

The background of the cover features a dark blue, semi-transparent image of an industrial facility. The top portion shows a large, curved structure with a door and a light fixture. The bottom portion shows a large roll of material, possibly fabric or paper, in an outdoor or semi-outdoor setting. A solid teal vertical bar is positioned on the left side of the cover. A large yellow rectangular area is overlaid on the right side, containing the title text.

APLICACIÓN
**INGENIERÍA
INDUSTRIAL**
II

Aplicación Ingeniería Industrial.



Planteamiento del problema.

En lo que va del presente año la empresa Cintas y Textiles Industriales S.A. de C.V. recibió 4 órdenes de fabricación cada una perteneciente a un cliente en específico tal y como se muestra a continuación.

ORDEN DE FABRICACIÓN	CLIENTE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
1	Minorista	Oaxaca
2	Marina	Veracruz
3	IUSA	Cd. México
4	SEDENA	Cd. México

Si los montos de cada orden ascienden a \$158,260.00, \$122,150.00, \$117,415.00, y \$115,500.00 respectivamente, y cada cliente pretende tener una determinada cantidad de cada tipo de cinta fabricada por la empresa.

Calcular en función del precio **¿cuántos metros de cada variedad de cinta se necesitan entregar para cubrir la cantidad requerida?** si se considera que la repartición de artículos producidos entre cada cliente será equitativa.

Tabla de especificación de costos de cada cinta aplicables a cada cliente.

CLIENTES	PRECIO DE CADA TIPO DE CINTAS (\$)				COSTO DE LA ORDEN
	½ in	1 in	1 ½ in	2 in	
Oaxaca	5.5	8.2	12.4	16	\$158,260.00
Marina	3.20	6	10.5	14	\$122,150.00
IUSA	2.90	5.75	10.10	13.90	\$117,415.00
SEDENA	2.80	5.60	10	13.80	\$115,500.00

NOTA: La asignación de los precios anteriores se basa en la localización del cliente y el volumen de la solicitud de compra.

Sistema de ecuaciones

$$\begin{aligned}
 5.5x_1 + 8.2x_2 + 12.4x_3 + 16x_4 &= 158260 \\
 3.20x_1 + 6x_2 + 10.5x_3 + 14x_4 &= 122150 \\
 2.90x_1 + 5.75x_2 + 10.10x_3 + 13.90x_4 &= 117415 \\
 2.80x_1 + 5.60x_2 + 10x_3 + 13.80x_4 &= 115500
 \end{aligned}$$



Resolución por medio del Método de Cramer.

Procedimiento para calcular el Determinante principal (Dp) por Fórmula General.

$$D_p = \begin{vmatrix} +5.50 & 8.20 & 12.40 & 16.00 \\ -3.20 & 6.00 & 10.50 & 14.00 \\ +2.90 & 5.75 & 10.10 & 13.90 \\ -2.80 & 5.60 & 10.00 & 13.80 \end{vmatrix}$$

$$|D_p| = 5.50 \begin{vmatrix} 6 & + & 10.5 & 14 \\ 5.75 & - & 10.10 & 13.9 \\ 5.6 & + & 10 & 13.8 \end{vmatrix} - 3.20 \begin{vmatrix} 8.2 & + & 12.4 & 16 \\ 5.75 & - & 10.10 & 13.9 \\ 5.6 & + & 10 & 13.8 \end{vmatrix}$$

