

CLASE

6

MICROECONOMÍA I

Tecnología de producción,
isocuantas y curvas de costos

INTRO DUCCIÓN

DE LA CLASE

GRADO / POSGRADO / TECNOLOGÍAS

Estudia a tu ritmo
con interrupciones

Resultado de Aprendizaje (RdA 3): Identificar el comportamiento de las firmas en el mercado de competencia perfecta.

Hasta aquí hemos analizado el lado del consumidor: cómo elige, cómo demanda y cómo mide su bienestar. A partir de esta semana cruzamos al otro lado del mercado: las empresas. ¿Cómo decide una empresa cuánto producir? ¿Qué combinación de trabajadores y máquinas es la más eficiente? ¿Cómo se comportan los costos cuando la producción aumenta? Estas preguntas son el corazón de la teoría de la producción y los costos, y verás que las herramientas son sorprendentemente similares a las del consumidor: las isocuantas son las curvas de indiferencia de la empresa, la Tasa Marginal de Transformación (TMT) es el equivalente de la TMgS, y los isocostos funcionan como la recta presupuestaria. Esta analogía no es casualidad: toda la microeconomía se construye sobre el mismo principio de optimización bajo restricciones.

La semana se divide en tres bloques. El primero introduce la tecnología de producción de la empresa: la función de producción, el producto marginal, las isocuantas y los rendimientos de escala. El segundo bloque desarrolla las curvas de costos de corto plazo (CTF, CTV, CT, CMg, CMe y CVMg), explicando sus relaciones matemáticas y por qué las curvas de costo marginal cruzan las de costo medio y costo variable medio en sus puntos mínimos. El tercer bloque presenta las analogías explícitas entre el modelo del consumidor y el modelo de la empresa, lo que facilita enormemente el aprendizaje. Al terminar, serás capaz de derivar y graficar las curvas de costos de cualquier empresa a partir de su función de producción.

Tecnología de producción, isocuantas y curvas de costos

1. La Empresa y su tecnología de producción

1.1 La función de producción y el producto marginal

La función de producción describe la relación técnica entre los insumos que utiliza una empresa (trabajo L , capital K , materias primas) y la cantidad máxima de producto Q que puede obtener con esos insumos, dada la tecnología disponible: $Q = f(L, K)$. En el corto plazo (CP), al menos un insumo es fijo (normalmente el capital $\bar{K}$), y la empresa solo puede ajustar el trabajo. En el largo plazo (LP), todos los insumos son variables. Esta distinción temporal es fundamental porque determina la forma de las curvas de costos.

El producto marginal del trabajo (PMgL) mide cuántas unidades adicionales de producto genera cada trabajador adicional, manteniendo el capital fijo: $PMgL = \Delta Q / \Delta L$ (o la derivada parcial $\partial Q / \partial L$). La ley de los rendimientos marginales decrecientes establece que, a partir de cierto punto, cada trabajador adicional aporta menos producción que el anterior, porque la planta se congestiona. Esta ley es la base de la forma en U de las curvas de costos de corto plazo. El producto medio del trabajo ($PMeL = Q/L$) mide la producción promedio por trabajador. PMgL cruza a PMeL en su máximo: cuando el marginal está por encima del promedio, lo jala hacia arriba; cuando cae por debajo, lo jala hacia abajo.

Para entender la intuición de los rendimientos marginales decrecientes, pensemos en una panadería artesanal de Quito con un solo horno (capital fijo). El primer panadero produce 50 panes diarios usando el horno eficientemente. El segundo puede especializarse en amasado mientras el primero hornea, produciendo juntos 120 panes (PMgL del segundo = 70). El tercero optimiza la cadena y producen 200 panes (PMgL = 80, el máximo). Pero a partir del cuarto, el horno ya está saturado: tienen que turnarse y la cocina se congestiona. El cuarto añade solo 60 panes. Si contratamos un séptimo, se estorban tanto que la producción baja: el PMgL se vuelve negativo. Esta lógica aplica a cualquier empresa con algún factor fijo: una finca bananera con tierra limitada, una fábrica textil con máquinas fijas, o un restaurante con una cocina de tamaño dado.

