

**NOTA 7. LAS EMPRESAS Y SUS OBJETIVOS. LA TEORÍA DE LA PRODUCCIÓN Y DE
LOS COSTOS EN EL CORTO PLAZO¹.**

I. Las empresas y sus objetivos.

En un apartado anterior, se hizo una primera aproximación al comportamiento de las empresas cuando se analizó la teoría de la oferta, en el cual se resaltó la relación directa que existe entre el precio de un bien en el mercado y la cantidad ofrecida de ese bien. Se postuló que un incremento en el precio trae como consecuencia que las empresas estarán dispuestas a ofrecer una mayor cantidad del bien para aprovechar una posible mayor ganancia.

En este documento se profundizará en el análisis del comportamiento de las empresas, utilizando para ello dos herramientas: la función producción y los costos de producción. Ya con este análisis, en los siguientes capítulos se situará la empresa en una determinada estructura de mercado, competencia y monopolio, para estudiar su comportamiento específico, particularmente en lo que toca a la cantidad que se va a ofrecer y las utilidades que genera la operación.

Empecemos el análisis definiendo qué es lo que se entiende por empresa para después estudiar su comportamiento.

Definimos a una empresa como aquella organización que utiliza factores primarios de la producción (capital, trabajo y tierra), insumos intermedios o materias primas así como una determinada tecnología para producir un flujo de bienes y/o servicios.

De acuerdo a esta definición genérica de lo que es una empresa, cualquier individuo o cualquier organización, formalmente y legalmente constituida u operando en la ilegalidad o la informalidad, que producen un flujo de bienes o de servicios se le considera, desde un punto de vista económico, como una empresa.² Así, un bolero es

¹ Documento elaborado por los profesores Silvano Espíndola, Magdalena Barba e Isaac Katz para uso exclusivo de los alumnos del Instituto Tecnológico Autónomo de México.

² Una empresa formal y legalmente constituida es aquella que se sujeta al marco legal correspondiente, que se constituyó ante notario público y paga los impuestos que se derivan de la legislación tributaria. Una empresa ilegal o informal es aquella que no se constituyó ante notario público y que no paga impuestos. Ejemplos del primer tipo son todas aquellas que están registradas ante las autoridades

una empresa de un solo individuo que produce un flujo de servicios, en este caso el lustrado de calzado; un dentista es una empresa que produce servicios de ortodoncia; también es una empresa unipersonal el que cuida automóviles en la calle. Empresas también son un pequeño taller que arregla ropa, una tienda de ropa o un gran almacén comercial que vende diferentes productos, un supermercado o la tienda de abarrotes de la esquina, un abogado trabajando por su cuenta o un despacho de varios abogados, un taller automotriz o una armadora de automóviles, un pequeño minifundio agrario, un ejido o una pequeña propiedad agraria, una gasolinera o PEMEX. Hay empresas que producen y venden un solo bien como hay empresas que producen una variedad de bienes. Hay empresa en donde el único empleado es el dueño como hay empresas que utilizan a miles de trabajadores. Hay empresas privadas, en donde el capital es propiedad de un individuo o un grupo de accionistas que aportaron su capital, como hay empresas de carácter social como el caso de las cooperativas o los ejidos, así como empresas de propiedad gubernamental como son el Servicio Postal Mexicano, Nacional Financiera, el Instituto Mexicano del Seguro Social, la Comisión Federal de Electricidad o PEMEX.³ Todas estas organizaciones tienen una cosa en común: utilizan factores de la producción, insumos y una tecnología para producir y vender bienes y servicios.

Por otra parte, al menos para las empresas privadas, el objetivo de la empresa es maximizar la tasa de rentabilidad sobre el capital invertido, es decir, el objetivo es la maximización de las utilidades. Que el resto de las empresas, sean las de carácter social y todavía más aun las gubernamentales, no tengan como objetivo esa maximización de las ganancias deriva en una asignación ineficiente de recursos.

Las utilidades o ganancias monetarias de las empresas (**II**) es la diferencia entre los ingresos totales (**IT**) que obtienen por la venta de su producto en los mercados y los

correspondientes, tienen un domicilio formal y fiscal, cuentan con un Registro Público de Contribuyentes y pagan las cuotas de seguridad social que les corresponden (IMSS, SAR, etcétera). Una empresa ilegal es, por el contrario aquella que no está registrada ante cualquier autoridad, no paga impuestos y no contribuye con sus cuotas de seguridad social; ejemplos de éstas últimas son cualquier taller automotriz cuyo lugar de trabajo es la calle, los vendedores ambulantes, los narcotraficantes, una prostituta, etcétera.

³ Las empresas gubernamentales no son empresas públicas. Son gubernamentales porque el dueño es el gobierno; no son empresas públicas porque no cotizan en el mercado de valores y, consecuentemente, no están obligadas a reportar al público sus estados financieros o cualquier otro aspecto de su operación.

costos totales (*CT*) en los que incurren al comprar o rentar unidades de factores de la producción.

$$\Pi = \text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales}^4.$$

El papel básico que las empresas han desempeñado en la economía ha consistido en tomar los factores de la producción aportados por las familias (tierra, trabajo y capital), utilizando la tecnología disponible, transformarlos en bienes y servicios que las mismas familias consumen posteriormente. La teoría de la empresa se ocupa de los motivos en que se basan las decisiones de producción y fijación de precios y de los efectos que se producen sobre el comportamiento de las empresas las diferentes formas en las que se organiza la industria.

Pasemos ahora al análisis del comportamiento de una empresa, primero a través de la función producción y, posteriormente, a través de los costos de producción.

II. Teoría de la producción y de los costos en el corto plazo.

A través de la teoría de la producción analizamos el cómo producir un bien o servicio, por medio del estudio de las funciones de producción, la productividad promedio o media de los factores productivos y la productividad marginal de estos, y los costos de

⁴ Las ganancias en la economía se clasifican de la siguiente manera:

1. Ganancias extra normales: Los ingresos totales son mayores a los costos totales. Hay entrada de nuevas empresas a la industria. Existen incentivos para entrar a la industria.

$$IT - CT > 0$$

2. Ganancias normales: Los ingresos totales son iguales a los costos totales. Se está cubriendo con todos los costos de oportunidad. No hay incentivos para salir o para entrar a la industria.

$$IT - CT = 0$$

3. Pérdidas: Los ingresos totales son menores a los costos totales.

$$IT - CT < 0$$

producción son el resultado del empleo de recursos dada las condiciones de la tecnología que se selecciona para producir los bienes o los servicios.

Recordemos que el corto plazo es el período del análisis económico durante el cual se lleva a cabo la operación de la producción, y cuando al menos **uno** de los factores de la productivos es fijo, es decir, la cantidad empleada de ese factor no cambia si aumenta o disminuye la cantidad producida del bien en cuestión, y se combina con el empleo de otros factores variables cuyas cantidades empleadas están relacionadas con la cantidad producida del bien; además, se supone que en el corto plazo no se presenta un cambio tecnológico. El largo plazo, o período de planeación de la producción, lo definimos como aquel período de tiempo en donde todos los factores pueden cambiar, pero la tecnología permanece constante, mientras que el muy largo plazo todos los factores pueden variar. Nos dedicaremos en este documento a estudiar el corto plazo.

Aunque hemos indicado que el objetivo de las empresas es maximizar sus utilidades, podemos también señalar que otras organizaciones productivas, por sus particularidades, pueden tener como propósito alternativo minimizar sus costos de producción.

Para lograr su objetivo los dos tipos de empresas tienen que comportarse de la misma manera, seleccionando el o los procesos tecnológicos más eficientes desde el punto de vista económico, lo que significa elegir aquel proceso que sea técnicamente eficiente y que permita que, dados los precios de los factores, se produzca a los menores costos posibles. A continuación explicaremos estos conceptos.

1. La Función de Producción y los procesos técnica y económicamente Eficientes.

Definimos a la función producción como la representación física de la producción, en donde se establece cuáles factores de la producción se utilizan y cómo se combinan a través de una determinada tecnología para producir un flujo de bienes o servicios.

En su representación más sencilla, podemos expresar la función producción de un bien cualquiera X como:

$$X = f(T, L, K).$$

En donde X representa la cantidad producida del bien, K indica cuánto capital (planta, maquinaria y equipo) se utiliza, L cuantas unidades de mano de obra se emplean, T es la cantidad de tierra utilizada en la producción y la función “f” representa la tecnología, es decir, cómo se combinan el capital y la mano de obra para producir el bien X^5 . Esta expresión sólo significa que existe cierta relación que determina la cantidad máxima de la producción dadas las cantidades de los insumos. Nuestro propósito es explicar estas relaciones funcionales y, como resultado de estas, los costos de producción.

Así, por ejemplo, para la producción de Maíz (M) se requiere emplear unidades del insumo esencial que es la tierra (T), se utilizan trabajadores (L) y maquinaria como tractores (K), de manera que la función producción del maíz puede ser escrita como:

$$M = f(T, L, K).$$

Que leemos como, la producción de maíz es una relación funcional y depende, dada la tecnología existente, de las cantidades empleadas de unidades de tierra, de unidades de trabajo y de unidades de capital.

1.1. Procesos de producción técnicamente eficientes.

Supongamos que para producir 100 toneladas de maíz disponemos de cinco procesos o alternativas de combinaciones de tres recursos o factores de la producción: tierra, trabajo y capital; mostramos estos procesos en el cuadro siguiente.

Cuadro No.1

Proceso	Hectáreas de Tierra (T)	Horas Hombre (H)	Unidades de Capital (K)
A	1	10	1
B	2	5	1
C	1	10	2
D	$\frac{1}{2}$	10	2
E	3	10	1

⁵ Obviamente en la producción de cualquier bien se requiere la utilización de insumos intermedios. Sin embargo, en la función producción estos no se incluyen de manera explícita ya que normalmente se normaliza la mano de obra por unidad utilizada de estos insumos.

Un proceso de producción es eficiente técnicamente, cuando minimiza la utilización de los factores empleados para producir cierta cantidad de un bien; de manera que si comparamos cada uno de los procesos de producción anteriores para saber cuál de ellos es eficiente, tenemos que,

- Al comparar el proceso A con el B, lo único que se podemos decir es que son diferentes y que los dos son técnicamente eficientes.
- C es ineficiente con respecto a A porque utiliza más capital, pero la misma cantidad de tierra y de trabajo.
- E es ineficiente con respecto a A, ya que utiliza la misma cantidad de horas hombre y capital, pero mayor cantidad de tierra.
- C y E son ineficientes porque utilizan más recursos que otros procesos alternativos.

Podríamos entonces concluir que para producir las 100 toneladas de maíz elegiríamos el proceso A o el B, lo que nos crea cierta incertidumbre que resolvemos al basar nuestra en lo que llamamos la *eficiencia económica*.

1.2. Procesos de producción económicamente eficientes.

Un proceso económicamente eficiente es aquel que minimiza costos en la producción. Para ello es necesario conocer los precios de los factores y con ello determinar los costos de producción de cada uno de los procesos técnicamente eficientes.

