

- 1.- Calcular el número de pavimentadoras de concreto asfáltico, de compactadores neumáticos, de volquetas de 12 M3, carg. front. CAT 950G y camión imprimador de 8000 Lt, necesario para trabajar con una planta de asfalto de 120 Ton/hr, además el tiempo en que se puede construir el pavimento de 0,10 m de espesor, para una carretera de 8,40 m de ancho y una longitud de 9,6 kilómetros, de acuerdo a la siguiente información:

Alt.s.n.m. = 3000 m

Peso Esp. C.A. 5CA = 2,05 Ton/m³

r = 1

Distancia Planta de asfalto- calle = 16 Km

EQUIPO	C	E	d (m)	e (m)	Le (m)	Fcomp	Va (Km/hr)	Vr (Km/hr)	D (m)	TF (min)	N
Planta de asfalto		0.70					0.18			1.50	
Pavimentadora de asfalto		0.75	60.00	0.100	4.20		3.00				10
Compactador de rod. Liso		0.83		0.100	2.05		3.00				10
Compactador neumático		0.83		0.100	2.10					18.00	
Volquetas de 12 M3		0.83				0.85	36	42		0.50	
Carg. Frontal CAT 938G	3.1	0.75	120	K = 0.9		0.85	8	12			
Camión Imprimador 8000 Lt		0.83		i = 1.5 Lt/M2			36	42	16000	75.00	

RESPUESTA

EQUIPO	Vol.de Trabajo	Und.	Productividad	Und.	N° de Máquinas	Plazo (horas)	Hrs Improduct.
Planta de asfalto			40.98	M3c/hra			
Pavimentadora de asfalto							
Compactador de rod. Liso			42.54	M3c/hra			
Compactador neumático			43.58	M3c/hra			
Volquetas de 10 M3							
Carg. Frontal CAT 938G							
Camión Imprimador 6000 Lt							
Plazo de conclusión del Pavimento						Horas	

- 2.- Calcular el costo total de operación del equipo utilizado en la construcción del pavimento de la pregunta anterior utilizando la planilla DNER, y la siguiente información:

EQUIPO	POTENCIA (HP)	Costo de Adquisición (\$us)	K	Vida Útil (años)	I (%)	Ha (hrs)	Vr (%)
Planta de asfalto	350	280000	0.9	7	12	2000	20
Pavimentadora de asfalto	200	145000	0.9	7	12	2000	20
Compactador de rod. Liso	110	120000	0.9	7	12	2000	20
Compactador neumático	90	130000	0.9	7	12	2000	20
Volquetas de 10 M3	285	120000	0.9	7	12	2000	20
Carg. Frontal CAT 938G	185	245000	1	7	12	2000	20
Camión Imprimador 6000 Lt	180	105000	0.9	7	12	2000	20

RESPUESTA:

EQUIPO	N°	Total Horas Trabajadas		Costo Horario de Operación		Costo Total de Operación (\$us)
		Productivas	Improd.	Productivo	Improductivo	
Planta de asfalto						
Pavimentadora de asfalto						
Compactador de rod. Liso				30.52	10.70	
Compactador neumático				30.21	11.60	
Volquetas de 10 M3				46.66	10.70	
Carg. Frontal CAT 938G						
Camión Imprimador 6000 Lt						
COSTO TOTAL DE OPERACIÓN					\$us	

Maquinaria y equipos de construcción

Solución Tercer parcial I-2013

Pregunta 1

Factor de altura

$$h = \frac{\text{Altura m.s.n.m.} - 1000}{10000} = \frac{3000 - 1000}{10000} = 0.2$$

Volumen de la carretera

$$\text{volumen de trabajo} = 9600 \cdot 8.4 \cdot 0.1 = 8064 \text{ m}^3$$

Área de la carretera

$$\text{área de trabajo} = 9600 \cdot 8.4 = 80640 \text{ m}^2$$

Planta de asfalto

Plazo de construcción (el plazo depende del avance de la planta de asfalto)

$$\text{plazo} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{1 \cdot 40.98} = 196.78 \text{ hr}$$

Pavimentadora de asfalto

Duración de ciclo

$$T = \frac{d}{V_a} + t_f = \frac{60}{3} + 1.3 = 21.5 \text{ min}$$

Productividad

$$Q = \frac{60 \cdot d \cdot e \cdot L_e \cdot E}{T \cdot (1 + h)} = \frac{60 \cdot 60 \cdot 0.1 \cdot 4.2 \cdot 0.75}{21.5 \cdot (1 + 0.2)} = 43.95 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Número de pavimentadoras

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q_c} = \frac{8064}{196.78 \cdot 43.95} = 0.93 \approx 1$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{1 \cdot 43.95} = 183.48 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 183.48 = 13.3 \text{ hr}$$

Compactadora de rodillo liso

Número de compactadoras

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q_c} = \frac{8064}{196.78 \cdot 42.54} = 0.96 \approx 1$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{1 \cdot 42.54} = 189.56 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 189.56 = 7.22 \text{ hr}$$

