

Facultad de Ingeniería

Guía de Planeamiento y Control de la Producción

Tamaño de Planta

OBJETIVOS

- Conocer las metodologías para determinar el tamaño de planta.
- Seleccionar el tamaño adecuado de planta según análisis de capacidad de producción.
- Expresar el tamaño de la planta según volumen, peso, unidades de productos elaborados.

MARCO TEÓRICO

Se conoce como tamaño de una planta, a la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo. Es decir, volumen, peso, valor, o unidades de producto elaborados por año, mes, días por turnos y horas, etc.

El Tamaño es la Capacidad de Producción que tiene la Planta durante todo el periodo de funcionamiento. Se define como Capacidad de Producción al volumen o número de unidades que se pueden producir en un día, mes o año.

FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO.

La Determinación del Tamaño responde a un análisis interrelacionado de una gran cantidad de variables:

- Demanda,
- Disponibilidad de insumos,
- Localización
- Plan estratégico comercial de desarrollo futuro de la empresa.

RELACIÓN TAMAÑO Y MERCADO:

Este Factor esta condicionado al Tamaño del Mercado consumidor, es decir al número de consumidores o lo que es lo mismo, la Capacidad de Producción de la Planta debe estar relacionada con la Demanda insatisfecha.

AÑO	DEMANDA	OFERTA	DEMANDA INSATISFECHA	OFERTA DEL PROYECTO	%
	A	B	A-B		
11	259.999	225.329	34.670	6000	17.0
12	270.908	237.571	33.337	6300	19.0
13	281.817	249.813	32.004	6300	20.0
14	292.726	262.025	30.671	6300	20.5

Esta proyección de pautas será necesaria para dimensionar la utilización de los Factores de Producción y para definir el volumen de oferta del Proyecto.

En algunos casos es probable que no exista Demanda insatisfecha, ante esta eventualidad siempre existe la

posibilidad de captar la atención de los consumidores, diferenciando el producto con relación al producto de la competencia.

RELACIÓN TAMAÑO Y TECNOLOGIA:

El Tamaño también esta en Función del Mercado de maquinarias y equipos, porque el numero de unidades que pretende producir la Planta depende de la disponibilidad y existencias de activos de capital. En algunos casos el Tamaño se define por la Capacidad estándar de los equipos y maquinarias existentes, las mismas que se hallan diseñadas para tratar una determinada cantidad de productos, entonces, la empresa deberá fijar su Tamaño de acuerdo a las especificaciones Técnica de la maquinaria, por ejemplo 2000 unidades por hora. Para su evaluación se deberá conocer el costo de adquisición, costo de mantenimiento, costo de operación, depreciación y otros.

RELACIÓN TAMAÑO Y RECURSOS PRODUCTIVOS:

Se refiere a la provisión de materias primas o insumos suficientes en cantidad y calidad para cubrir las necesidades de la planta, la mano de obra, y energía eléctrica.

La fluidez de la materia prima, su Calidad y cantidad son vitales. Es recomendable levantar un listado de todos los proveedores así como las cotizaciones de los productos requeridos para el Proceso productivo. Si el Mercado interno no tiene Capacidad para atender los requerimientos, entonces se puede acudir al Mercado externo, siempre que el precio de la materia prima o insumo este en relación con el nivel esperado del costo de Producción.

Para clarificar este punto se debe dar respuesta a las siguientes interrogantes. Considerando el Lugar de Ubicación de la Planta ¿A que distancia se encuentra el Mercado proveedor? Se produce en el país las materias primas requeridas? Caso contrario de qué país se importará y a qué precio? existen diferencias entre calidad y precio de la materia prima importada con la nacional? Describir las diferencias.

RELACIÓN TAMAÑO Y FINANCIAMIENTO:

Si los Recursos Financieros son suficientes para cubrir las necesidades de inversión de instalación o localización de la Planta, por tal razón, el Tamaño de Planta debe ser aquel que pueda financiarse fácilmente y que en lo posible presente menores costos financieros.

La disponibilidad de Recursos Financieros de la empresa que requiere para inversiones fijas, diferidas y/o capital de trabajo es una condicionante que determina la cantidad a producir.

