**Definición del problema de negocio**

El problema que se aborda en este proyecto es **la baja eficiencia operativa en el ciclo de cargue de los camiones de acarreo de material esteril en la empresa Drummond ltd.**, cuya duración mayor a **30 minutos (*valor objetivo)***genera pérdidas significativas de productividad y afecta el indicador clave **Truck Factor (TF)**.  
De acuerdo a un análisis preliminar, se espera que las **paradas improductivas dentro del ciclo**, especialmente las **mayores a 6 minutos**, ocasionan una pérdida mensual cercana a **140 horas de camiones**, limitando el número de viajes posibles por jornada y reduciendo la capacidad efectiva de transporte.  
Por tanto, el desafío central consiste en **reducir los tiempos improductivos dentro del ciclo de acarreo** mediante el uso de analítica de datos que permita identificar, clasificar y predecir los eventos que prolongan innecesariamente los tiempos de ciclo.

**Justificación y relevancia del problema**

El **Truck Factor (TF)** mide la eficiencia con la que la flota convierte el tiempo disponible en producción efectiva. Una mejora en este indicador tiene un impacto directo en la rentabilidad de la operación, ya que permite aumentar la producción sin necesidad de ampliar la flota.

Reducir el ciclo promedio en un 5 % (***de 30 a 28,5 minutos***) implica un beneficio económico estimado de **30.000 USD** mensuales, equivalente a un aumento de la capacidad efectiva de acarreo de material estéril.

El problema es además prioritario porque:

* Representa más del 60 % del costo operativo total de la mina
* Tiene datos medibles, continuos y confiables provenientes de sistemas corporativos (VisionLink de Caterpillar y Dispatch).
* Se alinea con los objetivos estratégicos corporativos: productividad, sostenibilidad, seguridad y transformación digital.

**Modelos propuestos**

* Modelo A (Regresión): Predecir eventos de en los qué los camiones se detienen un tiempo ≥ 6 o ≥10 minutos, generando alertas tempranas para reducir pérdidas. (En este modelo consideraremos los tiempos menores a 6 minutos como condiciones normales del proceso).
* **Modelo B (clasificación):** etiquetar ciclos o rutas como *eficientes/no eficientes* para monitoreo.
* **Modelo C (No supervisado/geoespacial):** identificar rutas y turnos con mayor tiempo detenido, priorizando intervenciones operativas.

**Pregunta de negocio**

¿Cómo puede la analítica de datos optimizar el ciclo de cargue de los camiones de roca para reducir las paradas improductivas y mejorar el Truck Factor (TF) en la operación minera?

**Alcance del proyecto**

***Operativo***

* **Cobertura inicial:** 4 camiones y 1 mes de datos de VisionLink.
* **Variables base:** tiempos por fase (Empty, Load, Travel), paradas por rango, distancia, carga útil, combustible, turno y ruta.
* Áreas involucradas: Operaciones, Despacho, Mantenimiento de Vías, Planeación y Mejora Continua

***Analítico***

* Se desea finalizar los 3 modelos planteados anteriormente.

***Organizacional***

* **Integración con los stakeholders:** validación continua con Operaciones, Despacho y Mejora Continua para asegurar la aplicabilidad de los resultados.
* **Entregable final:** tablero analítico que muestre rutas críticas, eficiencia por turno y alertas de paradas prolongadas.
* **Escalabilidad:** posterior extensión a toda la flota de acarreo.

**Valor esperado**

* Reducción del 20 % de horas en paradas ≥6 min.
* Reducción del 5 % en tiempo de ciclo promedio (de 30 a 28.5 min).
* Incremento del TF en +3 puntos porcentuales (MTD).
* Aumento del 15 % en la proporción de ciclos eficientes.

**Descripción del conjunto de datos**

***Fuente***

Los datos provienen del sistema VisionLink (Caterpillar), plataforma corporativa utilizada para el monitoreo telemático de la flota de camiones en la operación minera.

Este sistema registra, minuto a minuto, variables relacionadas con el ciclo de acarreo y cargue de los camiones de roca, incluyendo tiempos de desplazamiento, paradas, carga útil, consumo de combustible y distancias recorridas

**Estructura de los datos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variable** | **Descripción** | **Tipo de dato** |
| Equipment | Identificador del camión (ej. M02782) | Categórica |
| Date and Time | Fecha y hora del ciclo | Temporal |
| Payload Weight (t) | Peso del material transportado | Numérica (continua) |
| Fuel Burned (L) | Combustible consumido durante el ciclo | Numérica (continua) |
| Total Cycle Time (hh:mm:ss) | Duración total del ciclo de acarreo | Temporal |
| Total Distance Travelled (km) | Distancia total recorrida | Numérica |
| Empty Travel Time (hh:mm:ss) | Tiempo de desplazamiento con camión vacío | Temporal |
| Empty Travel Distance (km) | Distancia recorrida en vacío | Numérica |
| Empty Stop Time (hh:mm:ss) | Tiempo detenido con camión vacío | Temporal |
| Load Time (hh:mm:ss) | Duración del proceso de cargue | Temporal |
| Load Stop Time (hh:mm:ss) | Tiempo detenido durante el cargue | Temporal |
| Load Travel Time (hh:mm:ss) | Tiempo de desplazamiento cargado | Temporal |
| Load Travel Distance (km) | Distancia recorrida cargado | Numérica |
| Start Latitude, Longitude | Coordenadas del punto de inicio del ciclo | Geográfica |
| Destination Latitude, Longitude | Coordenadas del destino del ciclo | Geográfica |

**Observaciones:**

* Cada registro corresponde a un ciclo completo de acarreo (inicio–fin) ejecutado por un camión determinado.
* Los datos incluyen tiempos, distancias, consumo y coordenadas, permitiendo una visión integral del rendimiento operativo.
* Ausencia de coordenadas GPS específicas de las paradas (solo coordenadas inicio–fin).
* **Clasificar** los ciclos en eficientes/no eficientes
* **Predecir** la probabilidad de paradas largas (≥6 min).