Compactador neumático

Número de compactadoras

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q_c} = \frac{8064}{196.78 \cdot 43.58} = 0.94 \approx 1$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{1 \cdot 43.58} = 185.04 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 185.04 = 11.74 \text{ hr}$$

Volqueta 12 m³

Duración de ciclo

$$T = \frac{D}{V_a} + \frac{D}{V_r} + t_f = \frac{16000}{600} + \frac{16000}{700} + 18 = 67.52 \text{ min}$$

Productividad

$$Q = \frac{60 \cdot C \cdot r \cdot p \cdot E}{T \cdot (1 + h)} = \frac{60 \cdot 12 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.83}{67.52 \cdot (1 + 0.2)} = 7.38 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_c = Q \cdot Fc = 7.38 \cdot 0.85 = 6.27 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Número de volquetas

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q_c} = \frac{8064}{196.78 \cdot 6.27} = 6.54 \approx 7$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{7 \cdot 6.27} = 183.73 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 183.73 = 13.05 \text{ hr}$$

Cargador frontal CAT 938G

Duración de ciclo

$$T = \frac{d}{V_a} + \frac{d}{V_r} + t_f = \frac{120}{133.33} + \frac{120}{200} + 0.5 = 2 \text{ min}$$

Productividad

$$Q = \frac{60 \cdot q \cdot k \cdot p \cdot E}{T \cdot (1 + h)} = \frac{60 \cdot 3.1 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 0.75}{2 \cdot (1 + 0.2)} = 52.31 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_c = Q \cdot Fc = 52.31 \cdot 0.85 = 44.46 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Número de cargadores

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{volumen de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q_c} = \frac{8064}{196.78 \cdot 44.46} = 0.92 \approx 1$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q_c} = \frac{8064}{1 \cdot 44.46} = 181.38 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 181.38 = 15.4 \text{ hr}$$

Camión imprimador 8000 lt

Duración de ciclo

$$T = \frac{D}{V_a} + \frac{D}{V_r} + t_f = \frac{16000}{600} + \frac{16000}{700} + 75 = 124.52 \text{ min}$$

Productividad

$$Q = \frac{60 \cdot C \cdot r \cdot p \cdot E}{i \cdot T \cdot (1 + h)} = \frac{60 \cdot 8000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.83}{1.5 \cdot 124.52 \cdot (1 + 0.2)} = 1777.49 \text{ m}^2/\text{hr}$$

Número de camiones

$$\# \text{ máquinas} = \frac{\text{área de trabajo}}{\text{plazo} \cdot Q} = \frac{80640}{196.78 \cdot 1777.49} = 0.23 \approx 1$$

Horas productivas (plazo corregido debido al redondeo)

$$\frac{\text{volumen de trabajo}}{\# \text{ máquinas} \cdot Q} = \frac{80640}{1 \cdot 1777.49} = 45.37 \text{ hr}$$

Horas improductivas (tiempo que no trabaja la máquina)

$$\text{plazo} - \text{horas improductivas} = 196.78 - 45.37 = 151.41 \text{ hr}$$

Plazo de conclusión del pavimento

$$196.78 \text{ hr}$$

Pregunta 2

⚠️Debido a un convenio entre docente y estudiantes, se usará la siguiente fórmula.

$$\text{costo improductivo} = \text{costo productivo} - \text{mano de obra}$$

Planta de asfalto

Valor residual

$$Vr = 20\% \cdot Vt = 0.2 \cdot 280000 = 56000 \text{ \$us}$$

Depreciación

$$P = \left[Vt + \frac{Vt - Vr}{(1 + i)^n - 1} \right] \cdot \frac{i}{Ha} = \left[280000 + \frac{280000 - 56000}{(1 + 0.12)^7 - 1} \right] \cdot \frac{0.12}{2000} = 27.9 \text{ \$us/hr}$$

Mantenimiento

$$M = \frac{Vt \cdot K}{n \cdot Ha} = \frac{280000 \cdot 0.9}{7 \cdot 2000} = 18 \text{ \$us/hr}$$

Materiales

$$\text{Mat} = 0.174 \cdot \text{potencia} \cdot \text{costo del diesel} = 0.174 \cdot 350 \cdot 0.53 = 32.28 \text{ \$us/hr}$$

Mano de obra

$$\frac{\text{salario}}{\text{horas trabajados}} = \frac{900}{180} = 5 \text{ \$us/hr}$$

Costo productivo

$$P + M + \text{Mat} + \text{mano de obra} = 27.9 + 18 + 32.28 + 5 = 83.18 \text{ \$us/hr}$$

Costo improductivo

$$\text{costo productivo} - \text{mano de obra} = 83.18 - 5 = 78.18 \text{ \$us/hr}$$