Para este ejemplo específico, utilizaremos los siguientes precios de los factores de la producción:

$$\begin{aligned}P_T &\equiv \text{Precio por hectárea de tierra} = \$2. \\S &\equiv \text{Salario por hora hombres} = \$1. \\R &\equiv \text{Pago por unidad de capital} = \$3.\end{aligned}$$

En el cuadro No.2, ilustramos los costos totales (CT) que resultan de multiplicar, para cada proceso, la cantidad empleada de cada recurso con su precio unitario.

$$CT = P_T T + SH + RK.$$

Cuadro No. 2.

Proceso.	$P_T T$ (\$)	SH (\$)	RK (\$)	Costo total (\$)
A	2	10	3	15
B	4	5	3	12
C	2	10	6	18
D	1	10	6	17
E	6	10	3	19

El proceso que minimiza los costos de producción es aquel que es eficiente tanto desde el punto de vista técnico como de precios, lo que define la **eficiencia económica**. En este caso el proceso B es el que se considera económicamente eficiente ya que, con respecto al proceso A, tiene menores costos de producción.

Es importante indicar y comprender que: *“La eficiencia económica siempre implica a la eficiencia técnica, pero la eficiencia técnica no implica necesariamente a la eficiencia económica”*.

2. La función de producción, el producto medio y la productividad marginal de los factores.

Suponga que una empresa produce Tequila (Q) y que para ello requiere de unidades del insumo esencial que es el agave azul (A), de mano de obra o trabajadores (T) y de maquinaria como destiladoras (K) para procesar el agave, de manera que la función producción del Tequila en donde Q es el producto total, y toda vez que el productor ha seleccionado la tecnología más eficiente, es:

$$Q = F(A, T, K) \dots (1)$$

Consideremos que, *en el corto plazo*, el número de trabajadores y de máquinas con que cuenta el industrial son factores fijos, esto es, ambos son insumos o factores de la producción que no cambian con la cantidad producida, por ejemplo, se tiene un

alambique de destilación y línea de envasado, esto es, una máquina ($K=1$) y 10 trabajadores ($T=10$). Como el único insumo variable es el Agave (A), mientras más unidades empleemos de este insumo mayor cantidad de tequila producimos en cierto período de tiempo, por lo que podemos escribir la función de producción como,

$$Q = F(A, 10, 1) = f(A) \dots (2)$$

Como sólo el agave azul es un insumo variable, desde el punto de vista tecnológico podemos analizar cómo cambia la producción total de tequila si empleamos unidades adicionales de agave, todo lo demás constante. Esto nos permitirá definir lo que denominamos los *rendimientos marginales físicos* del insumo variable que, como veremos con mayor precisión, pueden tener la propiedad de ser constantes, crecientes o decrecientes, lo que depende de la *productividad marginal* del factor que, a su vez, determina la conducta de la *productividad media o promedio* del recurso.

2.1. Definiciones.

Productividad Marginal de un factor de la producción. Es el cambio en el producto total derivado de cambios unitarios en la cantidad empleada de un recurso variable, que en el caso de nuestro ejemplo es el insumo A, manteniendo constante la cantidad utilizada de los demás factores de la producción.

$$Pmg_A \equiv \frac{\Delta Q}{\Delta A}.$$

Productividad Media o Promedio de un factor de la producción. Es la cantidad producida, en promedio, por unidad empleada del recurso, manteniendo constante la cantidad utilizada de los otros factores de la producción.

$$Pme_A \equiv \frac{Q}{A}.$$

El producto marginal y el producto medio de un factor de la producción, caeteris paribus, pueden ser constantes, crecientes o decrecientes como veremos a continuación.

2.2. Los Rendimientos Marginales Físicos Constantes.

Cuando la producción de un bien aumenta proporcionalmente al incremento del insumo variable, la función de producción muestra *rendimientos marginales físicos constantes*.

En el cuadro siguiente mostramos esta propiedad tecnológica para nuestro ejemplo de la producción de tequila, cuando tenemos un alambique y 10 horas hombre, de manera que la función de producción es,

$$Q = f(A) = (T)(K)(A) = 10A \dots (3)$$

CUADRO NO. 3.

Litros de Tequila. (Q)	Kilogramos de Agave. (A)	Horas hombre. (T)	Destiladoras (K)	$Pmg_A = \frac{\Delta Q}{\Delta A}$	$Pme_A = \frac{Q}{A}$
0	0	10	1	-----	-----
10	1	10	1	10	10
20	2	10	1	10	10
30	3	10	1	10	10
40	4	10	1	10	10
50	5	10	1	10	10

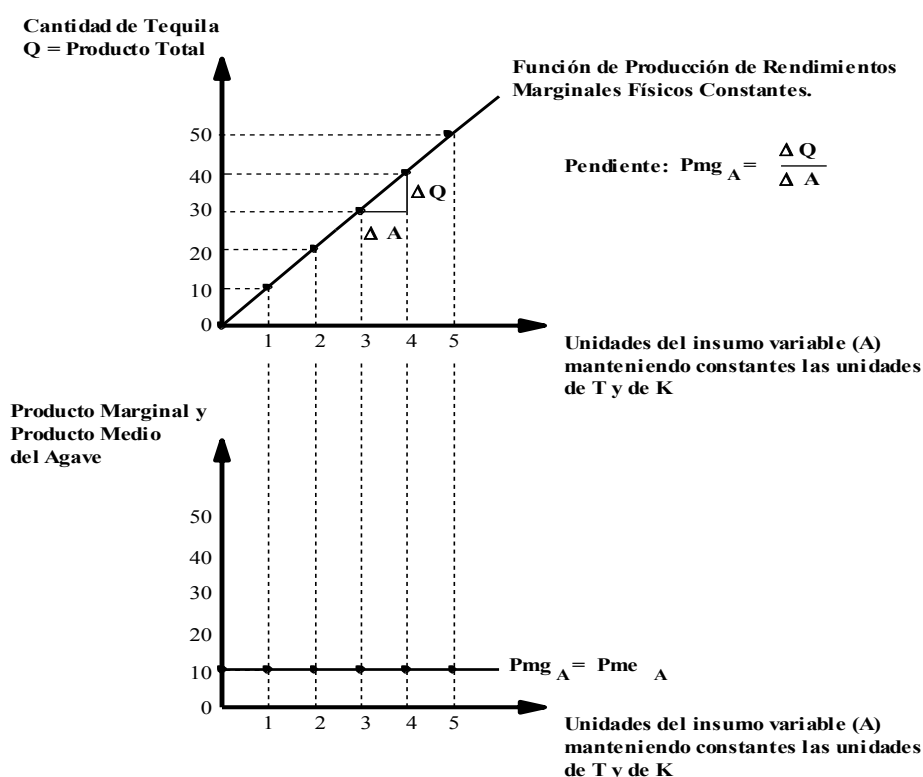
- Notemos que si no se utilizan unidades de agave (insumo variable) y aunque tengamos 10 unidades de trabajo y una máquina, la producción es igual a cero.
- A medida que aumenta la cantidad de agave, la producción de tequila aumenta, $\frac{\Delta Q}{\Delta A} > 0$, lo que significa que la productividad marginal del agave es positiva.
- A medida que aumenta la cantidad empleada de agave en una unidad, la producción total de tequila incrementa siempre en 10 unidades; lo que significa

que la productividad marginal es constante, de manera que la función producción muestra rendimientos marginales físicos constantes.

- Observamos también que la productividad promedio del agave es constante (10) e igual al producto marginal.

En la gráfica 1, mostramos de manera geométrica el comportamiento de la producción.

Observemos que la *productividad marginal del insumo variable (agave)*, es la pendiente de la función de producción, de manera que si es positiva $\left(\frac{\Delta Q}{\Delta A} > 0\right)$ y constante $\left(\frac{\Delta Q}{\Delta A} = 10\right)$, la función de producción es una línea recta que parte del origen.



Gráfica 1.

Una relación muy importante entre la productividad marginal de un insumo y su productividad promedio es que este último se comportará de acuerdo a las propiedades del producto marginal, es decir:

a) *Si, el Pmg_A es constante, el Pme_A es constante.*

b) *Si, el Pmg_A es creciente, el Pme_A es creciente.*

c) *Si, el Pmg_A es decreciente, el Pme_A es decreciente.*

En el caso que ejemplificamos observamos que siendo ambos constantes son así mismo iguales, esto es, $Pmg_A = Pme_A = 10$.

“Cuando la productividad marginal es constante, la productividad promedio es igual a la productividad marginal”.

Con esta información tecnológica de la producción de Tequila podemos inferir los costos de producción. Para ello, tenemos que conocer los precios unitarios de los factores de la producción y definir las ecuaciones de costos.

2.3. Los costos de producción en el corto plazo cuando los rendimientos son constantes.

La clasificación de los recursos a corto plazo como fijos y variables permite clasificar sus costos también como fijos y variables, y distinguir entre estos costos es fundamental es fundamental para el estudio de los costos totales, promedio y marginales.

A corto plazo, los costos totales de una empresa dependen de su tamaño y del nivel de producción que realiza. Los componentes de los costos totales son los costos variables totales y los costos fijos totales.

Los costos fijos totales, son aquellos en los que incurre la empresa independientemente de su nivel de producción e inclusive, son costos en los que incurre aun cuando no produzca. Entre estos encontramos el impuesto predial (si la empresa es dueña del terreno y construcción en el cual opera), los intereses y la amortización de alguna deuda en la que haya incurrido, la depreciación de la planta, la maquinaria y el equipo y, de manera significativa, el costo de oportunidad del capital. Una empresa se constituyó, legal o ilegalmente, con la aportación de recursos que hicieron los accionistas; estos, tienen un costo de oportunidad ya que se podían haber destinado a su segunda mejor alternativa la cual en este caso, por convención, se establece como el rendimiento que se podía haber obtenido en el sistema financiero.

Los costos variables totales de la empresa son aquellos que varían de manera directa con su producción como los insumos intermedios, la mano de obra y la electricidad con la que operan las máquinas.

A continuación definiremos de manera general los costos de producción en el corto plazo, esto es, cuando hay algunos insumos fijos y otros variables.

Costo Total (CT). Es la suma del costo de los insumos variables o costo variable (CV) más el costo de los insumos fijos o costo fijo (CF).

$$CT \equiv CV + CF.$$

Costo Variable (CV). Valor monetario de las cantidades empleadas de los insumos variables.

Costo Fijo (CF). Valor monetario de las cantidades empleadas de los insumos fijos.

En el análisis de la producción se usan en forma amplia los costos por unidad producida, toda vez que, por ejemplo, a los productores les interesa comparar el precio por unidad vendida con lo que les cuesta, en promedio, producir cada unidad.

Costo medio total (CMT). Es el costo total por unidad producida, en donde Q es la cantidad producida total o el producto total.

$$CMT \equiv \frac{CT}{Q}.$$

Costo medio variable (CMV). Es el costo variable por unidad producida.

$$CMV \equiv \frac{CV}{Q}.$$

Costo medio fijo (CMF). Es el costo fijo por unidad producida.

$$CMF \equiv \frac{CF}{Q}.$$

De manera que el costo medio total es la suma de los costos medios variables más los costos medios fijos.

$$CMT \equiv CMV + CMF$$

$$\frac{CT}{Q} = \frac{CV}{Q} + \frac{CF}{Q}.$$

Para el análisis económico es fundamental el costo marginal ya que permite determinar las variaciones en los costos totales y en los costos variables cuando la cambia la cantidad producida.