$$+ 2.90 \begin{vmatrix} 8.2 & + & 12.4 & 16 \\ 6 & - & 10.5 & 14 \\ 5.6 & + & 10 & 13.8 \end{vmatrix} - 2.80 \begin{vmatrix} 8.2 & + & 12.4 & 16 \\ 6 & - & 10.5 & 14 \\ 5.75 & - & 10.10 & 13.9 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= 5.50 \left[6 \begin{vmatrix} 10.10 & 13.9 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} - 5.75 \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 5.6 \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} \right] \\
&= 5.50 [6(139.38 - 139) - 5.75(144.9 - 140) + 5.6(145.95 - 141.4)] \\
&= 33(0.38) - 31.625(4.90) + 30.8(4.55) \\
&= 12.54 - 154.9625 + 140.14 \\
&= -2.2825
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -3.20 \left[8.2 \begin{vmatrix} 10.10 & 13.9 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} - 5.75 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 5.6 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} \right] \\
&= -3.20 [8.20(139.38 - 139) - 5.75(172.36 - 161.6) + 5.6(172.36 - 161.6)] \\
&= -26.24(0.38) + 18.4(11.12) - 17.92(10.76) \\
&= 9.9712 + 204.608 - 192.8192 \\
&= 1.8176
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= +2.90 \left[8.2 \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 6 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 5.6 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.5 & 14 \end{vmatrix} \right] \\
&= +2.90 [8.20(144.9 - 140) - 6(171.12 - 160) + 5.60(173.6 - 168)] \\
&= +23.78(4.9) - 17.4(11.12) + 16.24(5.6) \\
&= +116.522 - 193.488 + 90.944 \\
&= 13.978
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= -2.80 \left[8.2 \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} - 6 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.1 & 13.9 \end{vmatrix} + 5.75 \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.5 & 14 \end{vmatrix} \right] \\
&= -2.80 [8.20(145.95 - 141.4) - 6(172.36 - 161.6) + 5.75(173.6 - 168)] \\
&= -22.96(4.55) + 16.8(10.76) - 16.1(5.6) \\
&= -104.468 + 180.768 - 90.16 \\
&= -13.86
\end{aligned}$$

$$|D_p| = -2.2825 + 1.8176 + 13.978 - 13.86$$

$$|D_p| = -0.3469$$

Procedimiento para calcular el Determinante 1 (D1) por el Método de Cofactores.

$$D_1 = \begin{vmatrix} 158260 & 8.20 & 12.40 & 16.00 \\ 122150 & 6.00 & 10.50 & 14.00 \\ 117415 & 5.75 & 10.10 & 13.90 \\ 115500 & 5.60 & 10.00 & 13.80 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} |D_1| &= 158260(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 6 & 10.5 & 14 \\ 5.75 & 10.10 & 13.9 \\ 5.6 & 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 122150(-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 8.2 & 12.4 & 16 \\ 5.75 & 10.10 & 13.9 \\ 5.6 & 10 & 13.8 \end{vmatrix} \\ &+ 117415(-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 8.2 & 12.4 & 16 \\ 6 & 10.5 & 14 \\ 5.6 & 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 115500(-1)^{4+1} \begin{vmatrix} 8.2 & 12.4 & 16 \\ 6 & 10.5 & 14 \\ 5.75 & 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 158260(-1)^{1+1} \left[6(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 10.10 & 13.9 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 5.75(-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} \right. \\ &\quad \left. + 5.6(-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} \right] \\ &= 158260[6(139.38 - 139) - 5.5(144.9 - 140) + 5.6(145.95 - 141.4)] \\ &= 158260(-0.415) \\ &= -65677.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 122150(-1)^{2+1} \left[8.2(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 10.10 & 13.9 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 5.75(-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} \right. \\ &\quad \left. + 5.6(-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} \right] \\ &= -122150[8.2(139.38 - 139) - 5.75(171.12 - 160) + 5.6(172.36 - 161.6)] \\ &= -122150(-0.568) \\ &= 69381.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 117415(-1)^{3+1} \left[8.2(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} + 6(-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10 & 13.8 \end{vmatrix} \right. \\ &\quad \left. + 5.6(-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.5 & 14 \end{vmatrix} \right] \end{aligned}$$

$$= -117415[8.2(144.9 - 140) - 5.75(171.12 - 160) + 5.6(173.6 - 168)]$$

$$= -117415(4.82)$$

$$= 565940.3$$

$$= 115500(-1)^{4+1} \left[8.2(-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 10.5 & 14 \\ 10.10 & 13.9 \end{vmatrix} + 6(-1)^{2+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.1 & 13.9 \end{vmatrix} + 5.75(-1)^{3+1} \begin{vmatrix} 12.4 & 16 \\ 10.5 & 14 \end{vmatrix} \right]$$

$$= -155500[8.2(145 - 141.4) - 6(172.36 - 161.6) + 5.75(173.6 - 168)]$$

$$= -115500(4.95)$$

$$= -571725$$

$$|D_1| = -65677.9 + 69381.2 + 56940.3 - 571725$$

$$|D_1| = -2081.4$$

$$x_1 = -\frac{2081.4}{0.3469} = 6000$$

Procedimiento para calcular el Determinante 2 (D2), por medio de propiedades, convirtiendo en una matriz triangular superior.

