



Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Ingeniería Civil

Auxiliar N°1-Preparación Control 1

CI5501 Métodos Constructivos

Sem. Primavera 2011

Prof.: Willian Wragg L.

Aux: Carolina Albornoz S.

PExtra)

Para la construcción de un colector de aguas lluvias deben ejecutarse las siguientes faenas en secuencia: excavar la zanja, colocar la tubería, rellenar la zanja. La zanja tiene una profundidad de 4m, un ancho de 2m y un largo total de 2km. Se cuenta con una excavadora que rinde $100\text{m}^3/\text{hora}$ (\$2.300/ m^3), una tiendetubos (\$25.000/hora) que en conjunto con una cuadrilla de maestros (\$132.000/día) es capaz de colocar y unir 12m de tubos en un día, y un rodillo compactador con el que pueden colocar y compactar 150m^3 diariamente (\$1.300/ m^3).

Considere que un día hábil dura 8 horas y que se trabaja todos los días de la semana y aproxima a días enteros.

El esponjamiento es de un 30% y FC = 80% para el relleno.

Todos los costos y rendimientos están en m^3 esponjados (o sueltos).

i) Haga una programación de la obra en un gráfico de distancia v/s tiempo y determine el plazo y costo directo total.

ii) Si transcurridos 45 días hay un atraso de 12 días respecto del programa anterior, determine cuál es la opción más conveniente para acelerar y terminar la obra en el plazo original. Las opciones son:

a. Trabajar horas extras tendiendo tubos y rellenando con un costo equivalente al 150% del de las horas normales.

b. Abrir un segundo frente de trabajo, lo que requiere un costo adicional de \$80.000/día



Problema 2

EXCAVACIÓN: $V_{esp} = 4 \times 2 \times 2000 (1 + e) = 4 \times 2 \times 2000 (1 + 0,3) = 20.800 \text{ m}^3 \text{ esp.}$

Tubos: $L = 2000 \text{ m}$

Relleno: $FC = 0,8 = \frac{V_{comp}}{V_{suelto}} = \frac{4 \times 2 \times 2000}{V_{suelto}} = \frac{16.000 \text{ m}^3 \text{ comp}}{V_{suelto}}$

$\Rightarrow V_{suelto} = \frac{16.000 \text{ m}^3 \text{ comp}}{0,8} = 20.000 \text{ m}^3 \text{ sueltos}$

* Para efectos del relleno, el volumen de los tubos es despreciable.

Luego, los plazos quedan:

EXCAVACIÓN:

Rendimiento = $\frac{100 \text{ m}^3 \text{ esp}}{\text{hr}} \times \frac{8 \text{ hr}}{\text{día}} = 800 \frac{\text{m}^3 \text{ esp}}{\text{día}}$ (días de 8 hr)

$P_{exc} = \frac{V_{esp}}{\text{Rend}} = \frac{20.800 \text{ m}^3 \text{ esp}}{800 \frac{\text{m}^3 \text{ esp}}{\text{día}}} = 26 \text{ días}$

Tubos:

Rendimiento = 12 m/día

$P_{tub} = \frac{L}{\text{Rend.}} = \frac{2000 \text{ m}}{12 \text{ m/día}} = 167 \text{ días}$

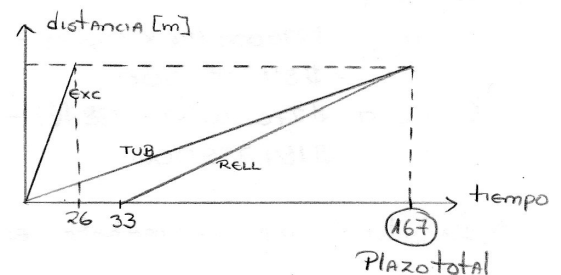
Relleno:

Rendimiento = $150 \text{ m}^3 \text{ esp/día}$

$P_{rell} = \frac{V_{suelto}}{\text{Rend}} = \frac{20.000 \text{ m}^3 \text{ sueltos}}{150 \text{ m}^3 \text{ esp/día}} = 134 \text{ días}$