Costo Marginal (Cmg). Es el cambio en el costo total derivado de cambios unitarios en la cantidad producida.

$$Cmg \equiv \frac{\Delta CT}{\Delta Q}.$$

Notemos que el cambio en el costo total es el resultado de las variaciones en la cantidad empleada de los insumos variables (y no de los insumos fijos cuya cantidad no cambia), de manera que el cambio en el costo total se debe a cambios en el costo variable.

Por lo tanto, el costo marginal es:

$$Cmg \equiv \frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q}.$$

En nuestro ejemplo, el agave es el insumo variable y el trabajo y el capital son insumos fijos, por lo que si llamamos P_A, P_T y P_K a los precios del agave, del trabajo (salario) y del capital (intereses), respectivamente, tenemos que,

$$\text{Costo Variable (CV)} = P_A A.$$

$$\text{Costo Fijo (CF)} = P_T T + P_K K.$$

$$\text{Costo Total (CT)} = P_A A + [P_T T + P_K K].$$

$$\text{Costo Medio Total (CMT)} = \frac{CT}{Q} = \frac{P_A A}{Q} + \frac{[P_T T + P_K K]}{Q}.$$

En dónde,

$$\text{Costo Medio Variable (CMV)} = \frac{P_A A}{Q}.$$

$$\text{Costo Medio Fijo (CMF)} = \frac{[P_T T + P_K K]}{Q}.$$

$$\text{Costo Marginal (Cmg)} = \frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q} = \frac{\Delta(P_A A)}{\Delta Q}.$$

Continuando con el ejemplo, supongamos que el precio por kilogramo de agave es \$20, el precio del trabajo (salario por hora) \$20 y el de la máquina (interés) de \$100. Empleamos estos valores para obtener el cuadro No. 4, en el que obtenemos todos los costos antes definidos.

Recordemos que la función de producción tiene la propiedad de que los rendimientos marginales del factor variable (agave) son constantes, de tal forma que, como demostraremos, los costos de producción van a aumentar también de manera proporcional con la producción.

El costo fijo total (**CF**) es la suma de los costos fijos del trabajo (**CFT**) y el costo fijo del capital (**CFK**) y el costo variable (**CV**) es el costo del empleo de las unidades de agave.

CUADRO NO. 4.

Q	CFT	CFK	CF	CV	CT	CMF	CMV	CMT	Cmg
0	200	100	300	0	300	---	---	---	---
10	200	100	300	20	320	30	2	32	2
20	200	100	300	40	340	15	2	17	2
30	200	100	300	60	360	10	2	12	2
40	200	100	300	80	380	7.5	2	9.5	2
50	200	100	300	100	400	6	2	8	2

Reproducimos a continuación las cuatro últimas columnas del cuadro anterior asociadas con la cantidad producida de tequila.

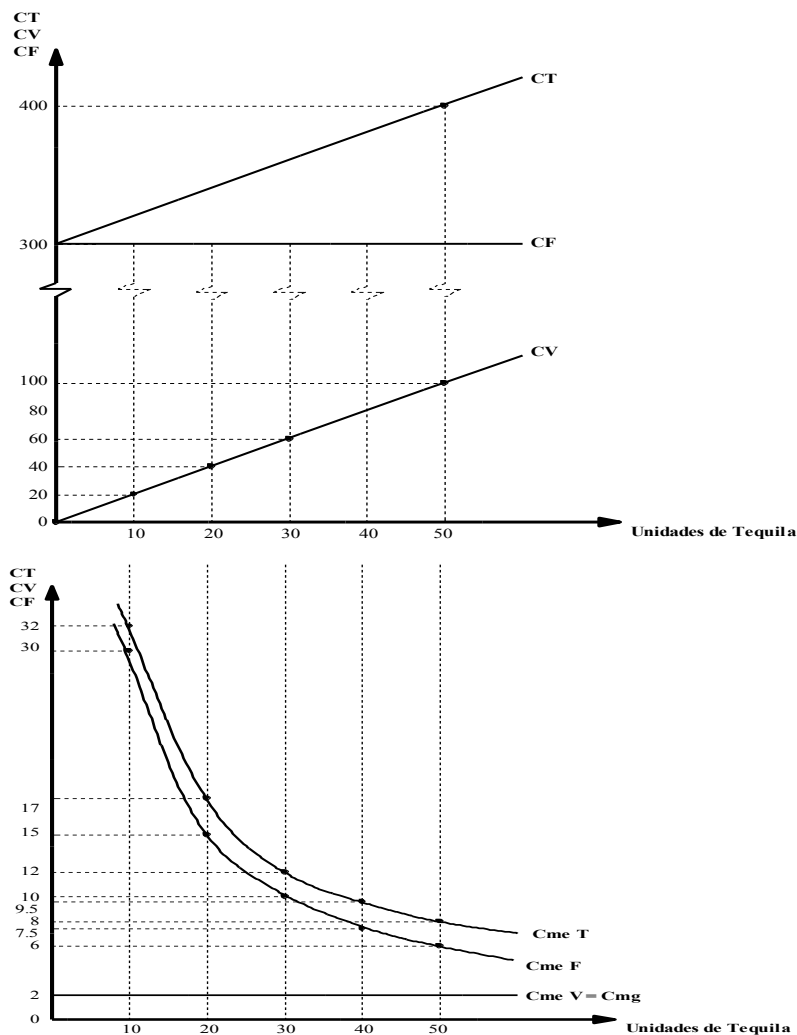
CUADRO NO. 5.

Unidades de Tequila Q	Costos Medios	Costos Medios	Costos Medios	Costo
	Fijos	Variables	Totales	Marginal
	$\frac{CF}{Q}$	$\frac{CV}{Q}$	$\frac{CT}{Q}$	$\frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q}$
0	---	---	---	---
10	30.0	2	32.0	2
20	15.0	2	17.0	2
30	10.0	2	12.0	2
40	7.5	2	9.5	2
50	6.0	2	8.0	2

En la gráfica 2, mostramos estas relaciones de costos en dos diagramas relacionados, como hicimos con la función de producción, el producto marginal y el producto promedio, mostrando que cuando los rendimientos marginales físicos son constantes los

costos de producción son constantes, es decir, el costo total crece a una tasa constante con la producción.

En el panel superior observamos que los costos totales y los costos variables crecen a una tasa constante, dado que el costo marginal, que es la pendiente del costo total y del costo variable, es constante e igual al costo medio variable como se muestra en el panel inferior. En el panel inferior mostramos que los costos medios fijos siempre son decrecientes y tienden a cero y, en este caso, los costos medios totales son decrecientes y se aproximan al costo medio variable en la medida que el costo medio fijo se acerca a cero.



Gráfica 2.

Para vincular las condiciones técnicas de la producción analizamos la relación entre los costos medios variables y los costos marginales con las productividades media y marginal del insumo variable.

a) Recordemos la definición del costo medio variable (**CMV**):

$$CMV = \frac{CV}{Q} = \frac{P_A A}{Q}. \text{ (A es el Agave o insumo variable en nuestro ejemplo)}$$

$$\text{Así tenemos que, } CMV = \frac{P_A A}{Q} = \frac{P_A}{\frac{Q}{A}} = \frac{P_A}{P_{meA}}.$$

El costo medio variable es entonces, el cociente del precio del insumo variable sobre el producto promedio de este insumo.

$CMV = \frac{\text{Precio del Insumo Variable (A)}}{\text{Productividad Promedio del Insumo Variable (A)}}$

b) Recordemos la ecuación del costo marginal:

$$Cmg = \frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q} = \frac{\Delta P_A}{\Delta Q} A + \frac{\Delta A}{\Delta Q} P_A.$$

Si el precio del agave no cambia ($\Delta P_A = 0$), entonces:

$$Cmg = \frac{\Delta A}{\Delta Q} P_A = \frac{P_A}{\frac{\Delta Q}{\Delta A}} = \frac{P_A}{P_{mgA}}.$$

El costo marginal es el cociente del precio del insumo variable sobre el producto marginal del mismo insumo.

$Cmg = \frac{\text{Precio del Insumo Variable (A)}}{\text{Productividad Marginal del Insumo Variable (A)}}$

De manera que el Costo Medio Variable (CMV) depende de cómo se comporte el producto medio del insumo variable, y el costo marginal depende de cómo se comporte el producto marginal de este insumo. Dado que el numerador de los cocientes anteriores en ambos casos es constante (precio del insumo variable), tenemos las relaciones de producción y costos siguientes, que dependen de las propiedades de la función de producción.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Producto Promedio Constante} \Rightarrow \text{Costo Medio Variable Constante} \\ \text{Producto Promedio Creciente} \Rightarrow \text{Costo Medio Variable Decreciente} \\ \text{Producto promedio Decreciente} \Rightarrow \text{Costo Medio Variable Creciente} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Producto Marginal Constante} \Rightarrow \text{Costo Marginal Constante} \\ \text{Producto Marginal Creciente} \Rightarrow \text{Costo Marginal Decreciente} \\ \text{Producto Marginal Decreciente} \Rightarrow \text{Costo Marginal Creciente} \end{array} \right.$$

En nuestro ejemplo, como tenemos rendimientos marginales físicos constantes, sabemos que $P_{mgA} = P_{meA}$ (ambos constantes) y, por lo tanto, $CMV = C_{mg}$.

A continuación, reproducimos las columnas correspondientes al producto marginal y al producto medio obtenidas en el cuadro No. 3 y las comparamos con las columnas correspondientes a los costos medios variables y marginales del cuadro No. 5.

Cuadro No. 6.

