
ANEXO II
TRANSPORTE ADICIONAL EN OBRA

INTRODUCCIÓN

El cálculo del transporte adicional se refiere a distancias mayores que la longitud estándar de 1500 m, en función del volumen y la distancia adicional requerida.

Para cada componente se considera que el transporte se realiza con el vehículo que se utiliza en la tarea general (ej. Excavación en suelo a cielo abierto para condiciones normales, camión CAT 769, o Excavación subterránea en suelo, con o sin tunelera, camión volcador F1400 de 10 toneladas), por lo que no tendrá el mismo costo para todas las componentes del plan de cuentas.

1. METODOLOGIA DE CÁLCULO

El cálculo se realiza considerando el costo de la unidad de medida con la siguiente expresión:

$$C = \frac{Le}{V} \cdot \frac{\$EQ}{CP}$$

Donde:

\$ EQ = Costo horario del equipo según la planilla de equipos

CP = Capacidad de carga del equipo considerado

V = Velocidad del equipo

Le = Longitud equivalente de transporte

A fin de expresar el costo en términos de volumen de material a transportar, la capacidad de carga del camión puede expresarse en función del volumen como:

$$CP = CV \times P_a$$

Donde:

CV = Capacidad Volumétrica

P_a = Peso específico aparente del material a transportar

Con lo cual:

$$C = \frac{Le}{V} \cdot \frac{\$EQ}{CV \times P_a}$$

La longitud equivalente expresa la distancia de transporte cuando hay distintas distancias y cantidades, para un mismo tipo de material en un rubro y se define del siguiente modo:

$$Le = \sum_i^n \frac{Li \times Vi}{Vt}$$

Donde:

Li = Distancia de transporte

Vi = Volumen a transportar a la distancia Li

Vt = Volumen total

El peso específico aparente es función de la porosidad del suelo. Aún cuando este valor puede variar en función de la granulometría en cada caso, para la estimación del costo se han tipificado los valores de acuerdo a la siguiente tabla:

Material	Pa (tn/m³)
Suelo	1,25
Arena suelta	1,25
Suelo terreno saturado	1,50
Materiales varios	1,60
Aluvión limpio (grava)	1,60
Roca suelta (pedraplén)	1,60
Suelo bajo agua	1,80

El cálculo del costo se realiza en cada caso según el equipo previsto en el rubro correspondiente. Los costos unitarios considerados son los siguientes:

1.1. Para camión fuera de ruta CAT 769 D

Capacidad de carga = 37 tn

Velocidad ida cargado = 30 km/h

Velocidad vuelta vacío = 50 km/h

Velocidad promedio = 40 km/h

Rendimiento = 0,025 h/km

Costo (\$/km) = Costo horario del CAT 769 D (Planilla Equipos \$/h) x 0,025 h/km

$$\text{Costo /tn x km} = \frac{0.025\text{h/km}}{37\text{tn}} \times \$\text{EQ}$$

1.2. Para camión de 20 tn. (Eurotrakker 380 E 37 o E 38)

Capacidad de carga = 20 tn

Velocidad media adoptada = 40 km/h

Rendimiento = 0,025 h/km

Costo unitario (\$/km) = Costo horario del Eurotrakker 380 E 37 o E 38 (Planilla Equipos \$/h) x 0,025 h/km

$$\text{Costo /tn x km} = \frac{0,025\text{h/km}}{20\text{tn}} \times \$EQ$$

1.3. Para camión de 10 tn

Capacidad de carga = 10 tn

Velocidad media adoptada = 40 km/h

Rendimiento = 0,025 h/km

Costo (\$/km) = Costo horario del camión de 10 tn (P Equipos \$/h) x 0,025 h/km

$$\text{Costo /tn x km} = \frac{0,025\text{h/km}}{20\text{tn}} \times \$EQ$$

1.4. Para camión transporte cemento (tolvas) de fábrica a obras

Costo /tn x km = 0,11 \$/tn x km.

1.5. Para camión con acoplado para carga general

Costo /tn x km = 0,097 \$/tn x km.

2. TRANSPORTE ADICIONAL DE SUELO ACOPIADO

2.1. DESCRIPCIÓN

Se denomina al transporte desde el lugar de acopio hasta el nuevo lugar de depósito del material extraído. Por lo tanto esta tarea incluye la utilización de equipos de carga y transporte.

La medición se realiza computando los metros cúbicos de material transportado.

2.2. CÁLCULO DEL COSTO UNITARIO

2.2.1. Incidencia de los equipos

- a) 1.0 cargadora CAT 962 G
- b) N camiones Eurotrakker 380

El rendimiento de la cargadora resulta:

$$R_p = 147 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (Anexo I – Capítulo 2.2.1)}$$

Criterio 1.

El tiempo del ciclo del camión está dado por la siguiente expresión:

$$T_{ca} = T_c \frac{V_c}{V_p} + \frac{D_t}{V_1} + \frac{D_t}{V_2} + T_p$$

$$R_{ca} = \frac{C_e \cdot V_c}{T_{ca} \cdot C_{xb}}$$

Donde:

$V_p \text{ [m}^3\text{]} = \text{Capacidad de la pala (cuchara)} = 3,3$

$V_c \text{ [m}^3\text{]} = \text{Capacidad del camión} = 14$

$D_t \text{ [km]} = \text{Distancia de transporte a definir por el usuario}$

$V_1 \text{ [km/h]} = \text{Velocidad del camión cargado} = 30$

$V_2 \text{ [km/h]} = \text{Velocidad del camión vacío} = 50$

$C_e [-]$ = Coeficiente de eficiencia = 50 min/60 min = 0,83

$T_p [\text{min}]$ = Tiempo de descarga, maniobras, pérdida = 4,2

$C_{sb} [\text{m}^3\text{s}/\text{m}^3\text{b}]$ = Coeficiente de conversión de suelo a banco

$T_c [\text{min}]$ = Tiempo de carga

En consecuencia, el rendimiento del camión será:

$$\text{Rend camión} = \frac{C_e V_c}{T_{ca}}$$

Y el número de camiones resulta:

$$N^o = R_p / \text{Rend camión}$$

Luego el costo del equipo resulta:

$$CEQ = \frac{1\$ EQ_a + N\$ EQ_b}{R_p}$$

Donde para la cargadora, tipo de camión y velocidades vacío y lleno adoptadas resulta $N = f(D_i)$.

2.2.2. Incidencia de la mano de obra

- d) 2 Ayudantes (Código de Planilla de Mano de Obra: 8)

CMO = Costo unitario Mano de Obra (En \$/unidad de medida)

$$CMO = \frac{2\$ AY}{R_p}$$

2.2.3. Materiales incorporados

CMA = Costo unitario de Materiales (En \$/unidad de medida)

$$CMA = 0$$

$$CT = CEQ + CMO + CMA$$