RELACIÓN TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN:

Surgen debido a la distribución geográfica del mercado y a la influencia que la localización tiene en los costos de producción y distribución.

ECONOMIA DEL TAMAÑO

Casi la totalidad de los Proyectos presentan una característica de desproporcionalidad entre Tamaño, costo e inversión, que hace, por ejemplo, que al duplicarse el Tamaño, los costos e inversiones no se dupliquen. Esto ocurre por las economías o deseconomías de escala que presentan los Proyectos.

Para relacionar las inversiones inherentes a un Tamaño dado con las que corresponderían a un Tamaño mayor, que se define la siguiente ecuación:

$$I_t = I_o \cdot \left[\frac{T_t}{T_o} \right]^\alpha$$

Donde:

I_t = Inversión necesaria para un Tamaño T_t de Planta

I_o = Inversión necesaria para un Tamaño T_o de Planta

T_0 = Tamaño de Planta utilizado como base de referencia

α = Exponente del Factor de escala

Ejemplo:

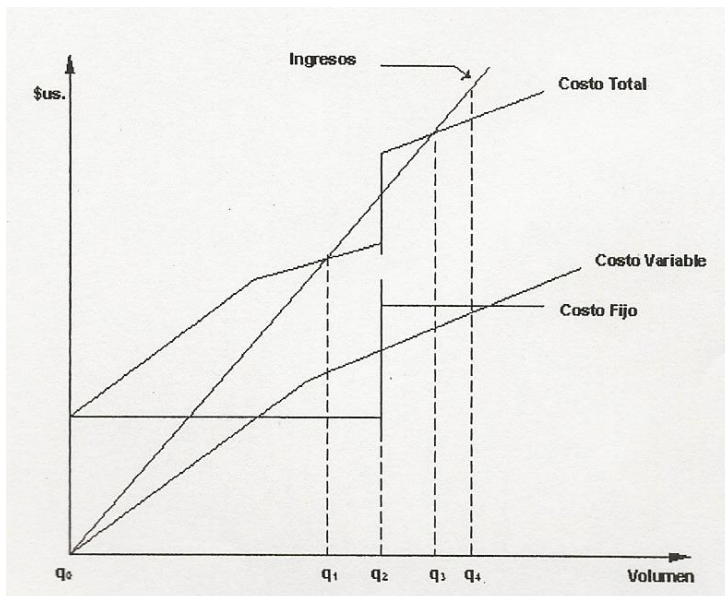
Se ha determinado que la inversión necesaria para implementar un Proyecto para la Producción de 30.000 toneladas anuales de azufre es de US\$ 18.000.000. Para calcular la inversión requerida para producir 60.000 toneladas anuales, con un alfa de 0,64, se aplica la ecuación anterior, y se obtiene:

$$I_t = \$US. 28.049.925$$

El cual representa la inversión asociada para ese Tamaño de Planta. Lo anterior es valido dentro de ciertos rangos, ya que las economías de escala se obtiene creciendo hasta un cierto Tamaño, después del cual alfa empieza a crecer, cuando se hace igual a uno no hay economías de escala y si es mayor a uno, hay deseconomías de escala. Por ejemplo, cuando para abastecer a un Tamaño mayor de operación deba recurrirse a un grupo de proveedores mas alejados, se encarece el Proyecto de compra por el mayor flete que deberá pagarse.

La decisión de hasta que Tamaño crecer deberá considerar esas economías de escala solo como una variable mas del problema ya que tan importantes como estas es la Capacidad de vender los productos en el Mercado.

Cubrir una mayor cantidad de Demanda de un producto que tiene un margen de contribución positivo, no siempre hace que la rentabilidad se incremente, puesto que la estructura de costos fijos se mantiene constante dentro de ciertos límites. Sobre cierto nivel de producción es posible que ciertos costos bajen, mientras otros suben. También es factible que para poder vender más de un cierto volumen, los precios deban reducirse, con lo cual el ingreso se incrementa a tasas marginales decrecientes. En forma gráfica, puede exponerse esto de la siguiente manera:



Como puede observarse, el ingreso total supera a los costos totales en dos tramos diferentes.