Q	A	$\frac{Q}{A}$	$\frac{CV}{Q} = \frac{P_A}{P_{me_A}}$	$\frac{\Delta Q}{\Delta A}$	$\frac{\Delta CT}{\Delta Q} = \frac{\Delta CV}{\Delta Q} = \frac{P_A}{P_{mg_A}}$
0	0	---	---	---	---
10	1	10	2	10	2

20	2	10	2	10	2
30	3	10	2	10	2
40	4	10	2	10	2
50	5	10	2	10	2

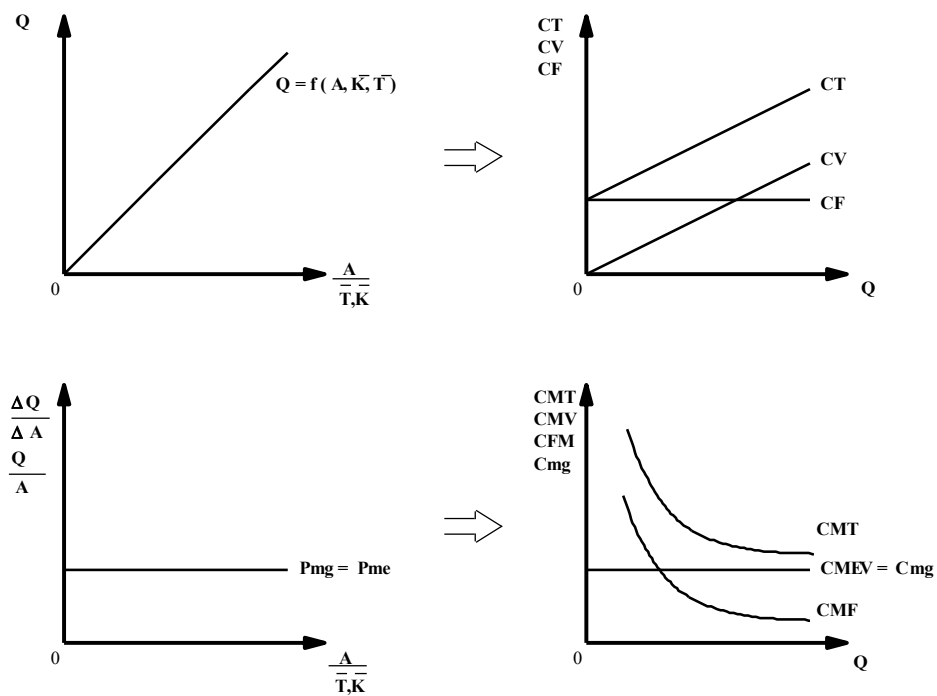
- *El precio unitario del insumo variable A es igual \$20 pesos.*

Así tenemos que, cuando se producen 10, 20, 30, 40 o 50 unidades el costo medio variable y el costo marginal son iguales a \$2 pesos, dado que el producto medio y el producto marginal son iguales a 10 unidades.

Esta relación constante se cumple para todos los niveles de producción cuando tenemos rendimientos marginales físicos constantes de los que obtenemos costos constantes.

En la gráfica 3, expresamos de manera general y geométrica las relaciones entre la función de producción, el producto marginal, el producto medio y los costos totales medios y marginales para el caso de los rendimientos marginales físicos constantes. Recordemos que en nuestro ejemplo, en particular, tenemos dos insumos fijos (T y K) y un insumo variable (A).

Mostramos que una función de producción lineal se traduce en una curva de costos totales constantes.



Gráfica No. 3.

2.4. Los Rendimientos Marginales Físicos Decrecientes.

Cuando observamos un proceso tecnológico para el cual al aumentar la cantidad empleada del insumo variable, todo lo demás constante, la producción crece a una tasa decreciente, es decir, el producto total incrementa en menor proporción que el aumento en la cantidad del insumo, decimos que se presentan los Rendimientos Marginales Físicos Decrecientes, lo que deriva de que la productividad marginal del insumo es decreciente.

Tomemos como caso de estudio la producción de maíz (Q). El producto son toneladas de maíz que se obtienen empleando dos factores de la producción: trabajo (T), medido este recurso en número de horas trabajadas y se combina su actividad con el recurso tierra (H) medido en hectáreas. Supondremos que el trabajo es un insumo variable lo que significa que para cambiar la cantidad producida de maíz es necesario emplear más o menos trabajadores, y el recurso fijo es una hectárea de tierra disponible, la cual no cambia cuando aumenta o disminuye la producción de maíz. La función de producción es en este caso:

$$Q = f(T, H) = f(T, 1).$$

Los rendimientos marginales físicos decrecientes significan que la producción de maíz aumenta a una tasa decreciente respecto al incremento de la cantidad empleada de trabajo, manteniendo constante la tecnología y el número de hectáreas disponibles.

En el cuadro siguiente mostramos las relaciones entre el producto total (Q), el producto marginal (PmgT) y el producto promedio (PmeT) del trabajo, cuando aumentamos la cantidad empleada de este recurso, así cómo y en qué proporción varía la producción total de maíz.

Cuadro No. 7.

Producción de maíz. Toneladas. (Q)	Hectáreas. (H)	Horas hombre. (T)	Productividad Marginal del Trabajo. <i>PmgT.</i>	Productividad Media del Trabajo. <i>PmeT.</i>
0	1	0	-----	-----
10	1	1	10	10
18	1	2	8	9
24	1	3	6	8
28	1	4	4	7
30	1	5	2	6
30	1	6	0	5
28	1	7	-2	4

Notemos que el producto marginal es positivo y decreciente hasta que se emplean cinco horas de trabajo, es igual a cero cuando se contrata la sexta hora, y es negativo cuando se emplea la séptima hora de trabajo. Esto muestra que la producción de maíz crece en una proporción menor que la cantidad empleada del factor variable, esto es, la productividad marginal del trabajo es decreciente; además, observamos que al decrecer el producto marginal el producto medio también desciende pero más lentamente que el producto marginal, de manera que el producto promedio es mayor que el producto marginal ($PmeT > PmgT$).

2.5.Los rendimientos marginales decrecientes y los costos de producción crecientes.

Supongamos que el precio del trabajo (salario) es de \$100 pesos por hora, y el precio (renta) de una hectárea de terreno es de \$1,000 pesos, con lo que obtenemos las

ecuaciones de costos de corto plazo siguientes, relacionando los costos medios variables y los costos marginales con la productividad media y la productividad marginal del trabajo.

$$\textbf{Costo Total: } CT = 100 T + 1,000 H.$$

$$\textbf{Costo Variable: } CV = 100 T.$$

$$\textbf{Costo Fijo: } CF = 1,000 H = 1,000 (1) = 1,000.$$

$$\textbf{Costo Medio Total: } CmeT = CMV + CMF.$$

$$\frac{CT}{Q} = \frac{CV}{Q} + \frac{CF}{Q} = \frac{100}{Q} + \frac{1,000}{Q}$$

$$\textbf{Costo Medio Variable: } CMV = \frac{CV}{Q} = \frac{100T}{Q} = \frac{P_T}{Pme_T} = \frac{100}{Pme_T}.$$

$$Pme_T = \textbf{Producto promedio del trabajo.}$$

$$\textbf{Costo Medio Fijo: } CMF = \frac{CF}{Q} = \frac{1,000}{Q}.$$

$$\textbf{Costo Marginal: } Cmg = \frac{\partial CT}{\partial Q} = \frac{\partial CV}{\partial Q} = (100) \frac{\partial T}{\partial Q} = \frac{P_T}{Pmg_T} = \frac{100}{Pmg_T}.$$

$$Pmg_T = \textbf{Producto marginal del trabajo.}$$

En el cuadro No. 8, mostramos todos los costos asociados con los distintos niveles de producción. En el que observamos que: como la productividad marginal del trabajo es decreciente, el costo marginal es creciente, así mismo, como la productividad promedio es decreciente el costo medio variable es creciente. Notemos que el costo marginal crece más rápidamente que el costo medio variable toda vez que la productividad marginal decrece más rápidamente que la productividad media del recurso variable.

Cuadro No. 8.

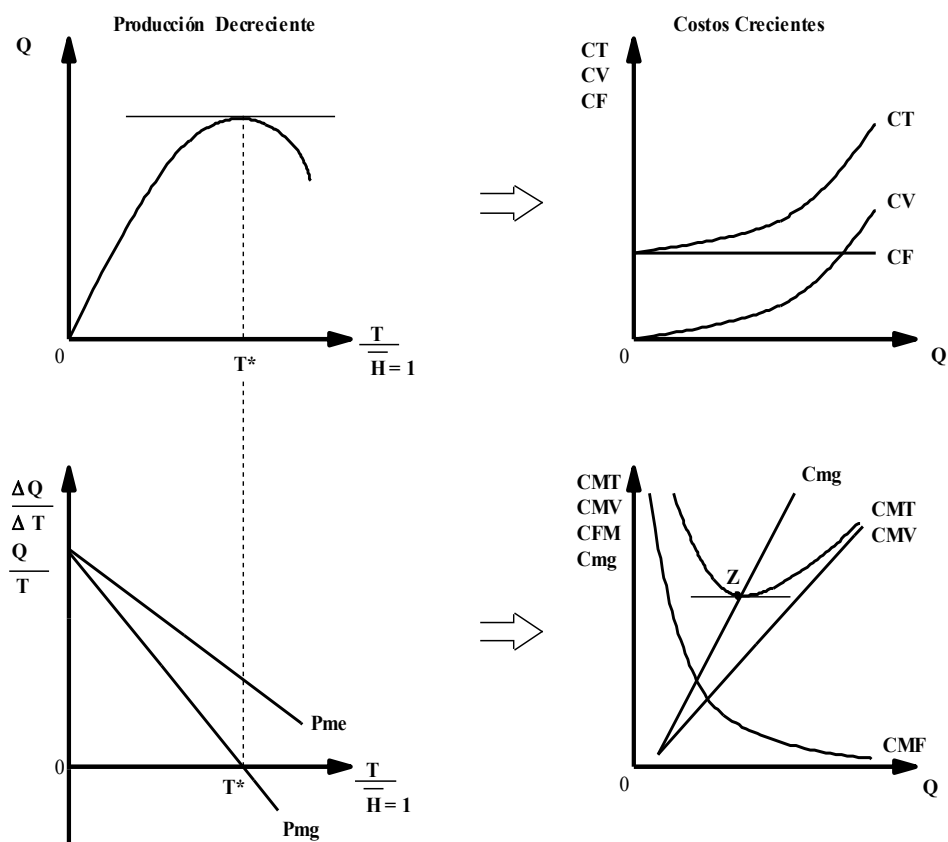
Q	CF	CV	CT	CMF	CMV	CMT	Cmg
0	1,000	0	1,000	---	---	---	---
10	1,000	100	1,100	100.00	10.00	110.00	10.00
18	1,000	200	1,200	55.56	11.11	67.67	12.50
24	1,000	300	1,300	41.67	12.50	54.17	16.67
28	1,000	400	1,400	35.71	14.29	50.00	25.00
30	1,000	500	1,500	33.33	16.67	50.00	50.00
30	1,000	600	1,600	33.33	20.00	53.33	---
28	1,000	700	1,700	35.71	25.00	60.71	---

Observamos también, que el costo medio total decrece inicialmente como resultado de la constante reducción del costo medio fijo (CMF), llegando a un mínimo a partir del cual aumenta, dado que el costo medio variable es creciente y esto llega a eliminar el efecto descendiente del costo medio fijo sobre el costo medio total.

En la gráfica 4, representamos de manera geométrica las relaciones entre la función de producción y los costos, mostrando, en el lado izquierdo, que como los rendimientos marginales físicos son decrecientes la función de producción es cóncava, lo que implica que los costos totales y variables aumenten a una tasa creciente con la producción, y ello se debe a que el costo marginal – que es la pendiente del costo total - es creciente, como se ilustra en el lado derecho de la gráfica.

Notemos que el costo medio total llega a un punto mínimo a cierto nivel de producción - identificado con el punto Z en la gráfica -, y se iguala con el costo marginal ya que este cruza por debajo al costo medio total en su punto mínimo.

“El costo marginal es igual al costo medio total en su punto mínimo”.



