.000	21.500	22.000	22.500	23.000	23.500	24.000	24.500	25.000	25.500	26.000	26.500	27.000	27.500	28.000	28.500	29.000	29.500	30.000	30.500	31.000	31.500	32.000	32.500	33.000	33.500	34.000	34.500	35.000	35.500	36.000	36.500	37.000	37.500	38.000	38.500	39.000	39.500	40.000	40.500	41.000	41.500	42.000	42.500	43.000	43.500	44.000	44.500	45.000	45.500	46.000	46.500	47.000	47.500	48.000	48.500	49.000	49.500	50.000	50.500	51.000	51.500	52.000	52.500	53.000	53.500	54.000	54.500	55.000	55.500	56.000	56.500	57.000	57.500	58.000	58.500	59.000	59.500	60.000	60.500	61.000	61.500	62.000	62.500	63.000	63.500	64.000	64.500	65.000	65.500	66.000	66.500	67.000	67.500	68.000	68.500	69.000	69.500	70.000	70.500	71.000	71.500	72.000	72.500	73.000	73.500	74.000	74.500	75.000	75.500	76.000	76.500	77.000	77.500	78.000	78.500	79.000	79.500	80.000	80.500	81.000	81.500	82.000	82.500	83.000	83.500	84.000	84.500	85.000	85.500	86.000	86.500	87.000	87.500	88.000	88.500	89.000	89.500	90.000	90.500	91.000	91.500	92.000	92.500	93.000	93.500	94.000	94.500	95.000	95.500	96.000	96.500	97.000	97.500	98.000	98.500	99.000	99.500	100.000

**Plan Minero**

01




**Interoperar**

02



**I.A**

03



**Automatizar**

04



# OCTOPUS MINING: PERILLADOR AUTÓNOMO



**AUTONOMOUS SETTING** | Última SOLUCIÓN - Actualizada  
Actualizado en 27/08/2021 13:19:59 - Escrita en 27/08/2021 13:10:21.

Search...

HOME

PLAN MINERAL

MINERALOGIA

INDISPONIBILIDAD

CONFIGURACIÓN

HOME

MINERALOGIA \* La información de mineralogías considera las descargas realizadas en CS03

Proyectada  Actual

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL %	Factor K   Valor 7
<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERAL %	CuT   Valor 0.97
150%	<input type="text"/>

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL %	FeT/CuT   Valor 3.18
4.5%	<input type="text"/>