Si el Tamaño esta entre q_0 y q_1 , o entre q_2 y q_3 , los ingresos no alcanzan a cubrir los costos totales. Si el Tamaño estuviese entre q_1 y q_2 o sobre q_3 , se tendrían utilidades.

El Grafico permite explicar un problema frecuente en la formulación del Tamaño de un Proyecto.

En muchos casos se mide la rentabilidad de un Proyecto para un Tamaño que satisfaga la cantidad Demandada estimada y, si es positiva se aprueba o recomienda su inversión. Sin embargo, a veces es posible encontrar Tamaños inferiores que satisfagan

menores cantidades Demandadas pero que maximicen el retorno para el inversionista. Si en el gráfico, el punto q_4 , representa el Tamaño que satisface la cantidad Demandada esperada, es fácil apreciar que rinde un menor resultado que el que podría obtenerse para un Tamaño q_2 que además podría involucrar menores inversiones y menor riesgo.

ACTIVIDADES DE LA PRÁCTICA

Problema: Tamaño Óptimo de planta por utilidades

Se desea determinar la alternativa más adecuada para la instalación de una nueva planta, los tamaños disponibles en el mercado son:

Tamaño	Capacidad Máxima (unidades al año)	Costo Fijo de Operación \$	Costo Variable Anual a plena Operación
T1	30.000	120.000	75.000
T2	40.000	185.000	100.000
T3	57.500	230.400	155.250

Se considera un horizonte de vida de 8 años para el proyecto.

Se ha considerado que la demanda promedio de los próximos 8 años crecerá con una tasa anual de 5% en los primeros 2 años y una tasa de 10% en los 3 años siguientes, teniendo 12% al final en los 3 años restantes, siendo la demanda del año base del estudio de 28.000 unidades.

Se tiene una inversión inicial para cada caso:

	\$
T1	440.000
T2	548.750
T3	760.100

El precio de venta del producto está determinado por el mercado y se ha fijado en \$10.00/unidad

Solución:

Evaluando la demanda:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Previsiones de demanda	29400	30870	33957	37352	41087	46017	51539	57723

Evaluando las utilidades de cada alternativa: (proyectados para los próximos 8 años)

Alternativa 1 (capacidad máxima de 30 000 unidades / año)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	-440000								
Cantidad demandada		29400	30870	33957	37352	41087	46017	51539	57723
Cantidad a producir		29400	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000
I Ingreso por venta		294000	300000	300000	300000	300000	300000	300000	300000
V Costos Variables		73500	75000	75000	75000	75000	75000	75000	75000
F Costos Fijos		120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000
CT Costos Totales		193500	195000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
Flujo Neto US\$	-440000	100500	105000	105000	105000	105000	105000	105000	105000

Utilidad Total = US\$ 395 500

Alternativa 2 (capacidad máxima de 40 000 unidades I año)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	-548750								
Cantidad demandada		29400	30870	33957	37352	41087	46017	51539	57723
Cantidad a producir		29400	30870	33957	37352	40000	40000	40000	40000
I Ingreso por venta		294000	308700	339570	373520	400000	400000	400000	400000
V Costos Variables		73500	77175	84893	93380	100000	100000	100000	100000
F Costos Fijos		185000	185000	185000	185000	185000	185000	185000	185000
CT Costos Totales		258500	262175	269893	278380	285000	285000	285000	285000
Flujo Neto US\$	-548750	35500	46525	69678	95140	115000	115000	115000	115000

Utilidad Total = US\$ 158 093

Alternativa 3 (capacidad máxima de 57 500 unidades I año)

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversión	-760100								
Cantidad demandada		29400	30870	33957	37352	41087	46017	51539	57723
Cantidad a producir		29400	30870	33957	37352	41087	46017	51539	57500
I Ingreso por venta		294000	308700	339570	373520	410870	460170	515390	575000
V Costos Variables		79380	83349	91684	100850	110935	124246	139155	155250
F Costos Fijos		230400	230400	230400	230400	230400	230400	230400	230400
CT Costos Totales		.309780	313749	322084	331250	341335	354646	369555	385650
Flujo Neto US\$	-760100	-15780	-5049	17486	42270	69535	105524	145835	189350

Utilidad Total = US\$ -210 929

Conclusión:

La alternativa más adecuada, considerando aquella que produzca mayores utilidades, es la alternativa uno, cuya capacidad máxima es de 30.000 unidades.