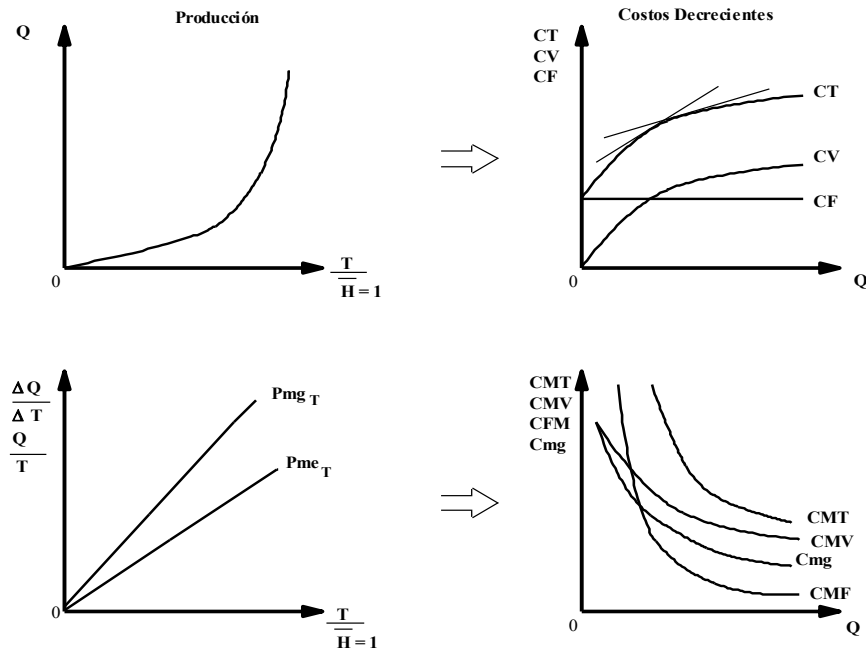
Gráfica 4.

2.6. Los rendimientos marginales físicos crecientes y los costos de producción decrecientes.

Rendimientos marginales físicos crecientes significa que la productividad marginal del insumo variable es positiva y creciente. Como la productividad marginal es la pendiente de la función de producción, esta debe mostrar que el producto total (Q) crece a una tasa creciente o más que proporcionalmente que el aumento en la cantidad empleada del insumo variable, lo que determina la convexidad de la función de producción.

A continuación dibujamos, en el lado izquierdo de la gráfica 6, la función producción, el producto marginal y el producto promedio cuando tenemos rendimientos crecientes. Notemos que el producto marginal crece más rápidamente que el producto promedio del insumo ($PmgT > PmeT$).

En el lado derecho graficamos las curvas de costos correspondientes, observando que, si los rendimientos son crecientes, los costos totales y variables crecen a una tasa decreciente.



Gráfica 5.

Como el producto marginal es creciente los costos marginales serán decrecientes. Como el producto promedio es creciente el costo medio variable será decreciente.

Como el costo medio fijo (CFM) es siempre decreciente, si le sumamos el costo medio variable, que en este caso es también decreciente, el costo medio total (CMT) será decreciente.

Como el costo marginal es la pendiente del costo total (y del costo variable) y este costo marginal es decreciente, la curva de costos totales debe mostrar una pendiente positiva y decreciente, por ello le llamamos de costos decrecientes.

Por ejemplo, la función de producción del maíz que escribimos a continuación muestra rendimientos crecientes, suponiendo que el insumo variable es el trabajo (T) y el insumo fijo es la tierra (H) y que se dispone de una hectárea de este factor.

$$Q = f(T, H) = (T^2)(H) = T^2.$$

En el cuadro No. 9, mostramos la relación de la producción con las productividades media y marginal del insumo variable. Notamos que al aumentar la cantidad del factor trabajo de manera unitaria, la producción incrementa en mayor proporción dado que la productividad marginal es positiva y creciente, lo que a su vez provoca que la productividad promedio sea positiva y creciente, aumentando en menor proporción que la marginal.

Cuadro No.9

Producto Total (Q)	Hectáreas. (H)	Horas de Trabajo. (T)	Productividad Marginal $\Delta Q / \Delta T$	Productividad promedio. Q / T
0	1	0	-----	-----
1	1	1	1	1
4	1	2	3	2
9	1	3	5	3
16	1	4	7	4
25	1	5	9	5
36	1	6	11	6
49	1	7	13	7

En el cuadro siguiente obtenemos los costos de producción que derivan de la tecnología productiva que hemos considerado en nuestro ejemplo numérico, dados los precios unitarios de los factores: \$100 del trabajo y \$1,000 de la hectárea.

Cuadro No. 10.

Q	CF	CV	CT	CMF	CMV	CMT	Cmg
0	1,000	0	1,000	---	---	---	---
1	1,000	100	1,100	1000.	100	1,100	100
4	1,000	200	1,200	250	50	300	33.3
9	1,000	300	1,300	111.1	22.3	144.4	20
16	1,000	400	1,400	62.5	25	87.5	14.3
25	1,000	500	1,500	40	20	60	11.1
36	1,000	600	1,600	27.8	16.7	44.5	9.1
49	1,000	700	1,700	20.4	14.3	34.7	7.7

Así comprobamos una vez más que: $CMV = \frac{P_T}{Pme_T}$ y $Cmg = \frac{P_T}{Pmg_T}$.

2.7. Las tres etapas de la producción y la Ley de los Rendimientos Marginales

Físicos Decrecientes.

Si un insumo (o grupo de insumos), por ejemplo la mano de obra, aumenta mientras otro insumo (o grupo de insumos) se mantiene fijo, el producto total aumentará al principio a una tasa creciente. Sin embargo, con el tiempo, se llegará a un punto donde el porcentaje de aumento, el producto marginal de la mano de obra empezará a disminuir, presentándose así los rendimientos marginales decrecientes. Con otros incrementos del empleo de unidades de mano de obra, el producto medio también empezará a bajar; este será el punto de rendimientos promedio decrecientes. Conforme la cantidad de mano de obra empleada aumenta incluso más, el producto total podría bajar lo que indicaría que la productividad marginal del insumo fuera negativa.

Es posible entonces que la tecnología predominante para producir un bien o servicio tenga la propiedad de que la productividad marginal de un factor sea inicialmente positiva y creciente, esto es, que la función de producción tenga rendimientos marginales físicos crecientes, y que llegando a cierto nivel de ocupación del recurso variable se presenten los rendimientos marginales físicos decrecientes, dada como constante la cantidad empleada de los demás factores de la producción y la tecnología, lo que define la ***Ley de los Rendimientos decrecientes.***

En la gráfica 5, ilustramos las propiedades de una función de producción para la cual se cumplen las propiedades de los rendimientos o productividad marginal antes descritas, lo que nos permitirá definir ***Las Tres Etapas de la producción.***

Suponemos que para sembrar árboles (Q) se requieren dos factores, uno variable que es la mano de obra (T) y uno fijo que son las palas (P), de manera que la función de producción es:

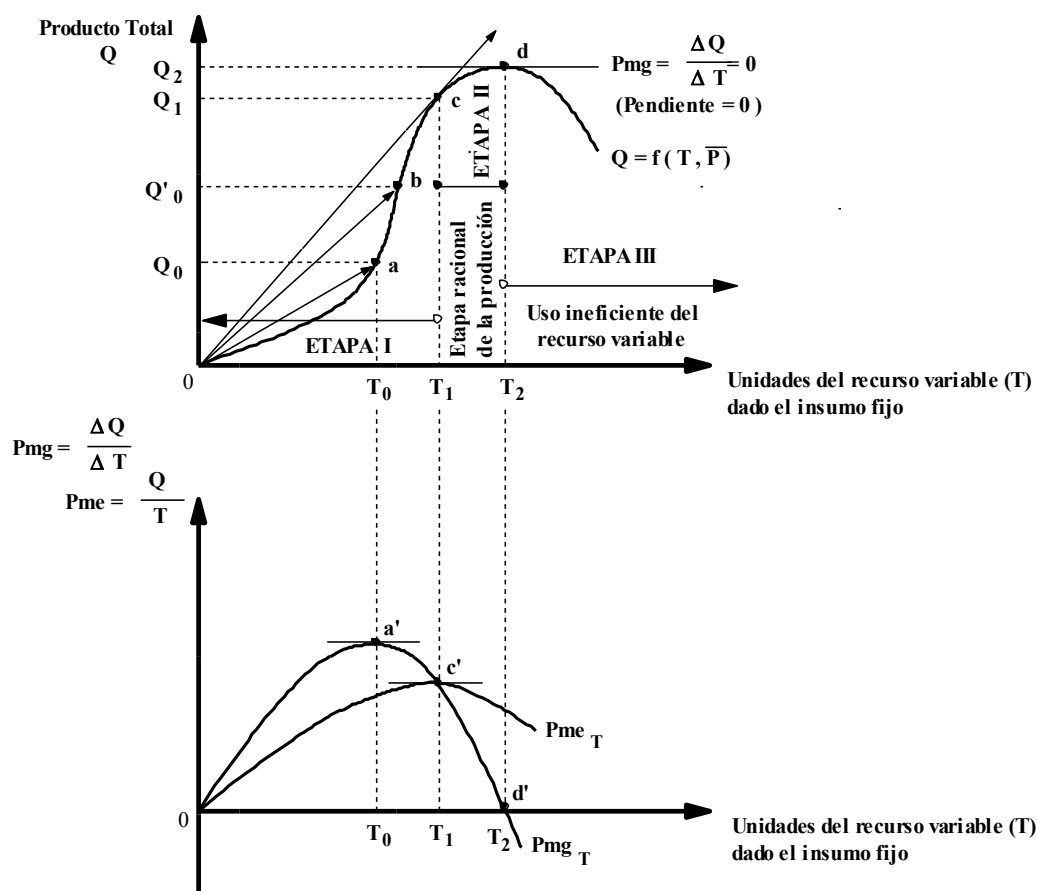
$$Q = f(T, P).$$

En el panel superior graficamos a la función de producción, y en el panel inferior a la productividad marginal y a la productividad promedio del insumo variable.

La función producción muestra rendimientos marginales crecientes -dado que su pendiente es positiva y creciente-, del origen al punto **a**, esto es, entre 0 y T_0 unidades empleadas del factor variable, que resultan de 0 a Q_0 unidades del producto total. A partir del punto de inflexión de la curva (punto a) y hasta la obtención del nivel máximo del producto total (punto d) se presentan los rendimientos marginales decrecientes, y si se emplean más unidades del insumo el producto total disminuye.

Este comportamiento de la producción lo observamos en el panel inferior. Así tenemos que, de 0 al punto **a'**, la productividad marginal es positiva y creciente, y alcanza su punto máximo cuando se emplean T_0 unidades del factor variable y, a partir de ahí, la productividad marginal decrecerá presentándose los rendimientos marginales decrecientes.

“El punto de inflexión de la función de producción corresponde al máximo producto marginal”.



Gráfica 5.

Los rendimientos decrecientes se observan del punto *a* al punto *d* sobre la función de producción, por lo que, en el diagrama inferior, observamos que la pendiente del producto marginal es negativa. En el punto *d*, el producto total es máximo, ello coincide con la productividad marginal igual a cero, ya que ésta productividad es, geométricamente hablando, la pendiente de la función de producción. Si empleamos más unidades del insumo variable más allá de T_2 , el producto total disminuye ya que la productividad marginal es negativa.

