Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa
División de Ciencias Sociales y Humanidades

# Titulo: Evaluación Costo Beneficio de una Política Pública.
## Un enfoque microeconomico de equilibrio parcial

Tesina de Licenciatura en Economía
Autor: Velázquez Posada Mauricio Israel
México D.F. Marzo de 2006

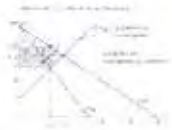
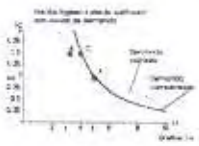
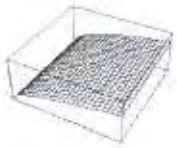
Asesores.
Dr. Ignacio Llamas H. y
Dra. Nora Garro Bordonaro.

UNIDAD IZTAPALAPA
Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina Iztapalapa, C.P. 09340, Tel-Fax: 58 04 65 79.

Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa

# Evaluación Costo-Beneficio de una Política Pública

Un enfoque microeconómico de equilibrio parcial

Mauricio Israel Velázquez Posada

Asesores:
Dra. Nora Garro y Dr. Ignacio Llamas

## INDICE

INTRODUCCIÓN....3
RESUMEN DE INTRODUCCIÓN A *Mathematica* 5....5

PARTE 1. MEDIDAS DEL BIENESTAR

1. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

1.1 EFECTOS INGRESO Y SUSTITUCIÓN....11
1.2 CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR....13
1.3 ECUACIONES DE DEMANDA COMPENSADA Y ORDINARIA....16

2. EXCEDENTE DEL PRODUCTOR
2.1 CURVA DE OFERTA Y MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS....24

2.2 EXCEDENTE DEL PRODUCTOR
DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS COSTOS....28

PARTE 2. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO

PROCEDIMIENTO....32

3. DISTORSIONES EN EL MERCADO
3.1 APLICACIÓN DE UN IMPUESTO....33
3.2 OTORGAMIENTO DE UN SUBSIDIO....38
3.3 MONOPOLIO VS. COMPETENCIA PERFECTA....42

4. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
4.1 EN UN MERCADO CON CURVA DE OFERTA PERFECTAMENTE ELÁSTICA....46
4.2 EN UN MERCADO CON CURVA DE OFERTA PERFECTAMENTE INELÁSTICA....49
4.3 EN UN MERCADO CON CURVA DE OFERTA CON PENDIENTE POSITIVA....52

5. BIENES PÚBLICOS....56

6. REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN IMPUESTO....57

7. ESTABILIZACIÓN DE PRECIO
A TRAVÉS DE LA TRANSFERENCIA DE EXISTENCIAS....62

8. APLICACIÓN DE UN ARANCEL
IMPORTACIONES VS. PRODUCCIÓN DOMÉSTICA....70

CONCLUSIONES....75
BIBLIOGRAFÍA....77

## INTRODUCCIÓN

La **ganancia social** o **bienestar**, es la suma de los beneficios que los agentes ecónomicos obtienen por participar en el mercado.

En un mercado competitivo, la oferta y demanda determinan el equilibrio de mercado, en èste caso las medidas a utilizar son: el excedente del consumidor y el excedente del productor.

Con lo anterior podemos plantear la ecuación:

**Bienestar = Excedente del Consumidor + Excedente del Productor**

Nos interesa examinar el efecto que tiene la intervención del gobierno en el mercado. Al aplicar una política pública, el gobierno puede afectar el equilibrio del mercado e inducir cambios en los precios y cantidades comerciadas, así como puede aplicar recursos o captarlos. Especificamente, examinaremos como cambian los beneficios que obtienen los agentes por participar en el mercado desde un punto de vista de la sociedad como un todo.

La **evaluación costo beneficio** es un balance de las pérdidas y ganancias de la sociedad que provoca la aplicación de una política pública.
Con el objeto de cuantificar el cambio en el **bienestar** que provoca la aplicación de una política pública, utilizaremos la siguiente **fórmula del cambio en el bienestar**:

$$\text{▲Bienestar} = \text{▲Excedente del consumidor} + \text{▲Excedente del productor} + \text{▲Ingresos del gobierno} + \text{▲Externalidades}$$

La variación de los ingresos del gobierno representa un beneficio para el gobierno, por ejemplo, cuando recauda impuestos, en cambio, cuando se gastan recursos para aplicar una política pública, representa un costo.
Las **externalidades** se utilizan cuando existen beneficios o costos que tiene efecto en el bienestar social y no provienen de las propias medidas de los agentes económicos.