Problema: Tamaño Mínimo de Planta

Al final de un estudio económico se desea determinar el tamaño mínimo para instalar una planta. El proyecto presenta dos opciones diferentes de tecnología para elaborar el producto.

Los requerimientos de cada caso son los siguientes:

	Tecnología A	Tecnología B
Producción	25.000 pz./año	19.000 pz./ año
Consumo de combustible	30 gl / H-M	40 gl / H-M
Costo de combustible	\$ 8.00 /gl.	\$ 8.00 /gl.
Nro. de operadores	25 / turno	30 / turno
Costo por operador	\$800,00	\$800,00
Costo de material (kg.)	\$1,00	\$1,00
Material requerido por pieza	1,2 Kg.	1,0 Kg.
H - H requerido por pieza	0,1	0,13
H - M requerida por pieza	0,03	0,04

Los costos fijos de la tecnología A son iguales a \$ 35.000 Y los de la tecnología B son de \$ 25.000. De acuerdo con el estudio de mercado se calculó que para el año 2007 una demanda de 5.000 pz./año con una tasa de crecimiento anual del 7%, además se ha fijado un precio de venta con un margen de ganancia del 30% sobre el costo variable unitario.

Solución

El tamaño mínimo de planta nos da una producción en la que la empresa no gana ni pierde; por tanto,

$$Q = CF / p-v$$

Costo variable tecnología A

Combustible

$$0.03 \frac{\text{H-M}}{\text{pz.}} \times \frac{30 \text{ gl}}{\text{H-M}} \times \frac{\$8.00}{\text{gl}} = \$7.20 \text{ / pza.}$$

Mano de obra

$$0.1 \frac{\text{H-H}}{\text{Pz}} \times 25 \text{ hombres} \times \frac{\$ 800.00}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{23 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = \$ 10.85/\text{pz}$$

Materia prima:

$$\frac{\$ 1.00}{\text{Kg.}} \times \frac{1.2 \text{ Kg.}}{\text{pz.}} = \$ 1.2 / \text{pza.}$$

$$\text{Total} = 7.20 + 10.85 + 1.20 = \$19.25$$

Costo variable tecnología B

$$\text{Combustible:} \quad 0.04 \frac{\text{H-M}}{\text{pz.}} \times \frac{40 \text{ gl}}{\text{H-M}} \times \frac{\$8.00}{\text{gl}} = \$12.80 / \text{pza.}$$

$$\text{Mano de obra:} \quad 0.13 \frac{\text{H-H}}{\text{pz}} \times 30 \text{ hombres} \times \frac{\$ 800.00}{\text{mes}} \times \frac{1 \text{ mes}}{23 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = \$ 16.95/\text{pz}$$

$$\text{Materia prima:} \quad \frac{\$ 1.00}{\text{Kg.}} \times \frac{1.0 \text{ Kg.}}{\text{pz.}} = \$ 1.0 / \text{pza.}$$

$$\text{Total} = 12.80 + 16.95 + 1.00 = \$30.75$$

El precio de venta es un 30% más sobre el costo variable unitario por lo que será igual a:

\$ 25.025 con la tecnología "A"

\$ 39.975 con la tecnología "B"

Siendo así, calculamos el tamaño mínimo para cada una de las alternativas presentadas.

Tamaño "A"

$$Q \text{ min} = \frac{\$ 35\ 000}{25.025 - 19.25} = \frac{\$ 35.000}{5.775} = 6\ 060.60$$

Tamaño "B"

$$Q \text{ min} = \frac{\$ 25\ 000}{39.975 - 30.75} = \frac{\$ 25\ 000}{9.225} = 2\ 710.03$$

Conclusión:

Como se estimó una demanda de 5.000 pzas./año, por tanto, el tamaño de planta que más conviene es el tamaño "B".