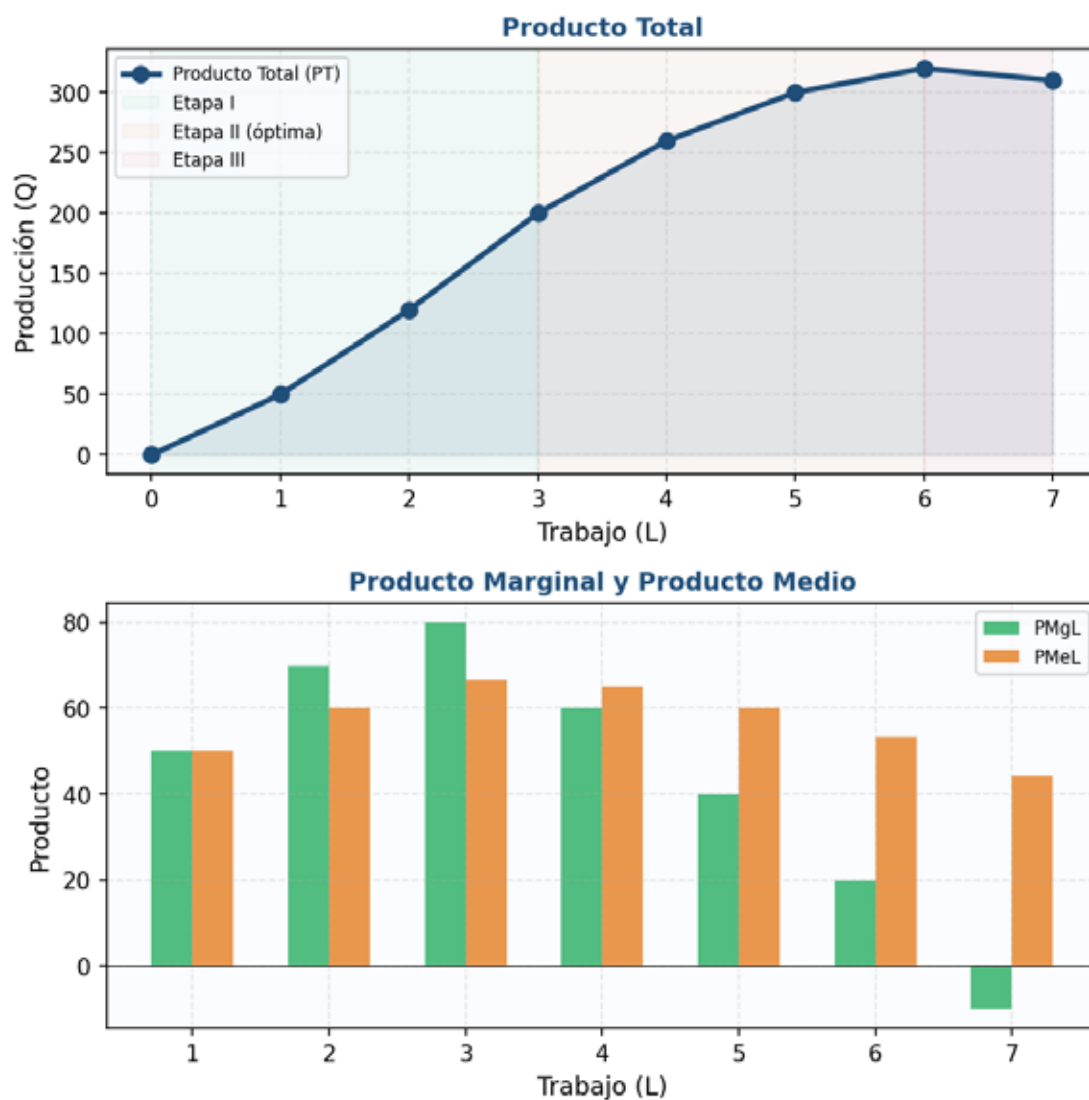
Tabla 1

Ejemplo numérico de la función de producción de corto plazo para una empresa alimentaria ecuatoriana.