La organización del trabajo es la siguiente:
AL final de la introducción se ofrece un breve resumen de aspectos generales y comandos de *Mathematica* 5.
En la Parte 1 explican: las medidas del bienestar del consumidor y productor; los cálculos de las ecuaciones de demanda ordinaria y compensada, y como realizar algunas gráficas útiles en economía.
En la Parte 2 se realizan las evaluaciones de los ejemplos de política pública.
Cada evaluación se divide en dos secciones. Primero, se hace un análisis gráfico que sirve de referen-

cia para la sección de cálculos. En las instrucciones se procuro sustituir el uso de números por simbolos para una más fácil referencia.

La presente tesina es una exploración de la literatura microeconomica sobre: El comportamiento del consumidor; La producción y el costo, y La teoría del bienestar. Todo el trabajo fue elaborado en Mathematica 5. Los ejemplos de política pública examinados son tomados de la bibliografía citada. En un disco compacto se anexa la versión electronica.

## RESUMEN DE INTRODUCCIÓN A *Mathematica 5*

En este resumen se explican los comandos de *Mathematica* que se utilizan en el presente trabajo. Presentarlo en la introducción permite centrar la atención en la lógica de las evaluaciónes, al momento de abordar los ejemplos de política pública.

*Mathematica* es un software que sirve para realizar una gran diversidad de cálculos, esta compuesto por módulos llamados: **Kernel** y **Front End**. **Kernel** es la parte que realiza los cálculos y **Front End** interactúa con el usuario.

Los archivos en *Mathematica* son llamados cuadernos, los cuadernos mezclan celdas de diferentes tipos: entrada, salida y texto. Las celdas que conforman los cuadernos, se distinguen con corchetes en el lado derecho de la ventana de *Mathematica*. Los comandos o primitivas para realizar cálculos se colocan en celdas de entrada.
Para crear una nueva celda de entrada, solo basta dar *click* con el *mouse*, fuera de otra celda. Al terminar de introducir el comando se presiona: SHIFT+ENTER, para que *Mathematica* ejecute y produzca una celda de salida, ubicada, bajo la celda de entrada.

Los comandos que se utilizan para realizar cálculos en *Mathematica* son llamados primitivas, por regla general, todas las funciones y primitivas, empiezan con mayúscula.

Un cálculo puede ser realizado introduciendo una primitiva o utilizando un símbolo, dichos símbolos están agrupados en cuadernos llamados paletas. Las paletas muestran botones con símbolos de primitivas en forma de notación matemática. Al presionar un botón de la paleta, se introduce el símbolo en el cuaderno. A menudo estos símbolos contienen una celda para introducir datos (*placeholder*), indicado por un pequeño cuadrado (■).

### ■ OPERACIONES

Para interactuar con *Mathematica*, teclee una entrada (input), después presione SHIFT+ENTER para obtener el resultado (output). El presionar solamente ENTER, introduce una nueva línea dentro de la misma celda.

```
20^2

400
```

Introducir un punto y coma al final de un operación evita que se despliegue la celda de salida. Para realizar multiplicaciones, puede utilizar un espacio en blanco entre los factores, o el símbolo (*). La siguiente línea utiliza los elementos mencionados en éste párrafo.

```
1*200+2;
```

El símbolo ( % ) indica a *Mathematica* utilizar el resultado del último cálculo realizado, lo anterior funciona sin importar donde haya sido realizado el cálculo, ya sea en el mismo libro o en otro.

```
% + 20
```

$\sqrt{2}$

Para derivar una expresión se utiliza la primitiva **D[expr, variable]**, dentro de los corchetes se introduce la expresión a derivar y la variable respecto a la cual se deriva.

```
D[15 * x^2, x] // N
```

30. x

La siguiente expresión integra el resultado anterior; al introducir **//N** al final de una instrucción, *Mathematica* expresa en forma decimal el resultado.

```
Integrate[%, x] // N
```

15. $x^2$

Se pueden utilizar indistintamente , los símbolos de las paletas y las primitivas. Por ejemplo, en la paleta Basic Input, se encuentran los símbolos: " $\int \square \, d\square$ " y " $\partial_{\square} \square$ ", que se utilizan para calcular integrales y derivadas.