Ahora, observemos los rayos que trazamos del origen a los puntos *a*, *b* y *c* de la función de producción. Las pendientes de estos rayos representa la productividad promedio del insumo variable (Q/T); las pendientes de los rayos crecen a medida que aumenta la cantidad empleada de mano de obra hasta el punto *c*, a partir del cual decrecen; es decir, la productividad promedio medio es creciente hasta el punto *c* y a partir de allí es decreciente. Estas relaciones las podemos observar en el panel inferior, ya que la curva del producto medio crece del origen al punto *c'* en dónde alcanza su máximo y después

decrece. Notemos que la curva de la productividad marginal cruza por arriba a la curva de la productividad promedio en su punto máximo (c').

Las propiedades de las curvas de las productividades marginal y promedio nos permiten definir las tres etapas de la producción. La **etapa I** describe el intervalo del dominio de la función en el que la productividad promedio del insumo variable es positiva y creciente, esto indica que se produce empleando muchas unidades del insumo fijo por unidad de insumo variable, lo que significa que utilizamos el insumo fijo de manera ineficiente.

La **etapa III** parte del punto máximo del máximo producto total, que corresponde a la cantidad empleada del insumo variable para la cual la productividad marginal es igual a cero, por lo tanto, determina el límite máximo del empleo de este insumo ya que de seguir aumentándolo se emplearía ineficientemente.

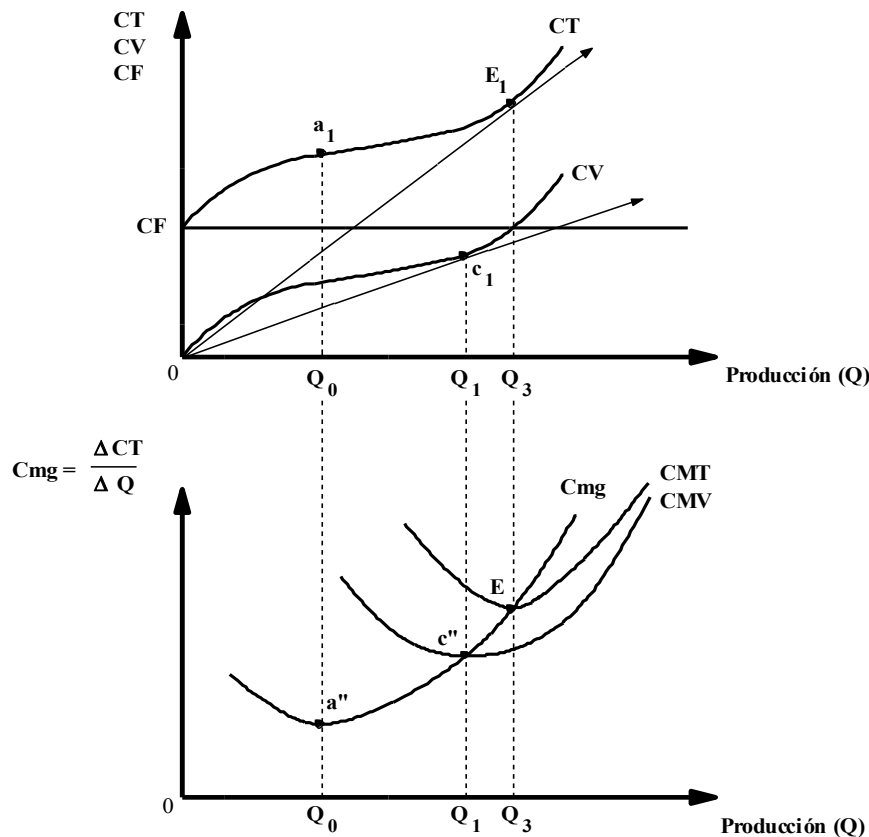
“El producto total es máximo cuando la productividad marginal es igual a cero”.

Si comparamos los puntos c y d de la función de producción, y los relacionamos con los puntos c' y d' del panel inferior, notamos que cuando empleamos entre $T1$ y $T2$ unidades del insumo variable (o producimos entre $Q1$ y $Q2$ unidades del producto), nos encontramos en lo que llamamos la **etapa II** o etapa racional de la producción, que se define en el intervalo entre la productividad promedio máxima y la productividad marginal igual a cero del insumo variable. Recordemos que la productividad promedio y la productividad marginal son indicadores de eficiencia en el uso de recursos, de manera que no debemos utilizar menos de $T1$ unidades del insumo variable (porque no hemos maximizado el producto promedio) y tampoco debemos usar más de $T2$ unidades de este insumo (en $T2$ se maximiza la producción total) porque la producción total disminuye (la productividad marginal es negativa).

“La etapa racional de la producción se define entre el producto medio máximo y la productividad marginal igual a cero (que representa el máximo producto total)”.

2.8. La función de producción y las funciones de costos.

En la gráfica No.6, ilustramos las curvas de costos totales medios y marginales que derivamos de la función de producción que estudiamos en el apartado anterior.



Gráfica 6.

Notamos, en el panel superior, que el costo total es cóncava, lo que indica que el costo total crece a una tasa decreciente de 0 a Q_0 unidades producidas dado que el costo marginal es decreciente (la productividad marginal del insumo variable es creciente), en Q_0 se presenta el punto de inflexión de la curva de costos totales el cual coincide con el costo marginal mínimo (panel inferior) toda vez que el costo marginal es la pendiente en cada punto de la curva de costos totales; para niveles de producción mayores a Q_0 la curva de costos totales es convexa, esto es, los costos totales crecen a una tasa creciente dado que la productividad marginal del insumo variable es decreciente y, por lo tanto, el costo marginal es creciente.

De manera que de cero a Q_0 unidades producidas tenemos *costos marginales decrecientes* –dado que la función de producción presenta rendimientos marginales físicos crecientes-, y para niveles de producción mayores a Q_0 los *costos marginales son crecientes* debido a los rendimientos marginales físicos decrecientes. Esto hace que las curvas de costos marginales, de costos medios variables y de costos medios totales tengan forma de U, esto es, cada curva de costos tiene un punto mínimo para ciertos niveles de producción.

La curva de costos medios variables es una especie de reflejo de la curva de la productividad promedio y la de costo marginal de la curva de la productividad marginal.

Es importante indicar que la curva de costos marginales cruza a las curvas de costos medios variables y a la curva de costos medios totales en sus puntos mínimos.

La curva de costo marginal tiene una relación única con la curva de costo medio variable derivada de las curvas de productividad marginal y de productividad media. Cuando el costo medio variable está disminuyendo, según aumenta la producción, el costo marginal es menor que el costo medio; cuando el costo medio variable está aumentando, según aumenta la producción, el costo marginal es mayor que el costo medio. De esto se desprende que el nivel de producción al cual el costo medio es mínimo, el costo marginal es igual al costo medio total, ya que la productividad marginal es igual al máximo de la productividad media.

A continuación, desarrollaremos un ejemplo numérico.

La producción de tacos.

Supongamos una empresa que produce tacos (T). Para ello, el dueño de la taquería aportó una determinada cantidad de recursos (el capital de la empresa) con el cual adquirió el local, las parrillas, las mesas y sillas, los utensilios de cocina (cuchillos, platos), la caja registradora, etcétera. Para producir tacos, se utilizan además insumos intermedios como son las tortillas, los ingredientes de los tacos, el gas, el aceite, la electricidad, etcétera. El tamaño de la taquería está constante, lo que significa que el capital (K) es un insumo fijo de la producción y la única forma de cambiar la cantidad

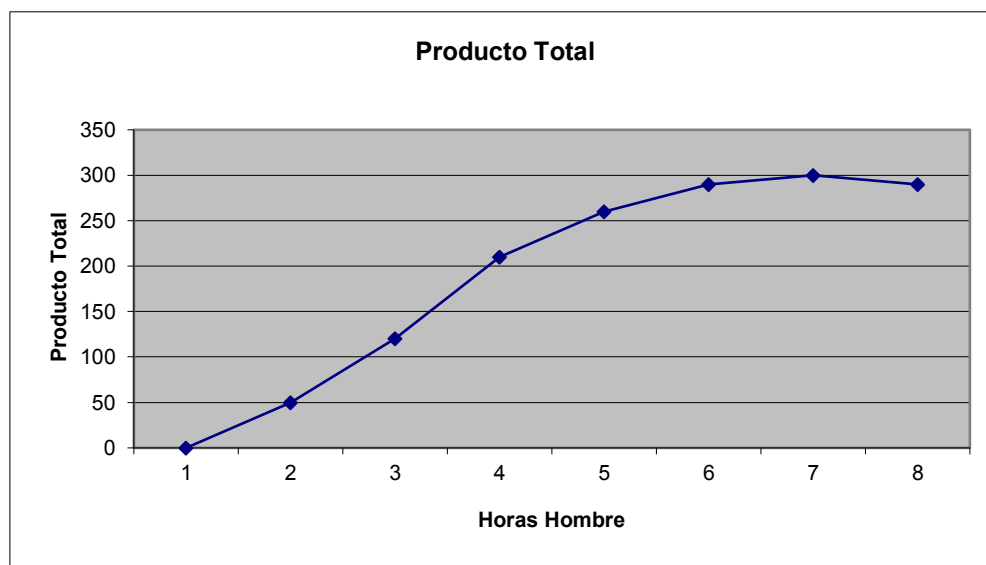
producida de tacos es variando la cantidad de trabajadores (L). Así, podemos expresar el proceso físico de producción de tacos, en un periodo determinado, como:

$$T = f(L, K).$$

La representación gráfica de esta función producción se presenta en la gráfica 7. En el eje de las abscisas se representa la cantidad de trabajadores mientras que en el eje de las ordenadas se representa el número de tacos producido.

La función producción parte del origen ya que si nadie produce tacos, la cantidad producida es obviamente cero. Supongamos ahora que solo hay un individuo, el dueño, trabajando en la taquería: él tiene que recibir a los comensales, asignarles mesa, tomar la orden, preparar los tacos, servirlos, cobrar y limpiar la mesa; en consecuencia hay un número máximo de tacos que este individuo puede producir, digamos 50 tacos por día.

Supongamos que ahora se contrata a un trabajador adicional, lo que da lugar a que exista una determinada especialización en el trabajo, de forma tal que ahora el dueño recibe a los clientes, les asigna mesa, les toma la orden, cobra, además de ayudar al empleado que contrató a preparar los tacos. Ahora estos dos individuos pueden preparar 120 tacos por día.



Gráfica 7. La función producción de los tacos.

Consideremos que es contratado un empleado adicional y ahora hay tres individuos en la taquería. El dueño recibe a los clientes, les asigna mesa, les toma la orden y cobra, mientras que los dos empleados se dedican a preparar los tacos. Esta especialización adicional permite incrementar el número de tacos producidos, digamos a 210 tacos por día.

Supóngase que ahora se contrata a un taquero adicional. Como el tamaño de las parrillas en donde se preparan los tacos está constante, al igual que el local, se empieza a observar una cierta congestión durante el proceso de preparación de los tacos por lo que, aunque el número de tacos que se preparan sigue aumentando, la cantidad ya aumenta en una menor proporción, digamos a 260 tacos por día. Podemos seguir aumentando el Número de empleados y la producción seguirá aumentando hasta que se llegue a un máximo.