Trabajo L	Capital $\bar{K}$	Producción Q	PMgL = $\Delta Q/\Delta L$	PMeL = Q/L	Etapas
0	10	0	—	—	—
1	10	50	50	50	Etapas I: PMgL > PMeL
2	10	120	70	60	Etapas I: PMgL creciente
3	10	200	80	66,7	Etapas I: PMgL máximo
4	10	260	60	65	Etapas II: PMgL decreciente, PMeL máximo
5	10	300	40	60	Etapas II: producción óptima
6	10	320	20	53,3	Etapas II: rendimientos decrecientes
7	10	310	-10	44,3	Etapas III: PMgL negativo (congestión)

Nota. Elaboración propia, utilizando Claude. Datos ilustrativos de una empresa alimentaria ecuatoriana con capital fijo.

Figura 1
Curvas de producto total



Nota. La figura muestra curvas de producto total, producto marginal y producto medio del trabajo con las tres etapas de producción. En la Etapa II (zona eficiente), PMgL es positivo pero decreciente, y PMeL empieza a bajar. Elaboración propia, utilizando Claude.

1.2 Isocuantas, TMT y Rendimientos de Escala

En el largo plazo, la empresa puede ajustar tanto L como K. Una isocuanta es el conjunto de todas las combinaciones de L y K que producen exactamente la misma cantidad Q. Es el análogo exacto de la curva de indiferencia del consumidor: mientras la curva de indiferencia une cestas de igual

utilidad, la isocuanta une combinaciones de insumos de igual producción. La pendiente de la isocuanta se llama Tasa Marginal de Transformación o Tasa Marginal de Sustitución Técnica (TMT o TMST): $TMT = -PMg_L/PMg_K$, y mide cuántas unidades de capital puede la empresa sustituir por una unidad adicional de trabajo sin cambiar la producción. Es el equivalente de la TMgS del consumidor.

La condición de óptimo $TMT = w/r$ es exactamente análoga a la condición $TMgS = p_1/p_2$ del consumidor. Así como el consumidor iguala su valoración subjetiva con el precio relativo del mercado, la empresa iguala la tasa a la que técnicamente puede sustituir insumos con la tasa a la que el mercado le permite hacerlo. Si $TMT > w/r$, a la empresa le conviene usar más trabajo y menos capital, porque el trabajo es relativamente barato respecto a su productividad marginal. Si $TMT < w/r$, debería usar más capital. El punto de tangencia entre isocuanta e isocosto representa la combinación de insumos que produce Q al menor costo posible, exactamente como el punto de tangencia entre curva de indiferencia y recta presupuestaria representa la cesta que maximiza la utilidad del consumidor.

Tabla 2

Analogía completa entre el modelo del consumidor y el modelo de la empresa.

Concepto del consumidor	Equivalente en la empresa	Interpretación común
Cesta de bienes (x_1, x_2)	Combinación de insumos (L, K)	Lo que se elige: cantidades de dos elementos
Curva de indiferencia (U constante)	Isocuanta (Q constante)	Curvas de nivel: misma satisfacción vs. misma producción
$TMgS = -UMg_1/UMg_2$	$TMT = -PMg_L/PMg_K$	Pendiente de la curva: tasa de intercambio subjetiva
Recta presupuestaria: $p_1x_1 + p_2x_2 = m$	Isocosto: $wL + rK = C$	Restricción: lo máximo que se puede gastar
Condición óptima: $TMgS = p_1/p_2$	Condición óptima: $TMT = w/r$	Tangencia: lo subjetivo iguala lo objetivo del mercado
Utilidad (satisfacción)	Producción (unidades de output)	Lo que se maximiza (o se alcanza a mínimo costo)

Elaboración propia, utilizando Claude, basada en Varian (2016, caps. 18-19) y Nicholson y Snyder (2015, caps. 9-10).

Los rendimientos de escala describen qué sucede con la producción cuando la empresa multiplica todos los insumos por un mismo factor $t > 1$. Si la producción se multiplica exactamente por t , los rendimientos son constantes ($f(tL, tK) = tQ$). Si se multiplica por más de t , son crecientes (economías de escala). Si se multiplica por menos de t , son decrecientes (deseconomías de escala). Para la función Cobb-Douglas $Q = AL^\alpha K^\beta$, los rendimientos dependen de la suma $\alpha + \beta$: crecientes si $\alpha + \beta > 1$, constantes si $\alpha + \beta = 1$, decrecientes si $\alpha + \beta < 1$. Esta propiedad es fácil de verificar y será clave en los ejercicios de la Evaluación 5.