La siguiente instrucción calcula la integral definida de la expresión $(x^2 + 2)$, en el rango de 0 a 1, sobre el eje horizontal.

```
∫_0^1 (x^2 + 2) dx // N
```

2.33333

■ SIGNOS DE AGRUPACIÓN

| | |
|---|---|
| Los corchetes [ ] contienen argumentos de comandos. | `D[expr, x]` |
| Las llaves { } delimitan listas de elementos | `{x, 10, 10 + 2}` |
| Los parentesis ( ) agrupan términos. | `20 * (x1^(1/2) + 20)` |

Cuando la expresión introducida utiliza más de un símbolo de agrupamiento, resulta útil ingresar un espacio en blanco para cada conjunto de agrupaciones. Esto hace que sea relativamente fácil ubicar pares de agrupaciones. Ejemplo: *u* [ [ {*a*, *b*} ] ]

## ■ SECUENCIA DE OPERACIONES

Se pueden ejecutar varios cálculos en una instrucción con sólo separar los términos que contiene con punto y coma (;).

| | |
|---|---|
| **exp1; exp2; exp3;** | Ejecuta varias operaciones sin mostrar resultados. |
| **exp1; exp2; exp3** | Despliega el resultado de la última operación |

La siguiente instrucción ejecuta tres operaciones, el resultado desplegado corresponde a la última operación. El tercer término de la instrucción realiza un cálculo que involucra a los dos primeros elementos, a esto se le llama un cálculo en cadena.
Si al separar instrucciones se utilizan comas (,) en lugar de punto y coma (;), la instrucción debe tener la forma de lista **{expr1,expr2,expr3}**.

```
x = 3; y = 7; z = y - x

4
```

El siguiente es un ejemplo de cálculo en cadena cuando no se suprimen salidas.
El tercer término de la instrucción, depende de los dos términos anteriores. La línea de salida muestra el resultado de cada término.

```
{x = 3 + 5, y = 7 + 3, z = y - x}

{8, 10, 2}
```

## ■ ASIGNACIÓN DE VALORES A SÍMBOLOS

Cuando *Mathematica* opera una expresión, por ejemplo, **(x+x)** en **(2x)**, la variable **x** es un símbolo que representa cualquier expresión o valor.
Para sustituir **x** por algún valor o expresión se utiliza la regla de transformación **(x→#)**, la cual sustituye **x** por un valor numérico (#), la asignación es valida sólo en la instrucción en que se utiliza.

| | |
|---|---|
| **expr /. x → #** | Sustituye **x** por # en la expresión |
| **expr /. {x →, # y → #}** | Realiza varios reemplazos |

Ejemplo:

```
1 + y^2 + y^3 + y^5 /. y → 3

280
```

La regla de transformación **x=#**, asigna un valor a un símbolo. De ésta manera, la regla se aplica hasta que se elimine la asignación ó se limpie la variable.

| | |
|---|---|
| **x = valor** | Asigna valor a **x**, de modo atemporal. |
| **x = .** | Borra el valor asignado **x**. |

El símbolo " == " representa igualdad, la siguiente instrucción verifica la igualdad entre dos elementos.En la celda de salida, la leyenda **True** indica que existe igualdad entre las expresiones.

```
8 == 4 + 4

True
```

■ COMANDO CLEAR

Es recomendable limpiar las variables, en especial, cuando se reutilizan variables. Las variables pueden tener valores asignados que no se desea utilizar. Dentro de los corchetes del comando se introducen las variables que se desean limpiar y se separan con comas.

```
Clear[x, y, z]
```

■ COMANDO BLOCK

El comando **Block** evalúa el valor que toma una expresión algebraica, cuando a sus variables independientes se les asignan valores determinados. Al ejecutar éste comando, si es que hay valores asignados a las variables, se limpian para adoptar temporalmente los nuevos valores, indicados en la instrucción, al terminar la ejecución, los valores originales son reestablecidos.
La forma general del comando es: **Block[{ var=valor},expresión]**.

```
Block[{x = 2, y = 3}, x + y]

5
```

## ■ COMANDO SOLVE

El comando **Solve** sirve para resolver ecuaciones o realizar despejes.Los argumentos del comando se separan con una coma, el primer argumento es una igualdad, el segundo argumento es la variable a despejar. La linea de salida muestra las soluciones al despeje solicitado.