$$D_2 = \begin{vmatrix} 5.50 & 8.20 & 12.40 & 16.00 \\ 3.20 & 6.00 & 10.50 & 14.00 \\ 2.90 & 5.75 & 10.10 & 13.90 \\ 2.80 & 5.60 & 10.00 & 13.80 \end{vmatrix} \begin{matrix} = 158260 \\ = 122150 \\ = 117415 \\ = 115500 \end{matrix}$$

Cambiamos la segunda columna por los resultados para calcular el determinante 2.

$$|D_2| = \begin{vmatrix} 5.50 & 158260 & 12.40 & 16.00 \\ 3.20 & 122150 & 10.50 & 14.00 \\ 2.90 & 117415 & 10.10 & 13.90 \\ 2.80 & 115500 & 10.00 & 13.80 \end{vmatrix} \begin{matrix} R_1 \left(\frac{1}{5.5} \right) \\ R_{2p}(-3.20) + R_2 \\ R_{3p}(-2.90) + R_3 \\ R_{4p}(-2.80) + R_4 \end{matrix}$$

$$|D_2| = \begin{vmatrix} 1 & \frac{316520}{11} & \frac{124}{55} & \frac{32}{11} \\ 0 & \frac{330786}{11} & \frac{1807}{550} & \frac{258}{55} \\ 0 & \frac{373657}{11} & \frac{1959}{550} & \frac{601}{110} \\ 0 & \frac{384244}{11} & \frac{1014}{275} & \frac{311}{55} \end{vmatrix} \begin{matrix} R_2 \left(\frac{11}{330786} \right) \\ R_{3p} \left(-\frac{373657}{11} \right) + R_3 \\ R_{4p} \left(-\frac{384244}{11} \right) + R_4 \end{matrix}$$

$$|D_2| = \begin{vmatrix} 1 & \frac{316520}{11} & \frac{124}{55} & \frac{32}{11} \\ 0 & 1 & .0001 & \frac{43}{275655} \\ 0 & 0 & -.1494425383 & .1647693675 \\ 0 & 0 & -.1291408931 & .2055431608 \end{vmatrix} \begin{matrix} R_3 \left(-\frac{1}{.1494425383} \right) + R_3 \\ R_{4p}(.1291408931) + R_4 \end{matrix}$$

$$|D_2| = \begin{bmatrix} 1 & \frac{316520}{11} & \frac{124}{55} & \frac{32}{11} \\ 0 & 1 & .0001 & \frac{43}{275655} \\ 0 & 0 & 1 & -1.102560017 \\ 0 & 0 & 0 & .06315757551 \end{bmatrix} R_4 \left(\frac{1}{.06315757551} \right)$$

$$|D_2| = \begin{bmatrix} 1 & \frac{316520}{11} & \frac{124}{55} & \frac{32}{11} \\ 0 & 1 & .0001 & \frac{43}{275655} \\ 0 & 0 & 1 & -1.102560017 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Obtenemos el determinante dos, multiplicando por cada uno de los números que utilizamos para hacer uno a la columna.

$$|D_2| = \left(5.5 * \frac{330786}{11} * -.1494425383 * .06315757551 \right) = 1561.0499$$

$$|D_2| = -1561.0499$$

Por último, dividimos el resultado de la multiplicación entre el determinante principal para obtener x_2 .

$$x_2 = \left(\frac{-1561.0499}{.3469} \right) = 4500$$

Procedimiento para calcular el Determinante 3 (D3), por medio de Método de Propiedades para llegar a una matriz de 3x3 y aplicar el Método de Sarrus.