En Ecuador, los rendimientos de escala son particularmente relevantes para entender la estructura productiva del país. La industria petrolera presenta fuertes economías de escala: construir una refinería requiere inversiones enormes en capital fijo, pero una vez instalada, cada barril adicional cuesta relativamente poco. Esto explica por qué Ecuador tiene pocas refinerías pero de gran tamaño. En contraste, la producción artesanal de chocolate fino de aroma opera con rendimientos aproximadamente constantes: duplicar los insumos duplica la producción. Y las pequeñas empresas familiares que crecen rápidamente sin profesionalizar su gestión suelen enfrentar rendimientos decrecientes, un fenómeno conocido como deseconomías de escala por problemas de gestión.

Figura 2

Tipos de rendimientos de escala

Tipos de Rendimientos de Escala (Función Cobb-Douglas $Q = AL^\alpha K^\beta$)



Nota. La figura muestra los tipos de rendimientos de escala — Crecientes (la producción más que se duplica), constantes (se duplica exactamente) y decrecientes (menos que se duplica) al duplicar todos los insumos. Creación propia, utilizando Claude.

Título del enlace relacionado: Policonomics — Producción a corto plazo (en español).

Descripción del enlace relacionado: Artículo interactivo de Policonomics, completamente en español, que explica la producción a corto plazo, el producto marginal, las tres fases de producción y los rendimientos decrecientes con gráficos interactivos. Lectura de 8 min, acceso libre y gratuito.

Enlace: <https://policonomics.com/es/produccion-corto-plazo/>

2. Las Curvas de costos de producción

2.1 Los costos de corto plazo: CTF, CTV, CT, CMg, CMe y CVMe

En el corto plazo, los costos se dividen en fijos y variables. El costo total fijo (CTF) no depende de la cantidad producida: es el alquiler de la planta, la depreciación de la maquinaria, los seguros. El costo total variable (CTV) crece con la producción: salarios, materias primas, energía eléctrica. El costo total es la suma: $CT = CTF + CTV$. De estas tres funciones se derivan tres curvas fundamentales: el costo marginal $CMg = \Delta CT / \Delta Q$ (cuánto cuesta producir una unidad adicional), el costo medio $CMe = CT / Q$ (costo promedio por unidad) y el costo variable medio $CVMe = CTV / Q$.

Tabla 3

Ejemplo numérico de costos de corto plazo para una empresa ecuatoriana del sector de alimentos.

Q	CTF	CTV	CT	CMg	CVMe	CMe
0	\$500	\$0	\$500	—	—	—
10	\$500	\$200	\$700	\$20	\$20	\$70
20	\$500	\$350	\$850	\$15	\$17,50	\$42,50
30	\$500	\$480	\$980	\$13	\$16	\$32,67
40	\$500	\$640	\$1.140	\$16	\$16	\$28,50
50	\$500	\$850	\$1.350	\$21	\$17	\$27
60	\$500	\$1.140	\$1.640	\$29	\$19	\$27,33
70	\$500	\$1.540	\$2.040	\$40	\$22	\$29,14