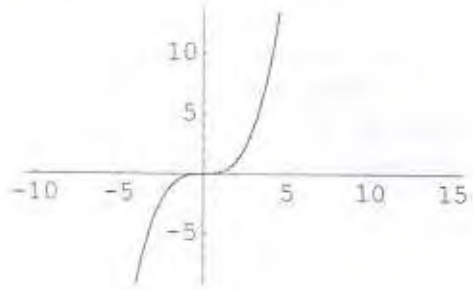
```
Solve[2 x + 10 == y, x]
```

$$\left\{\left\{x \to \frac{1}{2}\,(-10 + y)\right\}\right\}$$

## ■ COMANDOS PARA GRÁFICAR

Para calcular gráficas en dos dimensiones se utiliza el comando **"Plot"**.
El primer argumento del comando es la expresión a graficar, el segundo argumento indica el rango de valores que toma la variable independiente.
Note que Mathematica asigna la variable independiente de la expresión al eje horizontal.

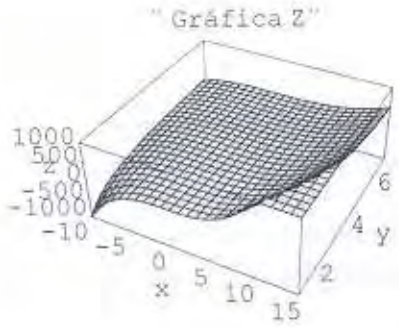
```
Plot[x^3 / 7, {x, -10, 15}]
```




```
- Graphics -
```

La siguiente gráfica corresponde a una ecuación con dos variables independientes,se calcula con el comando **Plot3D**. El primer argumento del comando es la ecuación a graficar, el segundo y tercero son los rangos de las variables en los que se desplegara la gráfica.

```
Plot3D[x^3 / y, {x, -10, 15},
 {y, 1, 7}, AxesLabel → {"x", "y", "z"},
 PlotLabel → " Gráfica Z "]
```

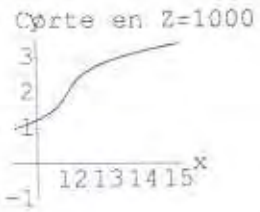



- SurfaceGraphics -

La primitiva **<<Graphics`ImplicitPlot`** carga el paquete que contiene el comando **ImplicitPlot**, este comando gráfica una expresión en cierto punto de su dominio. En la siguiente instrucción se utiliza la misma ecuación de la gráfica anterior. Al graficar la ecuación $x^3 / y = z$, cuando **z=1000**, estamos haciendo un corte en la gráfica de tres dimensiones que acabamos de calcular.

```
<< Graphics`ImplicitPlot`
```

```
ImplicitPlot[{x^3 / y == 1000},
 {x, -119, 15}, {y, 1, 7}, PlotRange → {-1, 3.5},
 AxesLabel → {"x", "y"}, PlotLabel → "      Corte en Z=1000"]
```




- Graphics -

El primer argumento de la instrucción indica en que punto del dominio de la ecuación se realiza la grafica; el segundo y tercer términos definen el rango de valores de las variables independientes; La primitiva **PlotRange** define el rango de la gráfica, en el eje vertical; La primitiva **AxesLabel** asigna nombres a los ejes, la primera posición asigna el valor al eje horizontal y la segunda al eje vertical; y por último, **PlotLabel** coloca el texto dentro de las comillas como título de la gráfica.

PARTE 1

## MEDIDAS DEL BIENESTAR

### 1. EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

Antes de iniciar con el tema del excedente del consumidor es conveniente repasar algunos aspectos generales de la teoría del consumidor que ayudan a explicar los supuestos del presente trabajo, los cuales son:

1) No hay efecto ingreso cuando cambia el precio.
2) Sólo se utilizan ecuaciones de demanda compensada.
3) Sólo se utilizan bienes de tipo normal.

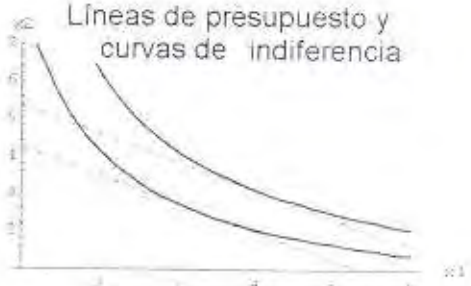
En ésta sección se examinan los conceptos necesarios para entender los supuestos.
A continuación se explican los efectos ingreso y sustitución, y se muestra como se realiza el cálculo en *Mathematica* de las ecuaciones de demanda compensada y ordinaria.