Problema: IDEXSA ESTRATEGIAS EN SISTEMA

José Merino considera la situación de su negocio en los próximos 5 años. En los últimos años el crecimiento de las ventas ha sido bueno, pero desea evaluar si aumenta el número de cabinas de Internet y establece una oficina de consultoría.

Así, Merino considera tres opciones:

Primera: ampliar el negocio actual.

Segunda: ubicarlo en un lugar nuevo

Tercera: no hacer nada y esperar.

Se ha calculado que el tiempo requerido para la mudanza es mínimo, pues se trata de equipos de oficinas y muebles. Así mismo la ampliación no causaría problemas pues existen ambientes adyacentes que podrían ser utilizados. De manera que en cualquiera de estos casos el negocio no perdería ingresos. Si no se hiciera nada el primer año y se presentara una gran demanda, entonces se estudiaría de nuevo la opción de ampliar la empresa.

Si se esperará más de un año es posible que se tuviera una nueva competencia y ya no sería posible pensar en la ampliación.

Se tiene las siguientes suposiciones y condiciones:

1. Existe una probabilidad del 60% de que se presente un fuerte aumento en la demanda debido a los mayores requerimientos de Internet y correo electrónico de los usuarios.
2. Si existe un fuerte crecimiento y se ubica en un nuevo lugar, el rendimiento anual sería de US\$ 36 000. Si el crecimiento es débil y se ubica en un nuevo lugar, el rendimiento sería US\$ 28 000.
3. Si se amplía el negocio y hay un fuerte crecimiento, el rendimiento sería US\$ 34 000. Con la ampliación y crecimiento débil el rendimiento sería de US\$ 26 000.
4. En el lugar actual si no hay cambios, el rendimiento anual sería de US\$ 24 000 por año durante un periodo de crecimiento fuerte y de US\$ 20 000 si es débil.
5. El costo actual de ampliación de la tienda sería de US\$ 9 000.
6. El costo de trasladarse a otro sitio US\$ 16 000.
7. Si el crecimiento es fuerte y se ampliara el negocio en el segundo año sería de US\$9000.
8. Los costos de funcionamiento son iguales para todas las operaciones.

Solución

Análisis de nodos de decisión y opciones de suceso.

Nodo B: Ampliar la tienda actual

	US\$
Rendimiento con crecimiento fuerte: US\$ 34 000 x 5 años=	170.000
Rendimiento con crecimiento débil: US\$ 26 000 x 5 años=	130.000
Rendimiento esperado en B: (US\$ 170000 x 0.6) + (US\$130.000x 0.4)=	154.000
Costo de ampliación =	9.000
Rendimiento neto de la ampliación	145.000

Nodo A: Mudarse a otro lugar

	US\$
Rendimiento con crecimiento fuerte: US\$ 36 000 x 5 años=	180.000
Rendimiento con crecimiento débil: US\$ 28 000 x 5 años=	140.000
Rendimiento esperado en B: (US\$ 180000 x 0.6) + (US\$140.000x 0.4)=	164.000
Costo de mudarse a otro lugar =	16.000
Rendimiento neto de la ampliación	148.000

Nodo C: No hacer nada

Analizando el punto de decisión 2 y considerando que después de un año se realice una ampliación

	US\$
Rendimiento con crecimiento fuerte: US\$ 24 000 x 4 años=	96.000
Menos Costo de ampliación =	9.000
Rendimiento neto	87.000

Analizando el punto de decisión 2 y considerando que después de un año no se haga nada

	US\$
Rendimiento con crecimiento fuerte: US\$ 24 000 x 4 años=	96.000

Así, en este punto de decisión se observa que será más conveniente no hacer nada que realizar una ampliación.