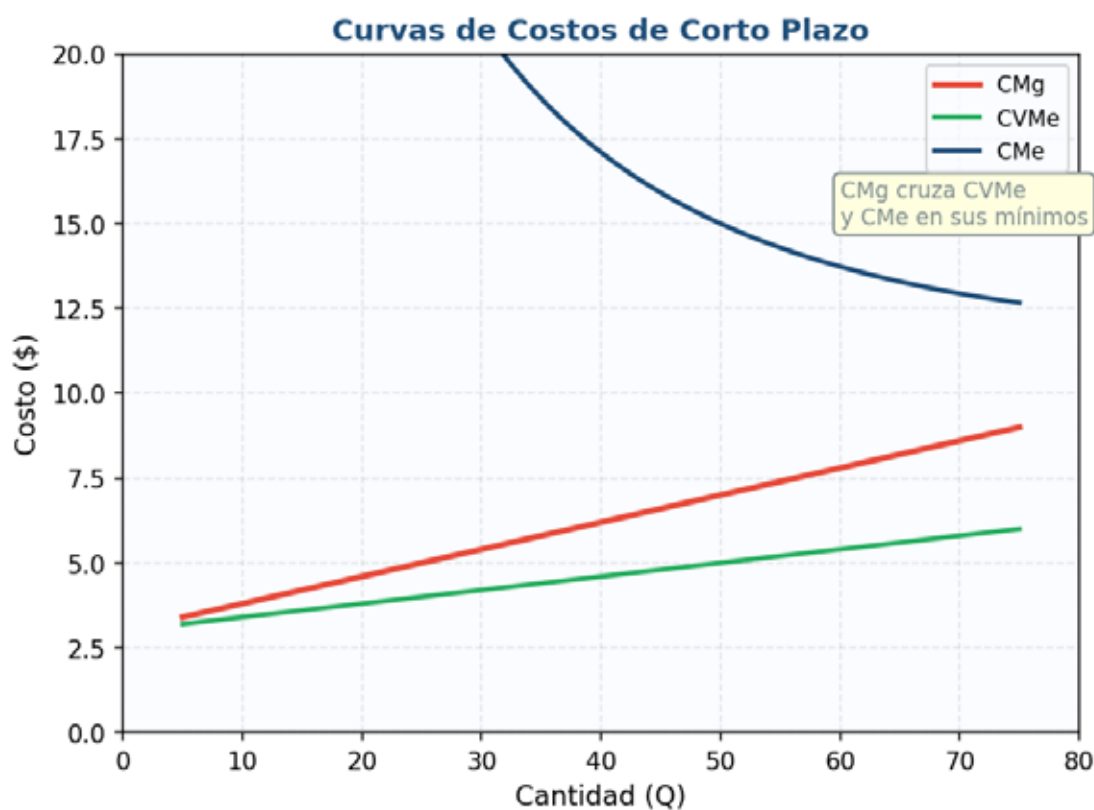
Elaboración propia, utilizando Claude. CTF = \$500 (alquiler de planta). Datos ilustrativos.

Tres relaciones matemáticas fundamentales que debes memorizar: (1) CMg cruza CVMe en su punto mínimo (en $Q=30$, CVMe mínimo = \$16 y CMg = \$13 justo antes, \$16 en $Q=40$). (2) CMg cruza CMe en su punto mínimo (en $Q=50-60$, CMe mínimo $\approx$ \$27). (3) La distancia vertical entre CMe y CVMe es CTF/Q , que se reduce a medida que Q crece (los costos fijos se diluyen). Estas relaciones no son coincidencia: se demuestran algebraicamente y son la clave para entender las decisiones de producción de la Semana 7.

Para verificar estas relaciones numéricas en la Tabla 3, observa que en $Q = 30$ el CVMe alcanza su mínimo de \$16 y el CMg en ese tramo es \$13, justo antes de cruzar hacia arriba. En $Q = 50-60$, el CMe alcanza su mínimo alrededor de \$27 y el CMg cruza ese nivel (\$21 en $Q = 50$, \$29 en $Q = 60$). La distancia $CMe - CVMe$ en $Q = 10$ es \$50, que es exactamente $CTF/Q = 500/10$. En $Q = 70$ esa distancia es solo \$7,14 ($500/70$). Los costos fijos se diluyen conforme la producción crece, razón por la cual el CMe siempre está por encima del CVMe y ambas curvas convergen a medida que Q aumenta.

Figura 3

Curvas de costos de corto plazo



Nota. La figura ilustra curvas de costos de corto plazo: CMg (en forma de U), CVMe y CMe. Las flechas señalan los puntos de cruce fundamentales: CMg cruza CVMe y CMe en sus mínimos respectivos. Elaboración propia, utilizando Claude.