#### ▪ 1.1 EFECTOS INGRESO Y SUSTITUCIÓN

El consumo de cierta cantidad de un bien, proporciona un determinado nivel de satisfacción en el consumidor. En una economía de dos bienes (x1,x2) el consumidor gasta su presupuesto en una canasta de consumo que le proporcione el máximo nivel de utilidad, el cual se representa con una curva de indiferencia, véase la gráfica-1.1.

A cada nivel de utilidad le corresponde una curva de indiferencia, la cual se forman con combinaciones de consumo que satisfacen un nivel de utilidad constante. Por ejemplo, para la función de utilidad: $u = x1^{1/2} * x2^{1/2}$, el nivel de utilidad U=5, se cumple para las combinaciones: (2,12.5), (4,6), (6,4), (8,3).La curva de indiferencia tiene pendiente negativa y es convexa al origen, lo que implica que se prefieran los puntos medios a los extremos.

Gráfica 1.1




Gráfica 1.2

En la gráfica 1.2 se muestran líneas de presupuesto tangentes a curvas de indiferencia. En los puntos de tangencia, la tasa marginal de sustitución en el consumo es igual a los precios relativos, y al valor de la pendiente de la curva de indiferencia.

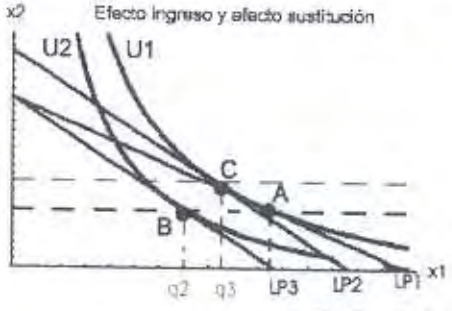
La tasa marginal de sustitución en el consumo, indica cuantas unidades de x1 se intercambian por obtener una unidad adicional de x2. Si la relación de precio p1/p2 es igual a 1/1, el consumidor puede gastar su presupuesto, indistintamente, en cualquiera de los dos bienes.
Al modificarse la relación de intercambio a ½, el consumo de x2 representa .5 del consumo de x1, es decir, por cada unidad de consumo de x1 se consume media unidad de x2. En estas condiciones, un

aumento unitario en el consumo de x1 requiere un a disminución de .5 unidades de x2.
La siguiente tabla muestra un ejemplo del comportamiento de la demanda de x2 descrito en el párrafo anterior. Cuando se pasa de la situación C a la D, se observa como cambia el consumo de x2 cuando aumenta en una unidad el consumo de x1.

| Relación de intercambio | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Situación | Consumo de x1 | Precio p1 | Consumo de x2 | Precio p2 | Gasto |
| A | 5 | 1 | 5 | 1 | 10 |
| B | 5 | 1 | 5 | 2 | 15 |
| C | 5 | 1 | 2.5 | 2 | 10 |
| D | 6 | 1 | 2 | 2 | 10 |

Revisaremos como se comporta la demanda de x1 en dos casos. Primero, cuando el precio p1 aumenta y el presupuesto se mantiene constante.
Segundo, cuando el precio p1 aumenta y el presupuesto también aumenta, de manera que el consumidor conserve el mismo poder de compra.
Para explicar los efectos ingreso y sustitución utilizamos los esquemas de las gráficas 1.3 y 1.4.

Revisemos la gráfica 1.3. En la situación inicial (A), al precio p1=1 el consumo de x1=q1, así lo muestra el punto de tangencia de la línea de presupuesto (LP1) con la curva de indiferencia (U1).




Gráfica 1.3

Gráfica 1.4

EFECTO INGRESO

Cuando aumenta **p1** a **$1.5**, y el presupuesto se mantiene constante, la línea de presupuesto (**LP1**) se desplaza hacia la izquierda hasta **LP3**, la demanda de **x1** disminuye de **q1** a **q2**. Lo anterior reduce el nivel de utilidad y la curva de indiferencia se desplaza a la izquierda a **U2**, de esta manera se llega al punto **B**. El efecto ingreso es el cambio en la demanda, como resultado de la disminución del poder de compra del presupuesto.