Digamos que a partir de ese máximo ahora se contrata a otro taquero, el séptimo. La congestión en la preparación de los tacos ya es tal (se tropiezan, se acuchillan, se les caen los ingredientes, etcétera) que ahora la producción, en lugar de seguir aumentado, cae, digamos a 290 tacos. Si la empresa siguiera aumentando el número de trabajadores, la congestión se agravaría y la cantidad producida seguiría cayendo. Todos estos puntos de empleo y producción se reproducen en el cuadro 11.

Cuadro 11.
Producción de tacos y empleo

Tacos	Empleo
0	0
50	1
120	2
210	3
260	4
290	5
300	6
290	7

La unión de todos estos puntos de producción a medida que van cambiando el número de gente que labora en la taquería es la función producción, la cual la podemos suavizar con una línea continua. Así, podemos observar que primero la producción aumenta a

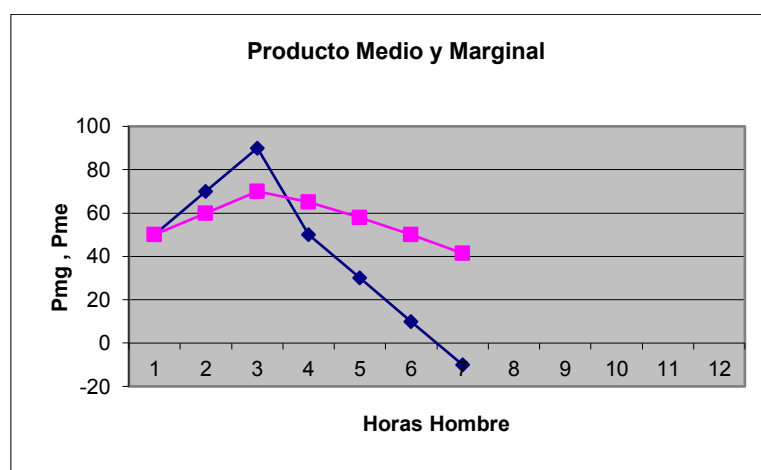
tasas crecientes, después aumenta a tasas decrecientes, llega a un máximo para posteriormente caer.

A partir de esta función producción podemos encontrar la productividad marginal y la productividad promedio del factor trabajo.

Cuadro No. 12.

Tacos	Empleo	Productividad Marginal.	Productividad Promedio.
0	0	--- -----	-----
50	1	50	50
120	2	70	60
210	3	90	70
260	4	50	65
290	5	40	58
300	6	10	50
290	7	-10	41.4

Podemos representar estas dos magnitudes en la siguiente gráfica.



Gráfica 8. Productividad promedio y marginal de la mano de obra.

Con este análisis podemos ahora establecer el rango de mano de obra en el cual opera la empresa.⁶ Definimos para ello las tres etapas de la producción: la primera que va del origen al punto en donde la productividad media de la mano de obra es máxima; la segunda, que va de este punto hasta donde la productividad marginal es igual a cero; y, la tercera, cuando la productividad marginal es negativa.

Veamos primero que sucede en la primera etapa. Partiendo del origen y hasta que el producto medio es igual al producto marginal eso es entre 3 y 4 trabajadores, a medida que la empresa contrata más trabajadores, la productividad media de estos sigue aumentando, por lo que a la empresa le conviene expandir el empleo hasta 3. ¿Le conviene pasarse a la segunda etapa, entre 3 y 6? Claramente sí. A partir de 3, aunque la productividad media de la mano de obra y la productividad marginal estén decreciendo, ambas son positivas, particularmente la marginal; esto último implica que, mientras la marginal sea positiva, a medida que aumenta el empleo, la producción total sigue aumentando. De entrada, podemos descartar la tercera etapa ya que para una empresa no tiene sentido contratar trabajadores y pagarles un salario si su contribución a la producción de la empresa es negativa. Esto nos deja con la primera y la segunda etapa de la producción.

Así, podemos establecer que la empresa operará en un rango de empleo en el cual se observa que tanto la productividad media como la productividad marginal son decrecientes y positivas y la productividad marginal es menor a la productividad promedio⁷.

Posteriormente veremos que, el máximo de la productividad media indica el “punto de cierre” de la empresa, mientras que la función de productividad marginal, cuando ésta es positiva, decreciente y menor a la promedio, representa la demanda de mano de obra.

⁶ Para ver en qué punto particular de la función producción opera la empresa, particularmente cuántos trabajadores emplea y cuánto produce, es necesario analizar primero los costos de producción y después situar a la empresa en una estructura de mercado particular.

⁷ Como se verá posteriormente, el máximo de la productividad media indica el “punto de cierre” de la empresa, mientras que la función de productividad marginal, cuando ésta es positiva, decreciente y menor a la media, representa la demanda de mano de obra por parte de la empresa.

Los costos de producción.

Habiendo analizado a la empresa desde la perspectiva de la producción, el siguiente punto de análisis lo constituyen los costos de producción. Cualquier empresa enfrenta dos tipos de costos: los costos fijos y los costos variables.

Regresemos al ejemplo de la producción de tacos y supongamos que el salario que se paga a los trabajadores es de \$100 y que el pago a la mano de obra es el único costo variable. Supongamos además que la taquería incurre en un costo fijo de \$1000. En el cuadro 13 se representan las diferentes magnitudes de costos. Ya no se incluye el séptimo empleado porque, como se vio en la sección anterior, no es racional para una empresa contratar a un trabajador al cual hay que pagarle para que haga una contribución negativa a la producción.

Cuadro No. 13.
Los costos de la taquería.

Costo Total	Costo Fijo Total	Empleo	Costo Variable Total
1000	1000	0	0
1100	1000	1	100
1200	1000	2	200
1300	1000	3	300
1400	1000	4	400
1500	1000	5	500
1600	1000	6	600

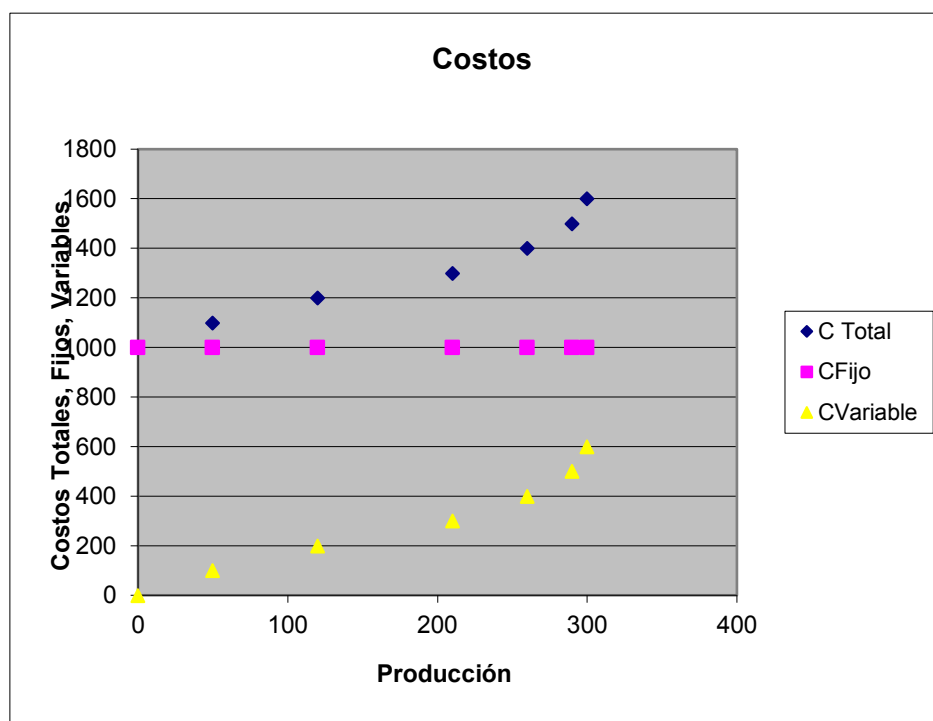
A partir de esta información y la establecida en el cuadro 12, en donde se relacionan la cantidad de empleados y la producción de tacos, podemos obtener las diferentes magnitudes de los costos medios y del costo marginal.

Cuadro No. 14.
Los costos de la taquería

Empleo. (L)	Producción. (T)	Costo Medio Fijo.	Costo Medio Variable.	Costo Medio Total.	Costo Marginal.
0	0	---	0	---	0
1	50	20.00	2.00	22.00	2.00
2	120	8.33	1.67	10.00	1.43
3	210	4.76	1.43	6.19	1.11
4	260	3.84	1.54	5.38	2.00

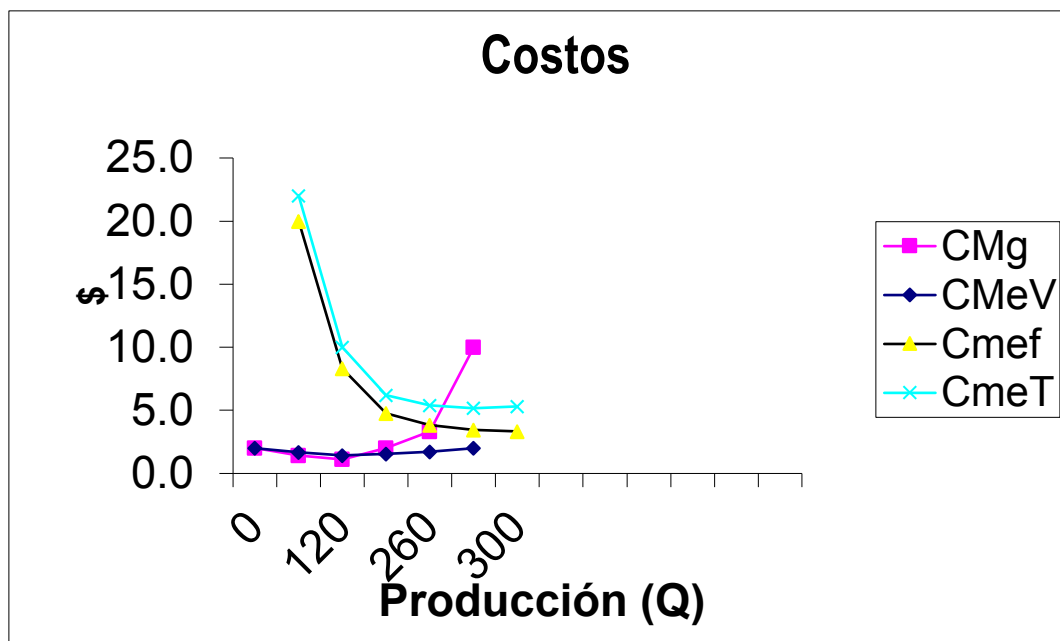
5	290	3.44	1.72	5.16	3.33
6	300	3.33	2.00	5.33	10.00

En la gráfica 9, representamos las funciones de los tres costos totales: los totales, los fijos totales y los variables totales, suponiendo que las funciones son continuas.



Gráfica 9. Los Costos Totales.

