



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN



Gestión de Flota Minera

Presentación



<https://forms.gle/g4dTwwtWAQLxDVkv9>

Sobre el docente



Mg. Ing. Deyvi López

<https://www.linkedin.com/in/deyvilopez/>

- Ingeniero mecánico, miembro del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) y Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP).
- Presidente del Comité Técnico de Mantenimiento y Gestión de Activos.
- Auditor Interno en Sistemas de Gestión de Activos ISO 55001.
- Executive MBA y Magister en Dirección estratégica de operaciones e innovación, Universitat de Barcelona.
- Profesional con más de 12 años de experiencia gestión flotas vehiculares y equipos.
- Consultor Senior en Mantenimiento y Gestión de flotas.
- Docente en la Maestría de Gerencia de Mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao.



OBJETIVOS DEL CURSO

1. Evaluar la productividad de la flota minera.
2. Proponer soluciones prácticas a problemas que ocasionan el bajo rendimiento de una flota minera.



Módulo 2

Producción de una flota minera



Objetivo del módulo

Calcular la producción horaria de equipos de mina.


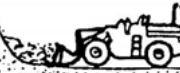









Plan de clase

✓ Presentación del tema	5 minutos
✓ Cálculos de producción carguío	20 minutos
✓ Densidad aparente	10 minutos
✓ Camiones mineros	20 minutos
✓ Producción de camiones mineros	30 minutos
✓ Cálculos de producción camiones	30 minutos
✓ Cierre y conclusiones	5 minutos

Densidad aparente

Se denomina densidad aparente a la masa de una porción de terreno por unidad de volumen. Dicha masa estaría constituida por las partículas sólidas más el agua.

VOLUMENES APARENTES					
	EXCAVACION	CARGA	TRANSPORTE		COMPACTACION
EXCAVACION EN TIERRAS	 1,0 VOLUMEN APARENTE	 CARGADA	 1,20 a 1,30	 VERTIDA 1,10 1,20 RELLENOS	 PISADA 1,0 1,10 0,95 1,0 COMPACTADA
EXCAVACION ROCA EN CANTERAS	 EN BANCO 1,0 VOLADA 2,0		 1,25 a 1,50	 MACHAQUEO PRIMARIO 1,30 a 1,40	 TRITURACION 1,20 a 1,30

Densidad en banco

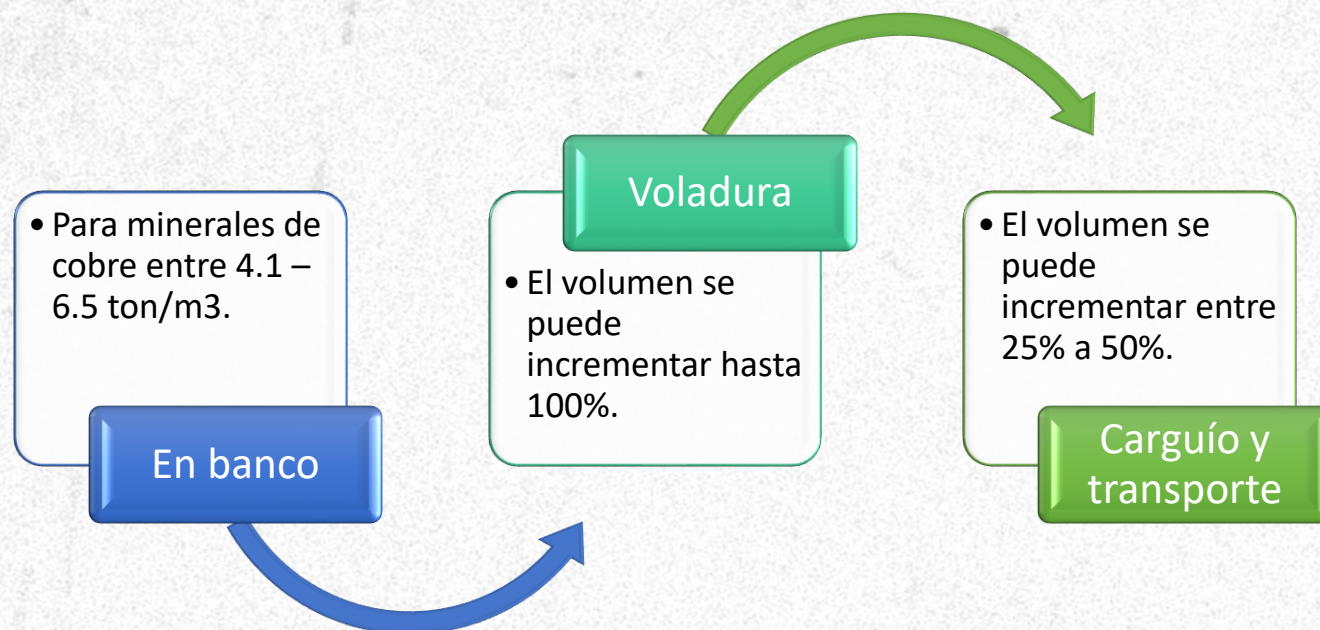
Se define densidad en banco o “in situ” a la densidad aparente del terreno en su estado natural, antes de su extracción. El movimiento de tierras va a provocar, mediante acciones mecánicas sobre los terrenos, una reordenación de sus elementos integrantes y, por tanto, una variación de dicha densidad aparente bien sea aumentando el volumen de estos (excavación), o bien disminuyéndolos (compactación). Si no existieran incrementos o disminuciones de humedad durante la manipulación del terreno, se mantendría constante el producto del volumen por la densidad aparente, es decir, la masa de la porción del terreno considerado.