EFECTO SUSTITUCIÓN

Ahora partimos del punto **B**. Revisaremos el comportamiento de la demanda cuando aumenta **p1**, y el presupuesto aumenta para conservar el nivel de compra.
La línea de presupuesto **LP3** gira a la derecha hasta **LP2**, la demanda de **x1** aumenta de **q2** a **q3**. La nueva línea de presupuesto es tangente a la curva de indiferencia **U1** en el punto **C**, lo que significa que se ha recuperado el nivel de utilidad inicial.
El efecto sustitución es el cambio en la demanda provocado, exclusivamente, por las variaciones en los precios relativos.

La gráfica 1.4 proporciona otro esquema para ilustrar lo anterior. La curva de demanda compensada, muestra el efecto sustitución y la curva de demanda ordinaria el efecto ingreso.

TIPOS DE BIENES

El comportamiento de la demanda ilustrado en las gráficas anteriores, corresponde al de un bien normal, un bien inferior y un bien Giffen tienen diferentes comportamientos, enseguida se comenta respecto a ellos:

**Bien normal** es una mercancía tal que, cuando aumenta el ingreso aumenta la demanda, y una disminución del ingreso conduce a una disminución en la demanda. La elasticidad ingreso de un bien normal es positiva.

**Bien inferior** es una mercancía tal que, al aumentar el ingreso registra una disminución en su demanda, y una disminución en el ingreso de ocasiona un aumento en la demanda. La elasticidad ingreso para un bien inferior es negativa.

**Bienes Giffen**, éste tipo de bien se comporta de modo que un aumento en el precio conduce a un aumento en la cantidad demandada, la curva de la demanda de un bien Giffen tiene una pendiente positiva y contradice la ley de la demanda.

La tabla 1.1 resume el comportamiento de la demanda en presencia del efecto sustitución o del efecto ingreso para diferentes tipos de bienes.

Efecto sustitución e ingreso por tipo de bien y su efecto en la demanda
Tabla 1.1

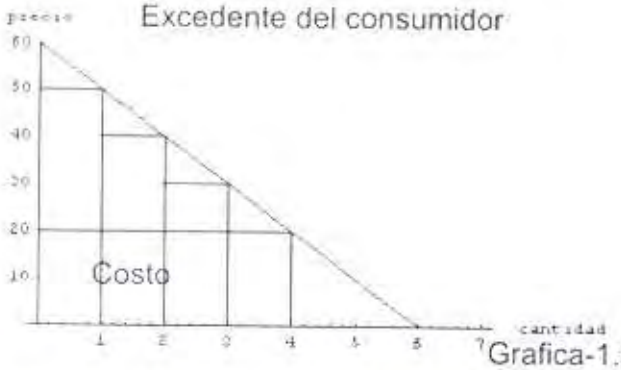
| Tipo | Efecto sustitución | | Efecto ingreso | Efecto total |
|---|---|---|---|---|
| Normal | Disminución | | Disminución | Disminución |
| Inferior | Disminución | > | Aumento | Disminución |
| Giffen | Disminución | < | Aumento | Aumento |

De acuerdo con la tabla anterior, cuando se presenta un alza en el precio,el efecto sustitución siempre es una reducción en el consumo. Cuando se trata del efecto ingreso, existen diferencias. Para un bien normal, el efecto ingreso consiste en una caída adicional en la demanda. Para un bien inferior, el efecto ingreso se muestra como un aumento en la cantidad demandada, dicho aumento es menor a la disminución provocada por el efecto sustitución. Para un bien Giffen, el efecto sustitución es una disminución en la demanda, y el efecto ingreso es un aumento en la demanda, dicho aumento es mayor que la disminución provocada por el efecto sustitución.

## ■ 1.2 CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR

El **valor** que representa el consumo de un bien se mide en términos de la utilidad que proporciona y determina cuanto esta dispuesto a pagar el consumidor para obtenerlo. El excedente del consumidor es la cantidad en la cual el **valor** de sus compras, excede lo que paga por ellas. Gráficamente se representa por el área que se encuentra bajo la curva de demanda y por encima de la línea de precio.

En la gráfica 1.5 suponemos que el bien **x** sólo está disponible en cantidades unitarias, $50 es la cantidad que el consumidor ésta dispuesto a pagar por la primer unidad. El área del primer rectángulo de la izquierda, mide la utilidad marginal de un consumo unitario de **x**.
Siguiendo ésta misma mecánica, el consumidor está dispuesto a pagar $40 por la segunda unidad, $30 por la tercera y por último $20 por la cuarta unidad. Cada aumento en el consumo va disminuyendo la utilidad marginal obtenida.
En total el consumidor esta dispuesto a pagar $140. Para un precio de mercado px=$20, el costo de las cuatro unidades es de $80, por lo tanto, el excedente del consumidor es de $60.