MINERAL ppm	AS   Valor 9.32
<input type="text"/>	<input type="text"/>

**Dux**

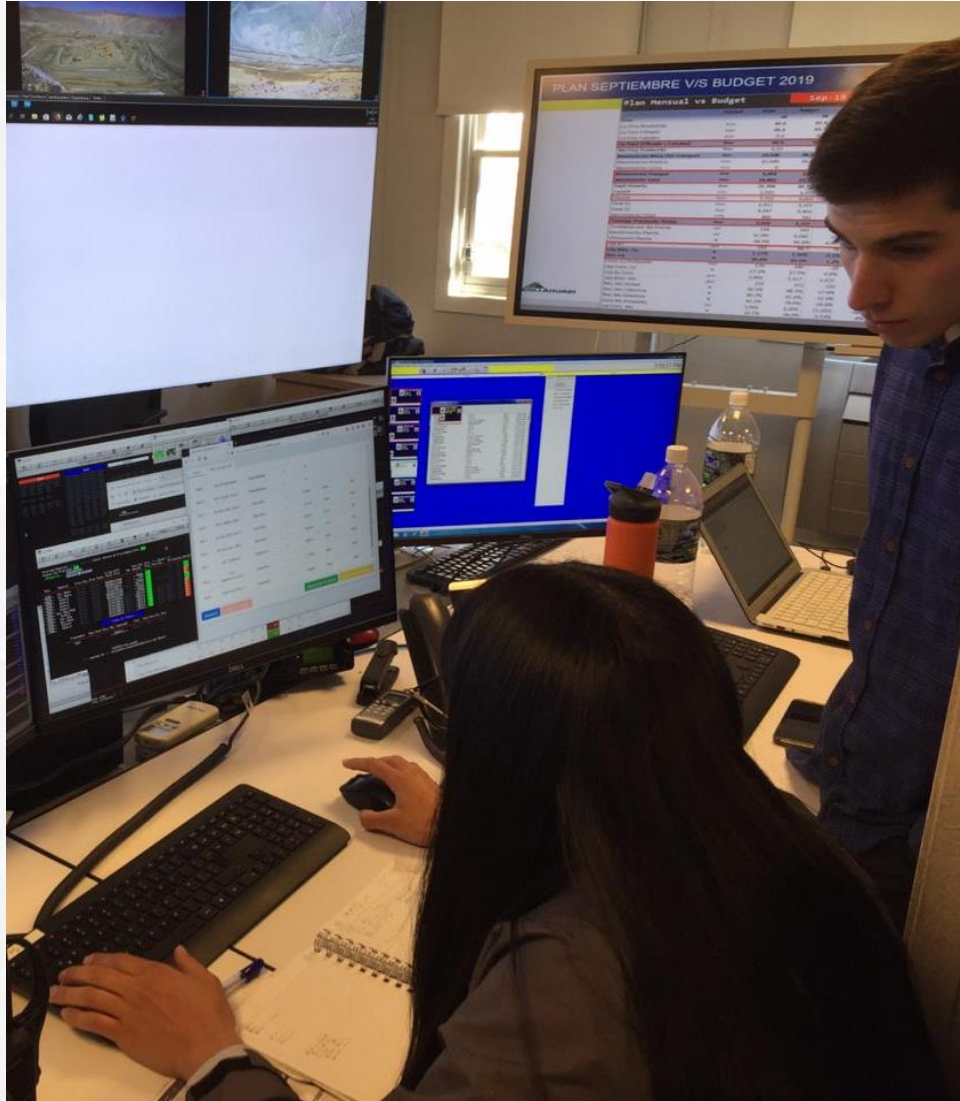
Copyright © 2021

**OCTOPUS** mining suite

Copyright © 2021 OCTOPUS MINING | AUTONOMOUS SETTING. All rights reserved.

file:///Volumes/Marjo's Work/Frontend-3-DISPATCH/pages/layout/mineralogia.html#

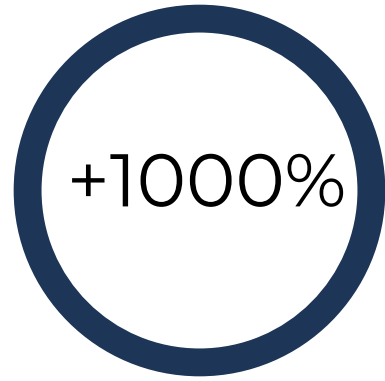
# PASO 3: MEDICIÓN Y GESTIÓN DEL CAMBIO



- ✓ Liderazgo
- ✓ Medición constante
- ✓ Mejora continua

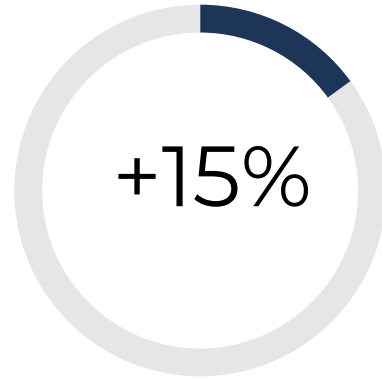


# PASO 3: MEDICIÓN Y GESTIÓN DEL CAMBIO



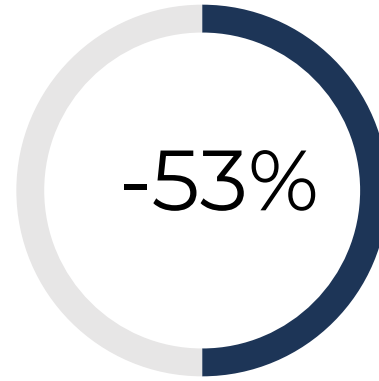
Configuraciones por turno

**4 a +50**



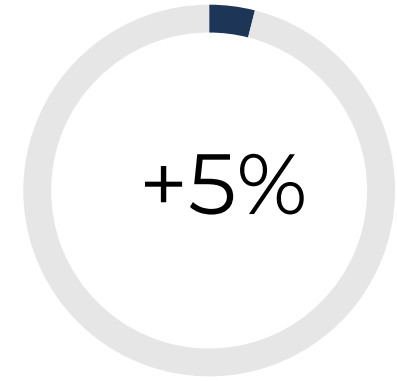
Cumplimiento del plan minero

**85% a 100%**



Variabilidad del cumplimiento

**De 25% a 12%**



Movimiento por camión (Ton/hr-CAEX)



MM 20 CAPEX  
MM 18 OPEX  
20.000 ton CO2

**Octopus Setting** **Dispatcher** **Autonomous** está operando en régimen desde marzo 2020, con **contrato de largo plazo**



# BENEFICIOS



- ✓ Mayor **cumplimiento de plan minero** diario (cantidad y ley de mineral)
- ✓ Reduce variabilidad del proceso mina
- ✓ Mayor **productividad de la flota**
- ✓ Fomenta la colaboración entre mina y planta, al trabajar con el plan minero como eje conductor
- ✓ Reduce trabajo manual del despachador
- ✓ Implementación **no invasiva** (sólo visible en sala de despacho)
- ✓ Reduce tiempos y costo de entrenamiento de despachadores



# PASO 4: SEGUIR DESAFIANDO LOS PROCESOS



## OCTOPUS© FMS DISPATCHER AUTONOMOUS SETTING

Solución que basada en I.A que **optimiza, estandariza y automatiza** la configuración dinámica del FMS, adaptándolo constantemente a las condiciones cambiantes de la mina



## OCTOPUS© DISPATCHER CO-PILOT

**Gemelo Digital** predictivo y **prescriptivo** para operaciones mineras, que dinámicamente predice el resultado final de un turno, y **sugiere acciones concretas** para maximizar el cumplimiento del plan minero del día

## OCTOPUS© AUTONOMOUS SHIFT HANDOVER

Solución que mediante IA **optimiza y automatiza** la **asignación** y coordinación de los **puntos de relevo** para el cambio de turno de los operadores de flota, **optimizando la producción** durante la primera y última hora del turno



**OCTOPUS**

mining suite

**IA for Mining**

Nov 2021

Zdenko Koscina  
[zkoscina@octopusmining.com](mailto:zkoscina@octopusmining.com)

**CEO**