Crecimiento fuerte para el primer año US\$ 24 000 X 1 año =

Mejor decisión del punto 2, no ampliar =

Crecimiento débil: US\$ 20 000 x 5 años =

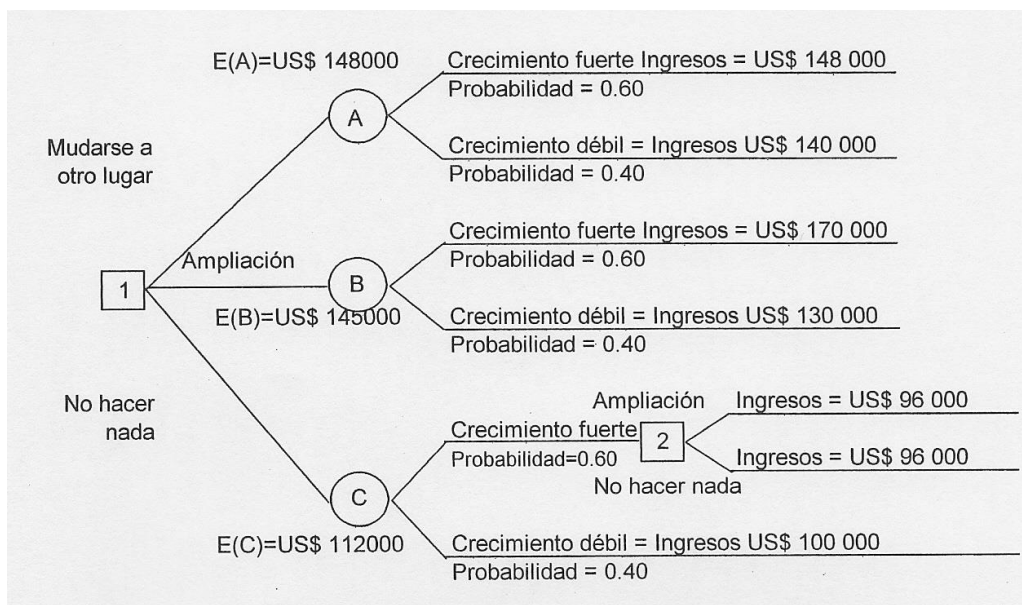
Rendimiento esperado en el nodo C:

$(US\$ 96\ 000 \times 0.6) + (US\$ 100\ 000 \times 0.4) = US\$ 97\ 600$

Conclusión

La mejor decisión será mudarse a otro lugar, obteniéndose un rendimiento de US\$ 148000.

Como se ilustra a continuación:



En la formulación de un proyecto para crear y operar la futura fábrica de baldosas "Baldosines Cerámicos Ltda.", se busca determinar cuál es el tamaño de la planta o combinaciones de plantas mas apropiada para satisfacer la demanda esperada para los próximos cinco años.

Según los resultados de la investigación de mercado de baldosines, la empresa que se crearía con el proyecto podría enfrentar una posibilidad de ventas como:

Año	1	2	3	4	5
DEMANDA	1400	2500	5500	7500	9500

El estudio técnico logro identificar que la producción de baldosines en los niveles estimados puede fabricarse con una o más de 3 tipos de plantas, cuyas capacidades de producción en situaciones normales y el Costo unitario de producción y su componente proporcional fijo y variable para el nivel de operación normal es conocido y se muestra en la siguiente tabla:

Planta	Capacidad	Planta	Costo Unit.	% Costo Fijo	% Costo Variable
A	2500	A	\$62	33.3	66.7
B	6000	B	\$48	25.4	74.6
C	9500	C	\$46	23.0	77.0

Se estima que el precio de venta de cada una de las unidades producidas ascenderá a US\$85, cualquiera que sea el número fabricado y vendido. La vida útil máxima de cada planta se estima de 5 años, ninguna de ellas tiene valor de desecho, cualquiera sea la antigüedad con que se liquide.