Grafica-1.5

Al abandonar la restricción de ventas unitarias, se pueden comprar fracciones del bien **x**. A continuación un ejemplo numérico con los valores del esquema de la gráfica 1.5.

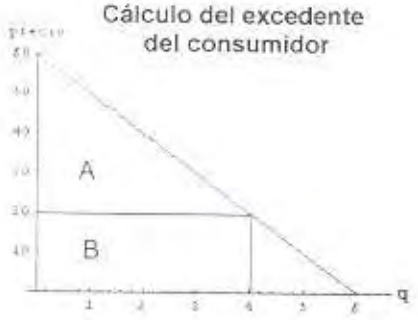
En el primer término de la siguiente instrucción,planteamos la ecuación de demanda que utilizaremos. El segundo término de la instrucción iguala la ecuación de demanda a **q** y despeja el precio, de ésta manera se expresa la ecuación en su forma inversa.

```
demanda = (60 - p)/10 ; Solve[demanda == q, p]
```

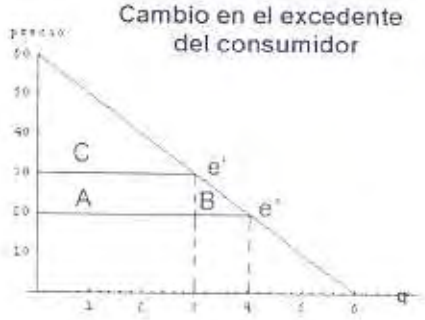
```
{{p → -10 (-6 + q)}}
```

```
demanda inversa = -10 (-6 + q);
```

En la gráfica 1.6, el área **A** representa el excedente del consumidor, cuando p=20 y la cantidad demanda, x=4.




Gráfica 1.6




Gráfica 1.7

El cálculo del área **A** tiene dos términos. Primero, se calcula el área bajo la curva de demanda en el rango **0** a **4**, área **AB**. Segundo, se calcula el rectángulo de costo, área **B**; la siguiente instrucción obtiene la diferencia entre éstas dos áreas.

```
EC = ∫_0^4 (demandainversa) dq - (20 * 4)
```

```
80
```

Supongamos que aumenta el precio a p=$30, el excedente del consumidor se reduce, véase la gráfica 1.7.El cambio en el excedente del consumidor se puede obtener por la diferencia de sus valores inicial y final. También se puede obtener al calcular la integral definida de la curva de demanda respecto al eje vertical, en el rango $20 a $30.

$$\Delta EC = \int_{20}^{30} (\text{demanda})\, dp$$

35

## ■ 1.3 ECUACIONES DE DEMANDA COMPENSADA Y ORDINARIA

### ■ CÁLCULO DE ECUACIONES DE DEMANDA ORDINARIA

La ecuación de demanda ordinaria muestra cual es el efecto ingreso de un cambio en el precio, la ecuación de demanda compensada muestra el efecto sustitución. Para obtener las ecuaciones de demanda ordinaria, comenzamos por definir una ecuación de utilidad y una línea de presupuesto; y planteamos un problema de maximización de beneficios utilizando una ecuación de Lagrange, la cual tiene por función objetivo la ecuación de utilidad y como restricción, la línea de presupuesto. La solución a este problema de maximización de beneficios, genera las ecuaciones de demanda ordinaria.Los paso a seguir son los siguientes.

Es recomedable iniciar limpiando las variables que se van a utilizar.

```
Clear[U, M, p1, p2, x1, x2, U°]
```

La ecuación de utilidad es :

```
U = x1^(1/2) * x2^(1/2);
```

A continuación se plantea la ecuación de Lagrange.

```
ℒ = U + λ (M - p1 * x1 - p2 * x2);
```

Al derivar la ecuación de Lagrange respecto a sus variables independientes, obtenemos las condiciones de primer orden, con las cuales se forma un sistema de ecuaciones, al resolverlo dicho sistema se obtienen las ecuaciones de demanda.