Tipo de ley	Densidad (ton/m ³)
Óxido de cobre (CuO)	6.3 - 6.5
Calcosina (Cu ₂ S)	5.5 - 5.8
Covelina (CuS)	4.6 - 4.8
Bornita (Cu ₅ FeS ₄)	5.0 - 5.3
Chalcopyrita (CuFeS ₂)	4.1 - 4.3
Tetraedrita (Cu ₃ (As,Sb)S ₄)	4.4 - 5.1
Tenantita (Cu ₃ AsS ₄)	4.4 - 4.6

Cambios de densidad

Tipo de terreno	Densidad antes de la voladura (g/cm ³)	Densidad después de la voladura (g/cm ³)
Roca ígnea	2.6 - 3.0	1.5 - 2.0
Roca sedimentaria	1.5 - 2.5	1.0 - 1.5
Roca metamórfica	2.5 - 3.0	1.5 - 2.0
Suelo arenoso	1.4 - 1.8	1.0 - 1.4
Suelo arcilloso	1.6 - 2.0	1.2 - 1.6
Suelo limoso	1.4 - 1.8	1.0 - 1.4

Cambios de densidad



Camiones mineros

Un camión minero, también conocido como camión de mina, es un vehículo de gran envergadura diseñado específicamente para operar en los entornos hostiles y desafiantes de la minería a gran escala.



BelAZ 75710

- Camión para minera a tajo abierto
- Capacidad 450 toneladas métricas
- Chasis rígido
- 8.2 metros de altura
- Motor a combustión



Sandvik TH665B

- Camión para minera subterránea
- Capacidad 65 toneladas métricas
- Chasis articulado
- 3.6 metros de altura
- Motor eléctrico

CAT 797 - F

El CAT 797 es un camión minero de clase ultra, diseñado y fabricado por Caterpillar Inc. para aplicaciones de minería de alta producción y construcción pesada en todo el mundo.

Capacidad

- **Capacidad de carga útil:** 363 toneladas métricas (400 toneladas cortas).
- **Capacidad de la tolva:** 240 metros cúbicos (315 yardas cúbicas).

Dimensiones y peso

- **Longitud:** 14,63 metros (47,97 pies).
- **Ancho:** 9,75 metros (32 pies).
- **Altura:** 7,77 metros (25,5 pies).
- **Peso en orden de trabajo:** 623.690 kilogramos (1.375.000 libras).



Camión CAT 797-F



[Ver video](#)

KOMATSU 980 E-5

El Komatsu 980 E-5 es un camión minero eléctrico de clase ultra con una capacidad de carga útil de 363 toneladas métricas. Es uno de los camiones mineros más grandes y potentes del mundo, y se utiliza para transportar materiales en grandes operaciones mineras a cielo abierto.