$$D_3 = \begin{bmatrix} 5.5 & 8.20 & 158.260 & 16.00 \\ 3.2 & 6.00 & 122.150 & 14.00 \\ 2.9 & 5.75 & 117.415 & 13.90 \\ 2.8 & 5.60 & 115.500 & 13.80 \end{bmatrix} \begin{matrix} R_{p4}(-5.5) + R_1 \\ R_{p4}(-3.2) + R_2 \\ R_{p4}(-2.9) + R_3 \\ R_4 \left(\frac{1}{2.8} \right) \end{matrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} 0 & -\frac{14}{5} & -68615 & -\frac{311}{28} \\ 0 & -\frac{2}{5} & -9850 & -\frac{62}{35} \\ 0 & -\frac{1}{20} & -2210 & -.3928571429 \\ 1 & 2 & 41250 & -\frac{69}{14} \end{bmatrix}$$

[-1] Por la posición del uno en el renglón pivotal.

[2.8] Por el ajuste para hacer uno.

Matriz resultante para resolver por el Método de Sarrus.

$$|D_3| = \begin{bmatrix} -\frac{14}{5} & -68615 & -\frac{311}{28} \\ -\frac{2}{5} & -9850 & -\frac{62}{35} \\ -\frac{1}{20} & -2210 & -.39 \end{bmatrix} \begin{matrix} -\frac{14}{5} & -68615 \\ -\frac{2}{5} & -9850 \\ -\frac{1}{20} & -2210 \end{matrix}$$

$$|D_3| = \left[\left(-\frac{14}{5} * -9850 * -.3928571429 \right) + \left(-68615 * -\frac{62}{35} * -\frac{1}{20} \right) + \left(-\frac{311}{28} * -\frac{2}{5} * -2210 \right) - \left(-\frac{1}{20} * -9850 * -\frac{311}{28} \right) - \left(-2210 * -\frac{62}{35} * -\frac{14}{5} \right) - \left(-.3928571429 * -\frac{2}{5} * -68615 \right) \right] = 483.1821443$$

$$|D_3| = 483.1821443[-1][2.8] = -1352.91$$

$$x_3 = \frac{-1352.91}{-0.3469}$$

$$x_3 = 3900$$

Cálculo del Determinante 4 (D4) con el Método de Propiedades para llegar a una matriz de 3x3 y aplicar el Método de Sarrus.

$$D_4 = \begin{bmatrix} 5.50 & 8.20 & 12.40 & 158.260 \\ 3.20 & 6.00 & 10.50 & 122.150 \\ 2.90 & 5.75 & 10.10 & 117.415 \\ 2.80 & 5.60 & 10.00 & 115.500 \end{bmatrix} \begin{matrix} R_{p4}(-12.4) + R_1 \\ R_{p4}(-10.5) + R_2 \\ R_{p4}(-10.1) + R_3 \\ R_4(\frac{1}{10}) \end{matrix} \longrightarrow \begin{bmatrix} \frac{507}{250} & \frac{157}{125} & 0 & 15040 \\ \frac{13}{50} & \frac{3}{25} & 0 & 875 \\ \frac{9}{125} & \frac{47}{500} & 0 & 760 \\ \frac{7}{25} & \frac{14}{25} & 1 & 11550 \end{bmatrix}$$

[-1] Por la posición del uno en el renglón pivotal.

[10] Por el ajuste para hacer uno.

Matriz resultante para resolver por el Método de Sarrus.

$$|D_4| = \begin{vmatrix} \frac{507}{250} & \frac{157}{125} & 15040 \\ \frac{13}{50} & \frac{3}{25} & 875 \\ \frac{9}{125} & \frac{47}{500} & 760 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \frac{507}{250} & \frac{157}{125} \\ \frac{13}{50} & \frac{3}{25} \\ \frac{9}{125} & \frac{47}{500} \end{vmatrix}$$

$$|D_4| = \left[\left(\frac{507}{250} * \frac{3}{25} * 760 \right) + \left(\frac{157}{125} * 875 * \frac{9}{125} \right) + \left(15040 * \frac{13}{50} * \frac{47}{500} \right) - \left[\left(\frac{9}{125} * \frac{3}{25} * 15040 \right) - \left(\frac{47}{500} * 875 * \frac{507}{250} \right) - \left(760 * \frac{13}{50} * \frac{157}{125} \right) \right] \right] = \frac{3469}{40}$$

$$|D_4| = \frac{3469}{40} [-1][10] = -\frac{3469}{4} = -867.25$$

$$x_1 = \frac{-867.25}{-3469} = 2500$$



Comprobación.