2.2 Los costos de largo plazo: sendero de expansión y curva envolvente

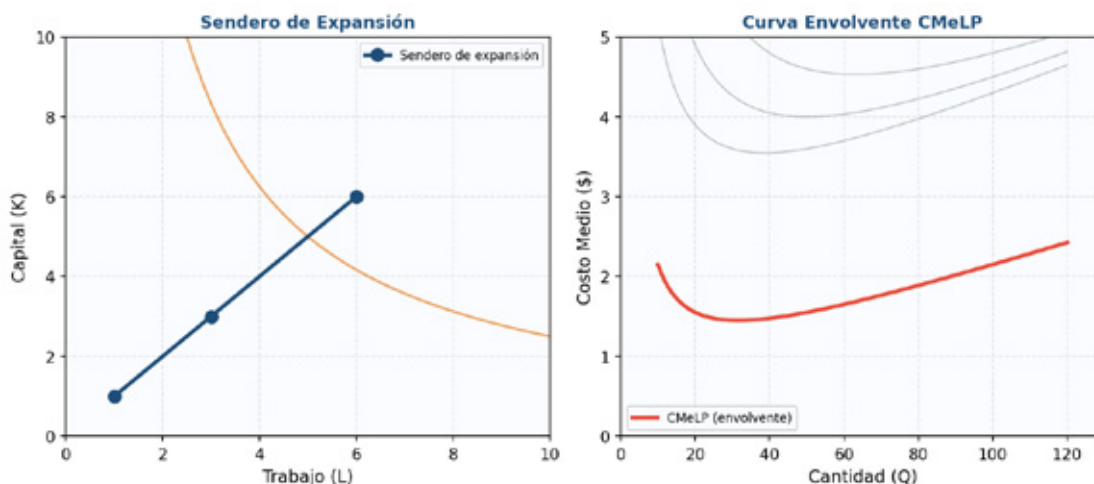
En el largo plazo, la empresa puede ajustar tanto L como K para minimizar el costo de producir cualquier nivel Q . La condición de minimización de costos en el largo plazo es: $TMT = w/r$, donde w es el salario y r es el costo del capital. Esta es exactamente la analogía de la condición $TMgS = p_1/p_2$ del consumidor. El sendero de expansión une todos los puntos de tangencia entre isocuantas e isocostos a medida que Q crece: es el camino que sigue la empresa cuando expande su producción de forma óptima en el largo plazo. La curva de costo medio de largo plazo (CMeLP) es la envolvente de todas las curvas de CMe de corto plazo: para cada nivel de Q , el CMeLP muestra el costo medio mínimo cuando la empresa puede elegir el tamaño óptimo de planta.

Para una empresa Cobb-Douglas $Q = AL^\alpha K^\beta$ con $w = \$15/\text{hora}$ y $r = \$10/\text{hora}$ de máquina, la condición óptima $TMT = w/r$ requiere que $PMgL/PMgK = 15/10 = 1,5$. Esto significa que, en el óptimo, el último dólar gastado en trabajo debe producir exactamente lo mismo que el último dólar gastado en capital. Si $PMgL/w > PMgK/r$, a la empresa le conviene contratar más trabajo y menos capital; si ocurre lo contrario, debe invertir más en maquinaria. Este principio de equimarginales es idéntico al del consumidor que iguala $UMg_1/p_1 = UMg_2/p_2$, y constituye una de las reglas de decisión más útiles de toda la microeconomía aplicada.

La forma de la curva CMeLP depende directamente de los rendimientos de escala. En la zona de rendimientos crecientes, el CMeLP desciende: producir más reduce el costo unitario. En la zona de rendimientos constantes, es plano. En la zona de rendimientos decrecientes, sube: la coordinación se vuelve más costosa. El punto donde el CMeLP alcanza su mínimo se denomina escala mínima eficiente (EME), y es el tamaño mínimo que debe tener una empresa para ser competitiva en costos. En industrias con EME muy alta, como la refinería de petróleo, solo pueden operar pocas empresas grandes; en industrias con EME baja, como la panadería artesanal, conviven muchas empresas pequeñas. Esta relación entre rendimientos de escala, costos y estructura de mercado es la base del análisis de competencia perfecta que abordaremos en la Semana 7.

Figura 4

El sendero de expansión y la curva envolvente



Nota. La ilustración muestra el sendero de expansión (izquierda) como secuencia de tangencias isocuanta-isocosto, y la curva envolvente CMELP (derecha) como tangente inferior a todas las curvas CMe de corto plazo. Elaboración propia, utilizando Claude.

Tabla 4

Relación entre rendimientos de escala y la forma de la curva CMELP.