Capacidad y dimensiones

- **Capacidad de carga útil:** 363 toneladas métricas (400 toneladas cortas)
- **Capacidad de la tolva:** 250 metros cúbicos (327 yardas cúbicas)
- **Longitud:** 15,72 metros (51,6 pies)
- **Ancho:** 10,01 metros (32,9 pies)
- **Altura:** 8 metros (26,2 pies)



KOMATSU 980 E-5



[Ver video](#)

Camiones autónomos



[Ver video](#)

Partes de un camión minero

1. Cabina
2. Motor
3. Tolva Minera
4. Chasis
5. Sistema de suspensión
6. Sistema de frenos
7. Sistema de dirección
8. Sistema de iluminación
9. Sistema de seguridad
10. Sistema eléctrico
11. Otros:
 - Sistema de aire acondicionado
 - Sistema de calefacción
 - Sistema de comunicación
 - Sistema de navegación
 - Sistema de monitoreo de condición



[Ver video](#)

Producción de un camión minero

El cálculo de la producción de un camión minero se puede realizar mediante la siguiente fórmula:

$$Q = q * d * E * (60/t)$$

Donde

Q : Producción horaria (ton/h)

q : Capacidad colmada de la tolva (m³)

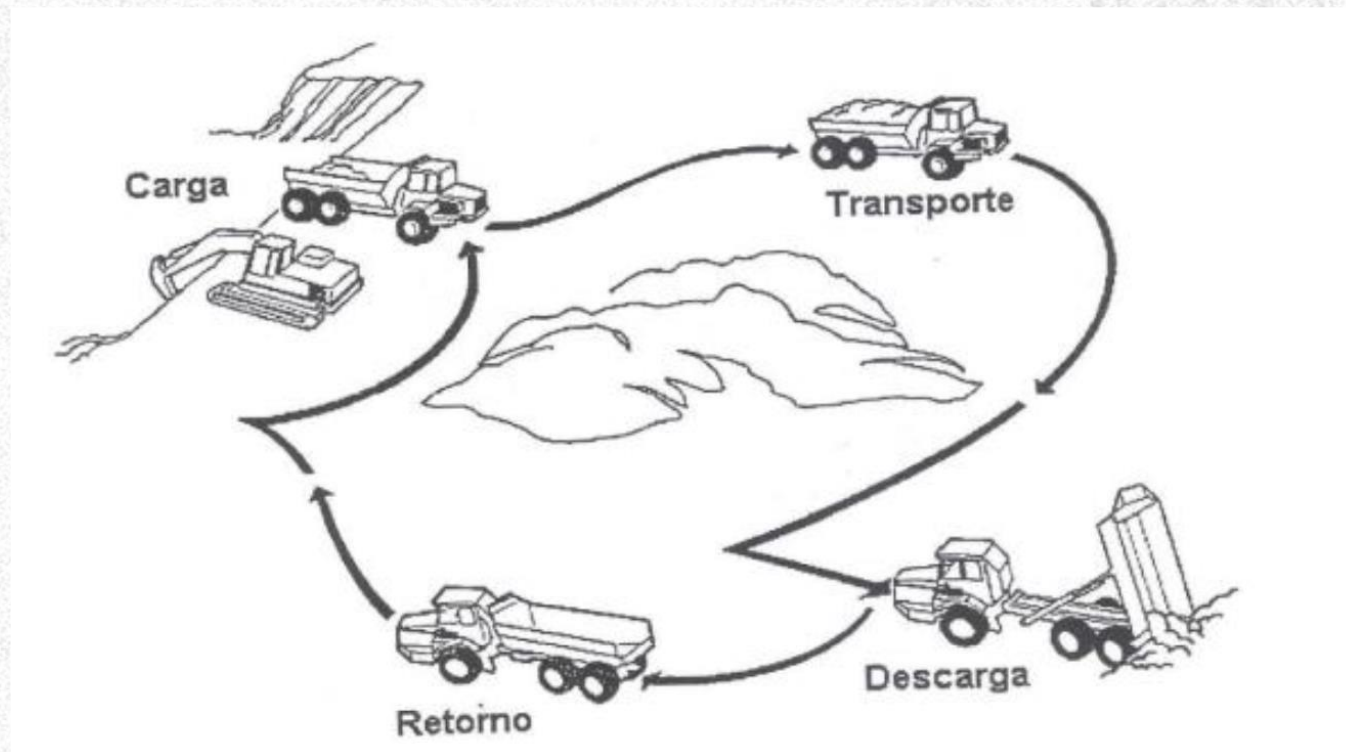
d : Densidad (ton/m³)

t : Duración del ciclo (minutos)