$$5.5(6000) + 8.2(4500) + 12.4(3900) + 16(2500) = 158\,260$$

$$3.20(6000) + 6(4500) + 10.5(3900) + 14(2500) = 122\,150$$

$$2.90(6000) + 5.75(4500) + 10.10(3900) + 13.90(2500) = 117\,415$$

$$2.80(6000) + 5.60(4500) + 10(3900) + 13.80(2500) = 115\,500$$

Interpretación de datos

- ✓ En función de los resultados obtenidos para los determinantes se interpreta lo siguiente:

$$x_1 = 6000$$

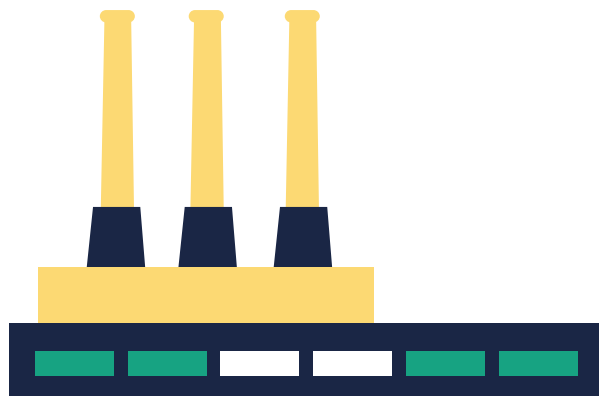
$$x_2 = 4500$$

$$x_3 = 3900$$

$$x_4 = 2500$$

Donde:

- ✓ X_1 Son los metros de cinta de $\frac{1}{2}$ in que se entregarán a cada uno de los cuatro clientes en el primer mes, por cada cliente son 6,000 metros, lo que indica un stock de producción de 24,000 metros.
- ✓ X_2 Son los metros de cinta de 1 in que se entregarán a cada uno de los cuatro clientes en el primer mes, por cada cliente son 4,500 metros, lo que indica un stock de producción de 18,000 metros.
- ✓ X_3 Son los metros de cinta de $1\frac{1}{2}$ in que se entregarán a cada uno de los cuatro clientes en el primer mes, por cada cliente son 3,900 metros, lo que indica un stock de producción de 15,600 metros.
- ✓ X_4 Son los metros de cinta de 2 in que se entregarán a cada uno de los cuatro clientes en el primer mes, por cada cliente son 2,500 metros, lo que indica un stock de producción de 10,000 metros.



DIRECTORIO

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

M. en D. Adolfo Pontigo Loyola
Rector

Dr. Saúl Agustín Sosa Castelán
Secretario General

Lic. Gonzalo Ismael Villegas de la Concha
Coordinador de la División Académica

Lic. Arturo Flores Álvarez
Director de Servicios Académicos

M.C.C. Efraín Franco Flores
Director del Centro de Cómputo Académico

Dr. Oscar Rodolfo Suárez Castillo
Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

M.G.A. Diana Pérez Silva
Integrante de la Academia de Computación

CRÉDITOS

Multimedia Educativa
Centro de Cómputo Académico

M.I.D. Gabriela Mora Acosta
Coordinadora del Departamento de Multimedia Educativa

M.T.I.E. Bertha Patricia Legorreta Cortés
Diseño Instruccional

Lic. Fidel López Soto
Asesor tecnológico y web

Pasante Lic. D.G. Rubí Magdalena de la Torre Morales
Ilustración y Maquetación

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

M.G.A. Diana Pérez Silva
Experto en contenido

© UAEH, 2019. Derechos reservados.