Pavimentadora de asfalto

Valor residual

$$Vr = 20\% \cdot Vt = 0.2 \cdot 145000 = 29000 \text{ \$us}$$

Depreciación

$$P = \left[Vt + \frac{Vt - Vr}{(1 + i)^n - 1} \right] \cdot \frac{i}{Ha} = \left[145000 + \frac{145000 - 29000}{(1 + 0.12)^7 - 1} \right] \cdot \frac{0.12}{2000} = 14.45 \text{ \$us/hr}$$

Mantenimiento

$$M = \frac{Vt \cdot K}{n \cdot Ha} = \frac{145000 \cdot 0.9}{7 \cdot 2000} = 9.32 \text{ \$us/hr}$$

Materiales

$$\text{Mat} = 0.174 \cdot \text{potencia} \cdot \text{costo del diesel} = 0.174 \cdot 200 \cdot 0.53 = 18.44 \text{ \$us/hr}$$

Mano de obra

$$\frac{\text{salario}}{\text{horas trabajados}} = \frac{900}{180} = 5 \text{ \$us/hr}$$

Costo productivo

$$P + M + \text{Mat} + \text{mano de obra} = 14.45 + 9.32 + 18.44 + 5 = 47.21 \text{ \$us/hr}$$

Costo improductivo

$$\text{costo productivo} - \text{mano de obra} = 47.21 - 5 = 42.21 \text{ \$us/hr}$$

Cargador frontal CAT 938G

Valor residual

$$Vr = 20\% \cdot Vt = 0.2 \cdot 245000 = 49000 \text{ \$us}$$

Depreciación

$$P = \left[Vt + \frac{Vt - Vr}{(1 + i)^n - 1} \right] \cdot \frac{i}{Ha} = \left[245000 + \frac{245000 - 49000}{(1 + 0.12)^7 - 1} \right] \cdot \frac{0.12}{2000} = 24.41 \text{ \$us/hr}$$

Mantenimiento

$$M = \frac{Vt \cdot K}{n \cdot Ha} = \frac{245000 \cdot 1}{7 \cdot 2000} = 17.5 \text{ \$us/hr}$$

Materiales

$$\text{Mat} = 0.174 \cdot \text{potencia} \cdot \text{costo del diesel} = 0.174 \cdot 185 \cdot 0.53 = 17.06 \text{ \$us/hr}$$

Mano de obra

$$\frac{\text{salario}}{\text{horas trabajados}} = \frac{900}{180} = 5 \text{ \$us/hr}$$

Costo productivo

$$P + M + \text{Mat} + \text{mano de obra} = 24.41 + 17.5 + 17.06 + 5 = 63.97 \text{ \$us/hr}$$

Costo improductivo

$$\text{costo productivo} - \text{mano de obra} = 63.97 - 5 = 58.97 \text{ \$us/hr}$$

Camión imprimador 8000 lt

Valor residual

$$Vr = 20\% \cdot Vt = 0.2 \cdot 105000 = 21000 \text{ \$us}$$

Depreciación

$$P = \left[Vt + \frac{Vt - Vr}{(1 + i)^n - 1} \right] \cdot \frac{i}{Ha} = \left[105000 + \frac{105000 - 21000}{(1 + 0.12)^7 - 1} \right] \cdot \frac{0.12}{2000} = 10.46 \text{ \$us/hr}$$

Mantenimiento

$$M = \frac{Vt \cdot K}{n \cdot Ha} = \frac{105000 \cdot 0.9}{7 \cdot 2000} = 6.75 \text{ \$us/hr}$$

Materiales

$$Mat = 0.174 \cdot \text{potencia} \cdot \text{costo del diesel} = 0.174 \cdot 180 \cdot 0.53 = 16.6 \text{ \$us/hr}$$

Mano de obra

$$\frac{\text{salario}}{\text{horas trabajados}} = \frac{900}{180} = 5 \text{ \$us/hr}$$

Costo productivo

$$P + M + Mat + \text{mano de obra} = 10.46 + 6.75 + 16.6 + 5 = 38.81 \text{ \$us/hr}$$

Costo improductivo

$$\text{costo productivo} - \text{mano de obra} = 38.81 - 5 = 33.81 \text{ \$us/hr}$$

Costos de operación

En la tabla se usará

$$[(\text{hr prod} \cdot \text{costo prod}) + (\text{hr improd} \cdot \text{mano de obra})] \cdot \# \text{ de máquinas}$$

Equipo	No.	Total horas trabajadas		Costo horario de operación		Costo de operación \$us
		Productivas	Improductivas	Productivo	Improductivo	
Planta de asfalto	1	196.78	0	83.18	78.18	16358.16
Pavimentadora de asfalto	1	183.48	13.3	47.21	42.21	9223.48
Compactador de rod. liso	1	189.56	7.22	30.52	10.70	5862.62
Compactador neumático	1	185.04	11.74	30.21	11.60	5726.24
Volqueta 12 m ³	7	183.73	13.05	46.66	10.70	60987.36
Carg. frontal CAT 938G	1	181.38	15.4	63.97	58.97	12511.02
Camión imprimador 8000 lt	1	45.37	151.41	38.81	33.81	6879.98
Costo total de operación \$us						117548.86