E : Eficiencia (%)

Ciclo productivo

El ciclo productivo de un camión minero es la secuencia de actividades que realiza el camión para transportar material desde el punto de carga hasta el punto de descarga. Este ciclo se repite continuamente durante la operación del camión.



Ciclo productivo

1. Carga

- El camión se posiciona debajo del cargador o de la excavadora.
- El cucharón del cargador o de la excavadora carga el material en la tolva del camión.
- El camión espera hasta que la tolva esté completamente cargada.

2. Transporte

- El camión se desplaza desde el punto de carga hasta el punto de descarga.
- La velocidad de transporte depende de la distancia, las condiciones del terreno y las normas de seguridad.

3. Descarga

- El camión se posiciona en el punto de descarga.
- La tolva del camión se eleva o se inclina para descargar el material.
- El camión espera hasta que la tolva esté completamente descargada.

4. Retorno

- El camión regresa al punto de carga para iniciar un nuevo ciclo.

Ciclo productivo

Tiempo de carga

$$T_c = N * t$$

Donde

T_c : Tiempo de carga (min)

N : Número de paladas

t : Duración de cada palada (min)



Tiempo de descarga

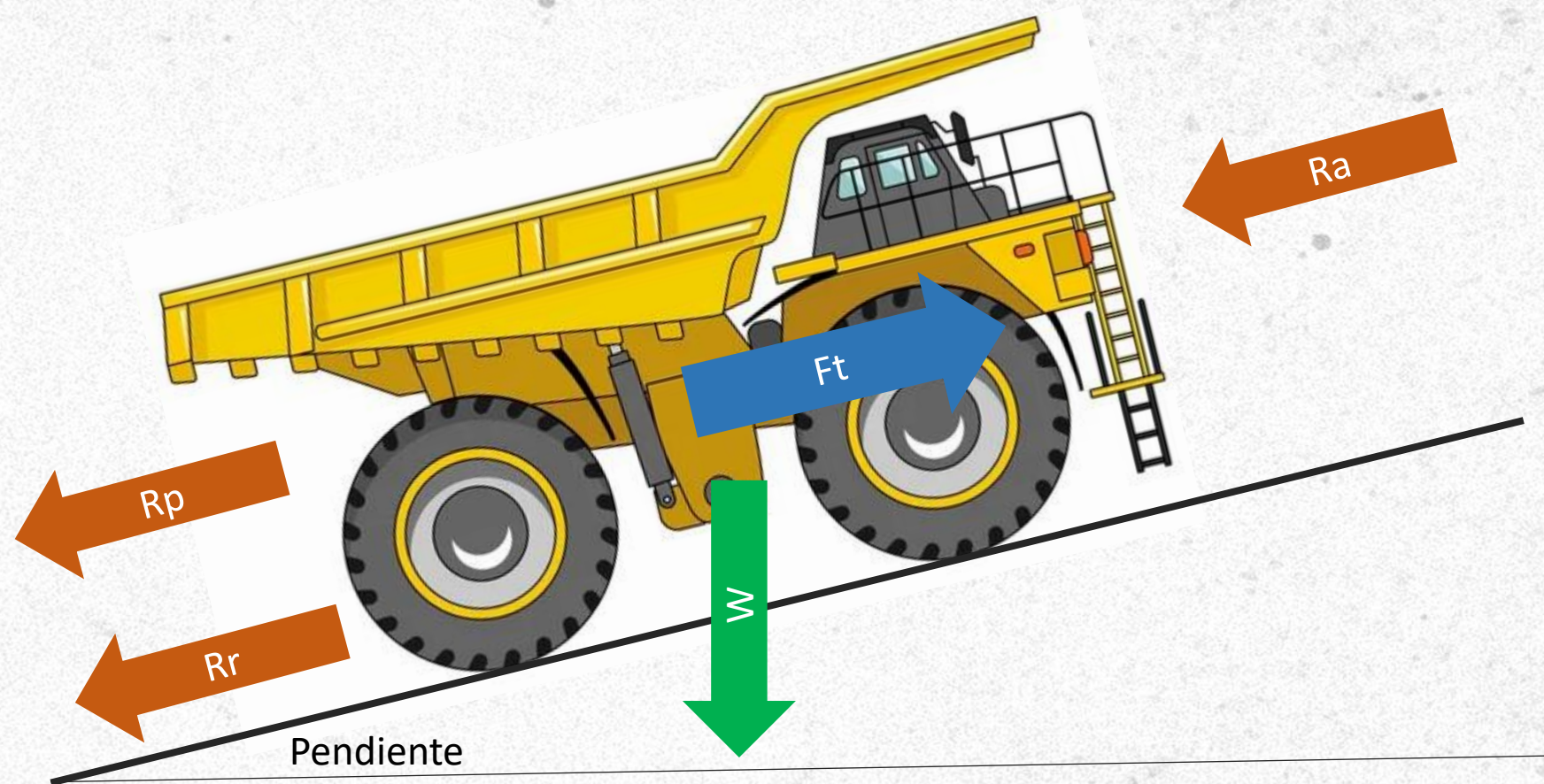
Condiciones de operación	t (min)
Favorable	0.5 - 0.7
Promedio	1.0 - 1.3
Desfavorable	1.5 - 2.0