Rendimientos de escala	Forma del CMELP	Interpretación	Ejemplo Ecuador
Crecientes ($\alpha+\beta > 1$)	CMELP decreciente (baja con Q)	Economías de escala: producir más reduce el costo unitario	Industria petrolera: costos fijos enormes se diluyen con mayor producción
Constantes ($\alpha+\beta = 1$)	CMELP constante (plano)	Escala eficiente: el costo unitario no cambia con Q	Producción artesanal de chocolate fino: misma proporción insumos/producto
Decrecientes ($\alpha+\beta < 1$)	CMELP creciente (sube con Q)	Deseconomías de escala: coordinación más difícil a mayor tamaño	Empresas muy grandes con burocracia interna (sector público ecuatoriano)

Elaboración propia, utilizando Claude, basada en Varian (2016, cap. 21) y Nicholson y Snyder (2015, cap. 10).



Título del enlace relacionado: Policonomics — Análisis de costes a corto plazo (en español).

Descripción del enlace relacionado: Artículo interactivo de Policonomics en español que desarrolla el análisis de costes a corto plazo: coste total, fijo, variable, marginal y medio, con gráficos interactivos que muestran las relaciones entre curvas. Lectura de 6 min, acceso libre y gratuito.

Enlace: <https://policonomics.com/es/analisis-costes/>



RE FE REN CIAS

- Nicholson, W. y Snyder, C. (2015). Teoría microeconómica: principios básicos y extensiones (11.a ed.). Cengage Learning.
- Policonomics. (2024). Función de producción y costes [Ruta de aprendizaje]. <https://policonomics.com/es/produccion-corto-plazo/>
- Policonomics. (2024). Costes a corto plazo [Ruta de aprendizaje]. <https://policonomics.com/es/analisis-costes/>
- Varian, H. R. (2016). Microeconomía intermedia: un enfoque actual (9.a ed.). Antoni Bosch Editor.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DESTACADOS

Isocuanta: Es la curva que une todas las combinaciones de insumos (trabajo y capital) que producen exactamente la misma cantidad de producto. Es el equivalente exacto de la curva de indiferencia del consumidor, pero en el mundo de la empresa: mientras la curva de indiferencia une cestas de igual satisfacción, la isocuanta une combinaciones de insumos de igual producción. Sus propiedades son idénticas: pendiente negativa (para mantener la producción, al usar más de un insumo hay que reducir el otro), convexidad (refleja rendimientos marginales decrecientes) y no se cruzan. La pendiente de la isocuanta es la Tasa Marginal de Transformación ($-PMg_L/PMg_K$), que mide cuánto capital puede sustituirse por una unidad adicional de trabajo sin cambiar la producción. En el punto óptimo de la empresa, $TMT = w/r$.

Función de producción: Es la relación técnica que establece la cantidad máxima de producto que una empresa puede obtener con cada combinación de insumos, dada la tecnología disponible. Para la función Cobb-Douglas $Q = AL^\alpha K^\beta$, los parámetros α y β miden la elasticidad del producto respecto al trabajo y al capital, y su suma determina los rendimientos de escala. En el corto plazo, con capital fijo $\bar{K}$, la función de producción se simplifica a $Q = f(L, \bar{K})$ y genera las curvas de producto total, marginal y medio. El producto marginal decreciente (ley de rendimientos decrecientes) es lo que da forma de U a las curvas de costos de corto plazo, conectando directamente la tecnología de la empresa con sus costos.

La conexión entre la función de producción y las curvas de costos es directa y matemáticamente precisa. Cuando el PMg_L es creciente, cada trabajador adicional produce más, lo que significa que el costo de cada unidad adicional cae: el CMg es decreciente. Cuando el PMg_L alcanza su máximo y empieza a caer, el CMg empieza a subir. El punto de inflexión del producto total corresponde exactamente al mínimo del CMg . De forma análoga, el máximo del PMg_L corresponde al mínimo del $CVMe$, porque $CVMe = w/PMg_L$. Esta relación inversa entre productividad y costos explica por qué la capacitación laboral y la inversión en tecnología son tan importantes para la competitividad de las empresas ecuatorianas.



síguenos en:



www.pucevirtual.puce.edu.ec