Programación de la obra:

- (1) EXCAVAR LA ZANJA
- (2) colocar la tubería
- (3) rellenar la zanja



Costo directo total:

EXCAVACIÓN: $\$2.300 / \text{m}^3 \text{ esp} \times 20.800 \text{ m}^3 \text{ esp} = \$47.840.000$

TUBERÍA: $\begin{cases} \text{máquina} & \$25.000 / \text{hr} \times 8 \text{ hr/día} \times 167 \text{ días} = \$33.400.000 \\ \text{mano de obra} & \$132.000 / \text{día} \times 167 \text{ días} = \$22.044.000 \end{cases}$

RELLENO: $\$1.300 / \text{m}^3 \text{ esp} \times 20.000 \text{ m}^3 \text{ esp} = \$26.000.000$

$\Rightarrow \text{Costo total} = \$129.284.000$

ii) Al día 45 se tiene un retraso de 12 días, por lo tanto, el avance a la fecha corresponde al día $45 - 12 = 33$ de la programación inicial

* Opción (a): Horas extra

Se debe calcular el costo diario extra de esta opción

• Costo diario por colocar la tubería:

La longitud de tubería puesta hasta el día 33 es:

$$\frac{2000 \text{ m}}{167 \text{ días}} = \frac{l}{33 \text{ días}} \Rightarrow l = \frac{2000 \times 33}{167} = 396 \text{ m}$$

Lo que resta por colocar es:

$$l' = 2000 \text{ m} - 396 \text{ m} = 1604 \text{ m}$$

Para cumplir el plazo original debo colocar l' metros de tubos en

$167 - 45 = 122$ días. Luego, necesitamos un rendimiento de:

$$R' = \frac{1604 \text{ m}}{122 \text{ días}} = 13,15 \text{ m/día}$$

Así, calculamos el número de hrs extras necesarias:

$$\text{en un día} \Rightarrow \frac{12 \text{ m}}{8 \text{ hr}} = \frac{13,15 \text{ m}}{X \text{ hr}} \Rightarrow X = 8,77 \text{ hr} \approx 9 \text{ hr} \Rightarrow 1 \text{ hr extra}$$

Entonces, se debe trabajar 1 hr extra durante los 122 días restantes.

El costo adicional por esta hr extra es:

$$C_{\text{tub}} = 150\% \times \left(\$25.000/\text{hr} + \frac{\$132.000/\text{día}}{8 \text{ hr/día}} \right) = \$62.250/\text{hr extra}$$

• Costo diario por relleno y compactación (rodillado)

Al día 33, aún no ha comenzado el relleno. Por lo tanto, se deben trabajar horas extra rellenando también.

Se debe rellenar en 122 días y no en 134 días debido al retraso.

El nuevo rendimiento de relleno será:

$$R'' = \frac{20.000 \text{ m}^3 \text{ suelto}}{122 \text{ días}} = 164 \text{ m}^3 \text{ suelto/día}$$

Hrs extras necesarias:

$$\text{en un día} \Rightarrow \frac{150 \text{ m}^3 \text{ esp}}{8 \text{ hr}} = \frac{164 \text{ m}^3 \text{ esp}}{X \text{ hr}} \Rightarrow X = 8,75 \text{ hr} \approx 9 \text{ hr} \Rightarrow 1 \text{ hr extra}$$

El costo adicional por esta hr extra es:

$$C_{\text{exc}} = 150\% \times \left(\$1.300/\text{m}^3 \text{ esp} \times \frac{150 \text{ m}^3 \text{ esp/día}}{8 \text{ hr/día}} \right) = \$36.563/\text{hr extra}$$

$$\therefore \text{Costo total extra diario} = C_{\text{tub}} + C_{\text{exc}} = \$62.250 + \$36.563 = \$98.813/\text{día}$$

$\Rightarrow$ Conviene Opción (b) $\$80.000/\text{día}$ $>$ Opción (a) $\$98.813/\text{día}$
2º frente de trabajo hrs extra