Dinámica de camiones

Donde

- R_a : Resistencia aerodinámica
- R_p : Resistencia a la pendiente
- R_r : Resistencia a la rodadura
- F_t : Fuerza de tracción
- W : Peso bruto



Fuerza de tracción Vs. Velocidad

Potencia

$$P = F * v$$

P : Potencia

F : Fuerza

t : Velocidad

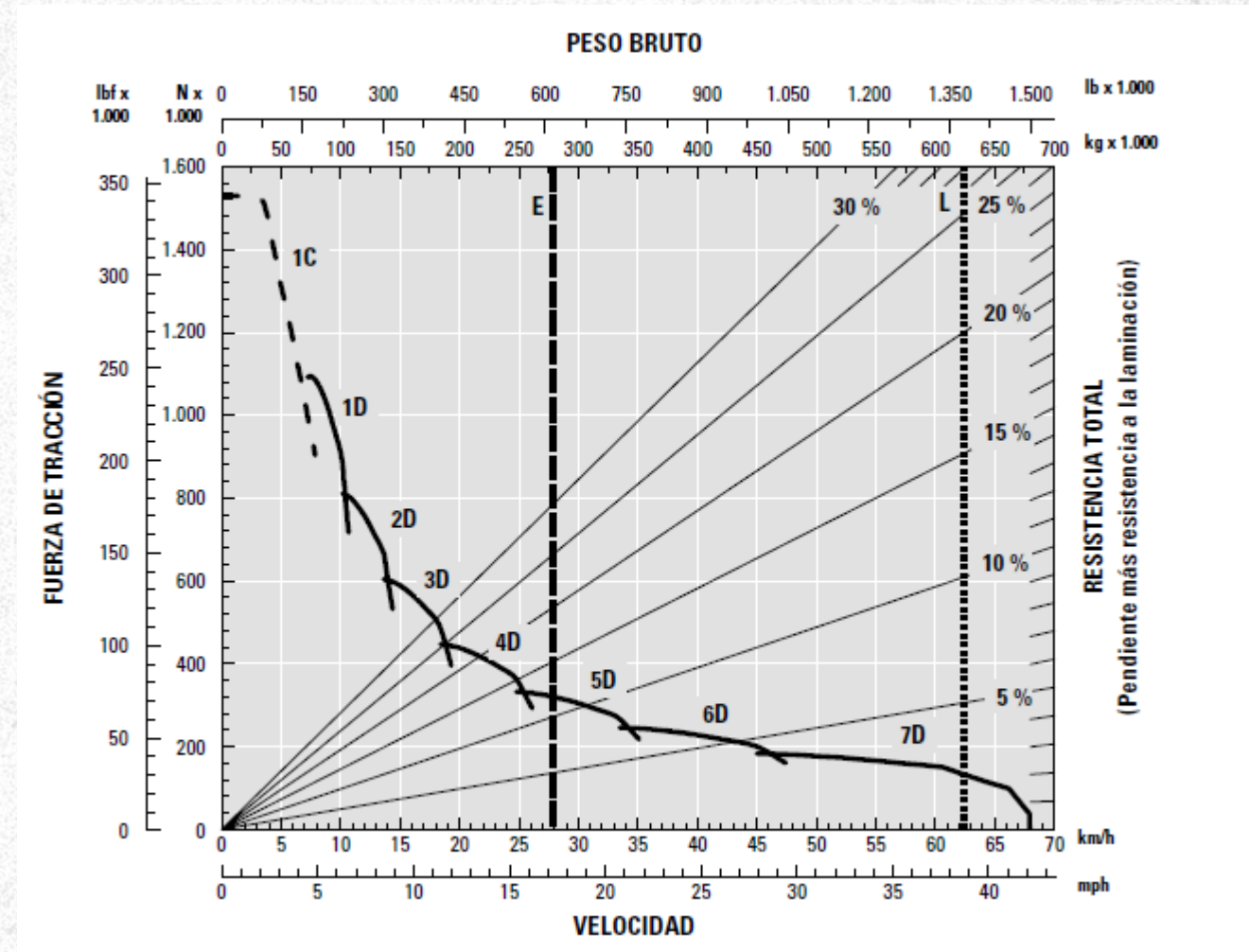
Tiempo

$$t = d/v$$

t : Tiempo

d : distancia

v : Velocidad



Resistencia a la rodadura

En kg/tm

Superficie	Orugas	Neumáticos de alta presión	Neumáticos de baja presión
Concreto	27	18	23
Asfalto	30 – 35	20 – 33	25 – 30
Tierra compactada con mal mantenimiento	30 – 40	20 – 35	25 – 35
Tierra con poco mantenimiento	40 – 55	50 – 70	35 – 50
Tierra lodosa sin mantenimiento	70 – 90	90 – 110	75 – 110
Arena suelta y grava	80 – 100	130 – 145	110 – 130
Tierra muy lodosa y suave	100 – 120	150 – 200	140 – 170

Cálculo de producción en camiones