A partir de las curvas de costos totales, costos variables y costos fijos, en la gráfica 10, representamos los costos medios y el costo marginal. Los costos medios pueden obtenerse geométricamente como el valor de la pendiente del rayo que parte del origen a las tres funciones de costos totales (fijos, variables y totales), mientras que el costo marginal se obtiene como el valor de la pendiente en cada punto de la función del costo variable total o del costo total.



Gráfica 10. Los Costos Medios y Marginales.

Como se observa en la gráfica 10, el costo medio fijo siempre es decreciente. El costo medio variable y el costo medio total son primero decrecientes, llegan a un mínimo y después aumentan. El costo marginal es primero decreciente, llega a un mínimo a partir de donde aumenta y cruza a los costos medios variables y costos medios totales en sus puntos mínimos.

¿Cuál es la relación entre la productividad promedio de la mano de obra y el costo medio variable y cuál es la relación entre la productividad marginal de la mano de obra y el costo marginal? Supongamos que el salario que se le paga a la mano de obra es constante.

Respecto de la relación entre las magnitudes promedio tenemos lo siguiente:

Definimos la productividad promedio como la relación entre la cantidad producida y el número de trabajadores. Por su parte, el costo medio variable lo definimos como el costo variable total por unidad producida. De aquí obtenemos que:

$$CMV = \frac{P_L}{Pme_L}.$$

De esta manera, para un salario determinado, cuando la productividad promedio aumenta, el costo medio variable decrece; cuando la productividad promedio llega a un máximo, el costo medio variable alcanza un mínimo; cuando la productividad promedio decrece, el costo medio variable sube.

Por lo que respecta a las magnitudes marginales, definimos la productividad marginal de la mano de obra como el cambio en la cantidad producida por una unidad en la que cambie el empleo de mano de obra. Por su parte, definimos el costo marginal como el cambio en el costo total por cada unidad que cambia la cantidad producida que también es igual al cambio en el costo variable total por cada unidad que cambia la cantidad producida. De aquí obtenemos que:

$$Cmg = \frac{P_L}{Pmg_L}.$$

Así, para un salario determinado, cuando la productividad marginal aumenta, el costo marginal decrece; cuando la productividad marginal llega a un máximo, el costo marginal alcanza un mínimo; cuando la productividad marginal decrece, el costo marginal crece.

Finalmente, un último punto. En la sección en la cual se analizó la función producción, se señaló que la empresa no trabaja en la primera etapa de la producción y que el punto en cual la productividad promedio es máxima, representa, desde la perspectiva de costos, el “punto de salida” de una empresa del mercado. Habiendo analizado los costos, podemos profundizar al respecto.

Como acabamos de analizar, el máximo de la productividad promedio corresponde, para un salario determinado, al mínimo de los costos medios variables. Para que una empresa esté dispuesta a producir, el ingreso que obtenga por la venta de los bienes que produce debe alcanzarle, al menos, para cubrir sus costos variables totales. De ahí que si con el ingreso medio, es decir cuánto obtiene en promedio por cada unidad que vende, no alcanza para cubrir el costo medio variable, a la empresa no le conviene producir; le

conviene más dejar de producir, ahorrarse los costos variables y experimentar una pérdida igual, al menos en el corto plazo, equivalente a los costos fijos totales. Esto se verá con mayor detalle en el siguiente capítulo.

3. Costos Económicos y Costos Contables.

El concepto de costos de producción que se emplea en el análisis económico difiere un poco del uso ordinario del término. El uso común da la idea de los *gastos* de una empresa necesarios para producir un bien o servicio, pero no está siempre claro qué categorías de gastos están incluidas y cuáles excluidas.

El concepto económico de costos de producción es más preciso y consistente ya que está definido por ***“el costo de oportunidad de todos los recursos empleados en la producción”***, lo que nos lleva a diferenciar entre los *costos implícitos* y los *costos explícitos*.

En economía los costos de producción de un bien en particular se definen como ***“el valor de los bienes alternativos a que se ha renunciado y que se hubieran podido producir con los recursos usados en la fabricación del bien en cuestión”***. A este principio se le conoce como el ***principio del costo alternativo o principio del costo de oportunidad***.

Los costos de los recursos para una empresa son sus valores en los mejores usos alternativos. Así, por ejemplo, el costo de la mano de obra en la producción de tacos podría ser medido por el valor de las tortas que la mano de obra hubiese podido producir.

Los pagos por los factores de la producción que hacen las empresas al comprar o rentar esos recursos en los mercados (por lo general consideramos como sus gastos) son los ***costos explícitos de la producción***. Por otra parte, los costos de los recursos propios y utilizados por la empresa que con frecuencia no se toman en cuenta al calcular sus gastos son los ***costos de producción implícitos***. Así, por ejemplo, si el propietario de la empresa no se asigna el sueldo que podría obtener ocupándose en la segunda mejor alternativa, sino que toma las utilidades de la empresa como retribución a sus servicios es un costo implícito. Otro ejemplo de estos costos implícitos es el caso en que se utiliza

un inmueble propiedad del empresario para establecer la planta, de manera que hay un costo medido por la renta del inmueble que se podría obtener al darle un uso alternativo.

Es así que diferenciamos los *costos contables* de *los costos económicos*, toda vez que los primeros están determinados sólo por los costos explícitos, mientras que los costos económicos es la suma de los costos explícitos y de los costos implícitos.

III. Preguntas, Ejercicios y Problemas.

Falso o verdadero. Justifique su respuesta.

1.- El gobierno es el dueño legal del inmueble en el que se ubica el Museo del Niño. Un grupo de empresas privadas financian la operación diaria del mismo. De lo anterior se puede inferir que este museo no representa costo de oportunidad para el gobierno.

2.- Si el gerente se vuelve dueño de la empresa en la que trabaja, el costo total de producción disminuye y las ganancias económicas aumentan.

3.- Bajan 50% las ventas. Está "frío" el negocio de paletas.

Corren riesgo de desaparecer los carritos de helados debido a la competencia de grandes empresas.

Hace 30 años, era obligatoria la presencia de un carro de paletas entre todos los vendedores de un lugar público. Ahora esa actividad económica está por desaparecer, debido a que les es imposible competir con grandes empresas.

Francisco Hernández, responsable del negocio familiar Helados Bambi, dijo lo anterior y recordó que en 1986 comenzó a resentirse de manera más abrupta la caída en sus ventas tanto de la heladería como de los carritos. Sus ingresos actuales son el 50 por ciento en comparación a ese año.

El que la gente gane menos dinero, es una de las razones porque la empresa no va bien, ya que la última década sus clientes principales eran personas con ingresos medios y bajos, y son precisamente estos los que más han resentido la crisis, afirmó.

"El edificio y el terreno donde está el negocio lo compró mi papá, y es por esto que la heladería también sigue, si tuviéramos que pagar renta definitivamente ya no

estaríamos, esto sin contar que en 1993 hubo meses con saldo rojo" apuntó Francisco Hernández.

El lugar más peleado y con mayores ventas es el Bosque de Chapultepec, aunque también bajaron mucho a partir del cierre del zoológico, precisó Hernández.

Reforma, viernes 21 de enero de 1994.

Desde punto de vista estrictamente económico, ¿Está Francisco Hernández calculando bien sus costos? Explique su respuesta.

4.- Una empresa enfrenta los siguientes procesos productivos para elaborar la misma cantidad del bien final.

Requerimientos	Procesos		
	A	B	C
Capital	8	10	10
Trabajo	10	10	6

Si el precio del capital es 10 y el precio del trabajo es 50. ¿Únicamente el proceso B será tanto económica como técnicamente eficiente?

5.- Si al aumentar una unidad adicional del factor variable el producto total disminuye, el producto marginal es positivo y decreciente.

6.- Bajo estricto sentido económico, el costo de un factor usado en la producción es el dinero que se paga al propietario de los recursos.

7.- El costo marginal se puede definir como el cambio en el costo variable al incrementarse la producción.

8.- El costo fijo siempre será constante.

9.- El empresario nunca toma en cuenta el costo de oportunidad dentro de sus costos.

10.- El costo medio total es el inverso del producto medio, por lo que cuando uno disminuye el otro aumenta y viceversa.

11.- Si en la producción de juguetes existen rendimientos marginales decrecientes en la producción, la producción podrá aumentar disminuyendo así los costos medios.

12.- Un cambio en los costos totales se debe siempre a un cambio en el costo variable por lo tanto es igual al marginal.

13.- Todos los siguientes alcanzan un mínimo excepto:
Costo medio variable, costo marginal, costo medio total, costo medio fijo.

14.- Si la curva de costos medios totales es decreciente, la curva de costos marginales está por arriba del costo medio total.

15.- Si el producto marginal está creciendo, entonces el costo marginal también está creciendo.

16.- Si los costos fijos son iguales a cero, el costo medio total es mayor que el costo medio variable.

17.- El costo variable total es el resultado del pago al factor variable por lo cual es lo mínimo que se debe cubrir con los ingresos totales.

18.- Un empresario que pide prestado capital, tendrá un mayor costo económico que uno que utiliza su propio capital.

19.- Las empresas siempre deben de operar en la primera etapa de la producción, dado que ahí tienen costos decrecientes y rendimientos crecientes.

20.- Si la función de producción es una línea recta que parte del origen. Obtenga el producto marginal, el producto medio y todas las curvas de costos.

21.- Un aumento en el salario se traduciría en una reducción en la cantidad óptima producida y un aumento en los costos marginales y el costo medio fijo.

22.- Si aumentan los salarios y el costo marginal exógenamente, al mismo tiempo y en la misma proporción, el producto marginal también aumenta.

23.- Un incremento en los salarios que pagan las empresas a sus empleados, se traducirá en una menor productividad media y marginal de estos.

24.- Si el producto marginal siempre muestra rendimientos marginales decrecientes, entonces el costo medio siempre será creciente.

25.- El dueño de la tiendita “El abarrote” le regala todos los días a sus nietos un “Gansito”. Como solo es una transferencia entre los miembros de la familia, ello no representa ningún costo para el dueño de la tienda.

26.- Una condición para que el producto total disminuya a medida que aumenta el empleo del factor variable es que el producto medio sea decreciente.

Ejercicios

1.-Complete la siguiente tabla.

Producto Total	Horas Hombre	Producto Medio	Producto Marginal
0	1		
24	2		
39	3		
52	4		
61	5		
66	6		
66	7		
64	8		

2.- A fines del siglo pasado se efectuó la primera perforación de un pozo petrolero en el mundo. Esto sucedió en Titusville, Pennsylvania fue realizado por el Coronel Drake. El Coronel contaba con una torre muy rudimentaria para hacer las perforaciones, y un buen número de trabajadores.

En el cuadro siguiente está la relación de producción de barriles diarios junto con sus costos:

	Torres de Perforación	Número de Trabajadores	Barriles producidos por día	Producto Marginal
-	1	0	0	
-	1	1		
-	1	2	5	
-	1	3	7	
-	1	4	8	
-	1	5		0

	Producto Medio	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total
-		50	0	
-	2		20	
-				
-				
-				
-				

	Costo Medio Fijo	Costo Medio Variable	Costo Medio Total	Costo Marginal
-				
-				
-				
-				
-				
-				

- A)** Complete la tabla
- B)** Grafique todas las variables
- C)** ¿Qué relación existe entre ellas?