Solución:

P= US\$ 85.00/día

Vida Útil = 5 años

PLANTA (A) Capacidad Máxima = 2500

AÑO	1	2	3	4	5
DDA	1400	2500	5500	7500	9500
INGRESO	119000	212500	212500	212500	212500
EGRESO	109510	155000	155000	155000	155000
FLUJO	9990	57500	57500	57500	57500

PLANTA (B) Capacidad Máxima = 6000

ANO	1	2	3	4	5
DDA	1400	2500	5500	7500	9500
INGRESO	119000	212500	467500	510000	510000
EGRESO	123283	162672	270096	288000	288000
FLUJO	-4283	49828	197404	222000	222000

PLANTA (C) Capacidad Maxima = 9500

AÑO	1	2	3	4	5
DDA	1400	2500	5500	7500	9500
INGRESO	119000	212500	467500	510000	510000
EGRESO	150098	189060	295320	366160	437000
FLUJO	-31098	23440	172180	271340	370500

AÑO	1	2	3	4	5
OPCION (flujo)	A	A	B	C	C

COSTOS

AÑO	1	2	3	4	5
PLANTA	A	A	B	B	C
C.T.	109510	155000	270096	288000	437000

EJERCICIOS PROPUESTOS

Problema Nro. 1:

En la realización del estudio técnico de un proyecto, se encuentra 3 alternativas tecnológicas que se adaptan a los requerimientos exigidos para su implementación. El costo fijo anual de cada alternativa sería:

Producción	A	B	C
0 - 10.000	300.000	350.000	500.000
10.001 - 20.000	300.000	350.000	500.000
20.001 - 30.000	400.000	350.000	500.000
30.001 - 40.000	400.000	450.000	500.000

Los costos variables unitarios de cada alternativa, pro rango de producción, se estima en:

Producción	A	B	C
0-30000	10.0	9.0	6.0
30001 - 40000	9.5	8.5	5.0

¿Qué alternativa seleccionaría si la demanda esperada es de 10.000 unidades anuales? Si la demanda no es conocida, ¿Cuál es el punto crítico en que convendría cambiar de un a otra alternativa? Si una alternativa es abandonada al llegar a un tamaño que haga a otra más conveniente, ¿Es posible que vuelva a ser seleccionada a volúmenes mayores?

Problema Nro. 2

Al estudiar un proyecto, se estimaron los siguientes costos variables para una capacidad de producción normal de 140.000 unidades, siendo la capacidad máxima de 200.000 unidades.

Costo Variables	Costo	Unidades	Costo Fijo
Materiales	\$120.000	0 - 40.000	\$320.000
Mano de Obra	\$300.000	40.001 - 130.000	\$380.000
Otros	\$80.000	130.001 - 180.000	\$420.000
		180.001 - 200.000	\$500.000

Si el precio de venta de cada unidad es de \$12 y la producción esperada fuese de 100.000 unidades por año. ¿Cuál es el mínimo de unidades adicionales que se necesita vender para mostrar una utilidad de \$ 750.000 por año?

Para subir las ventas a 175.000 unidades anuales ¿Cuánto podría gastarse adicionalmente en publicidad, para que manteniéndose un precio de \$12 se obtenga una utilidad 35% sobre las ventas?

Problema Nro. 3

Determine usted cuál sería el tamaño de planta más adecuado para la empresa que desea cumplir con una

producción requerida de 2.700 unidades al día, que se logra haciendo trabajar tres turnos la planta A, un turno y medio la planta B y un turno la planta C

Se tiene la siguiente información:

Planta	Capacidad unidad/día	Inversión US\$
A	900	1.000.000
B	1.800	1.700.000
C	2.700	2.500.000

Las tres plantas tienen la posibilidad de trabajar tres turnos. La información que se da en el cuadro anterior se refiere a un turno de trabajo en cuanto a capacidad de producción.

Los costos unitarios a plena capacidad se indican a continuación.

Costo unitario US\$	Costo fijo %	Costo variable %
140	33	67
120	25	75
100	22	78

Para el primer año de operación la empresa debe cubrir los requerimientos de mercado indicados al principio, se considera un crecimiento anual de la demanda del 10% ¿Cuál sería la mejor decisión si nos proyectamos a un horizonte de 5 años teniendo en cuenta un precio de venta de \$200? Sustente su elección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAYNARD, Manual del Ingeniero Industrial IV, William K. Hodson, Editorial McGRAW-HILL

RENDER HEIZER- Principios de Administración de Operaciones.- Ed Pearson _5° Edición