Calcule la producción del camión minero KOMATSU 980 E-5, si para llenar la tolva del camión la pala eléctrica P&H 4100XPC debe agregar 7 paladas (50 ton/palada) cuyo tiempo por ciclo dura 45 segundos en promedio. Las condiciones de descarga son desfavorables. Las condiciones de operación son regulares y el mantenimiento es malo.

TRAMO	ETAPA	PENDIENTE (°)	TIPO	CARGA ÚTIL (ton)	RODADURA (kg/tm)	DISTANCIA (km)
1	CARGA	0	0	0	0	0.0
2	TRANSPORTE	2	TRACCIÓN	360	20	1.0
3	TRANSPORTE	10	TRACCIÓN	360	20	0.5
4	TRANSPORTE	5	RETARDO	360	35	3.0
5	TRANSPORTE	2	TRACCIÓN	360	35	1.0
6	TRANSPORTE	10	RETARDO	360	35	1.0
7	TRANSPORTE	1	TRACCIÓN	360	35	0.5
8	DESCARGA	0	0	360	0	0.0
9	TRANSPORTE	1	RETARDO	0	35	0.5
10	TRANSPORTE	10	TRACCIÓN	0	35	1.0
11	TRANSPORTE	2	RETARDO	0	35	1.0
12	TRANSPORTE	5	TRACCIÓN	0	35	3.0
13	TRANSPORTE	10	RETARDO	0	20	0.5
14	TRANSPORTE	2	RETARDO	0	20	1.0
TOTAL						14.0

TEST N°10



<https://forms.gle/BvgGjvUzP7RodZgZ7>



INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