La siguiente instrucción calcula las condiciones de primer orden y resuelve el sistema de ecuaciones.

```
Solve[
  {D[ℒ, x1] == 0, D[ℒ, x2] == 0, D[ℒ, λ] == 0}, {x1, x2, λ}] // N
```

$$\left\{\left\{x1 \to \frac{0.5\,M}{p1},\ x2 \to \frac{0.5\,M}{p2},\ \lambda \to -\frac{0.5}{\sqrt{p1}\ \sqrt{p2}}\right\},\ \left\{x1 \to \frac{0.5\,M}{p1},\ x2 \to \frac{0.5\,M}{p2},\ \lambda \to \frac{0.5}{\sqrt{p1}\ \sqrt{p2}}\right\}\right\}$$

De las dos listas de soluciones del resultado anterior, elegimos aquella en donde la utilidad marginal del dinero ($\lambda$) sea positiva. Las demandas ordinarias indican la combinación de consumo que maximiza la utilidad y minimiza el costo. Enseguida se asignan nombres a las ecuaciones para referirnos a ellas con más facilidad.

```
{x1° = 0.5 M / p1, x2° = 0.5 M / p2};
```

En la siguiente instrucción calculamos la canasta óptima cuando el presupuesto es de **$10** y los precios son: **p1=1 y p2=2**. El valor obtenido para **x1**, corresponde a la cantidad **q1** de la gráfica **1.4**.

```
{x1°, x2°} /. {M → 10, p1 → 1, p2 → 2}

{5., 2.5}
```

El nivel de utilidad máximo, se obtiene sustituyendo en la función de utilidad, los valores correspondientes a la canasta óptima.

```
U /. {x1 → 5, x2 → 2.5}

3.53553
```

Al aumentar el precio de **p1** a **1.5** y mantener constante el presupuesto, la canasta de consumo y el nivel de utilidad cambian.El valor obtenido para **x1**, corresponde a la cantidad **q2** de la gráfica **1.4**.

```
{x1°, x2°} /. {M → 10, p1 → 1.5, p2 → 2}

{3.33333, 2.5}
```

El nivel de utilidad disminuye si el presupuesto se mantiene constante despues del aumento de **p1** , enseguida se muestra el cálculo

```
U /. {x1 → 3.33333, x2 → 2.5}

2.88675
```

- COMPROBACIÓN

Para comprobar que los valores obtenidos son máximos utilizamos el criterio de la segunda derivada. Primero, formamos la matriz hessiana con las segundas derivadas parciales de la ecuación de Lagrange y le asignamos nombre.

$$H = \begin{pmatrix} \partial_{x1,x1}\mathcal{L} & \partial_{x1,x2}\mathcal{L} & \partial_{x1,\lambda}\mathcal{L} \\ \partial_{x2,x1}\mathcal{L} & \partial_{x2,x2}\mathcal{L} & \partial_{x2,\lambda}\mathcal{L} \\ \partial_{\lambda,x1}\mathcal{L} & \partial_{\lambda,x2}\mathcal{L} & \partial_{\lambda,\lambda}\mathcal{L} \end{pmatrix}$$

$$\left\{\left\{-\frac{\sqrt{x2}}{4\,x1^{3/2}}, \frac{1}{4\sqrt{x1}\sqrt{x2}}, -p1\right\},\right.$$
$$\left.\left\{\frac{1}{4\sqrt{x1}\sqrt{x2}}, -\frac{\sqrt{x1}}{4\,x2^{3/2}}, -p2\right\}, \{-p1, -p2, 0\}\right\}$$

La primitiva **Det[expr]**, calcula el determinante la matriz que se coloca dentro de los corchetes.

```
Det[H]
```

$$\frac{p1^2\sqrt{x1}}{4\,x2^{3/2}}+\frac{p1\,p2}{2\sqrt{x1}\,\sqrt{x2}}+\frac{p2^2\sqrt{x2}}{4\,x1^{3/2}}$$

Sustituyendo en el resultado anterior los valores que maximizan la utilidad, obtenemos el valor del determinante de la matriz.
Según el criterio de la segunda derivada, los valores obtenidos corresponden a un nivel máximo, porque el valor del determinante de la matriz, es positivo.

```
% /. {x1 → 5, x2 → 2.5, p1 → 1, p2 → 2}
```

```
0.565685
```

## ■ ECUACIONES DE DEMANDA COMPENSADA

La ecuación de demanda compensada minimíza el gasto cuando el nivel de utilidad se mantiene en su nivel máximo.Para obtener las ecuaciones de demanda compensada, se requiere plantear el problema dual, correspondiente al problema primal de maximización de beneficios, primal se refiere al plantemiento realizado para calcular las ecuaciones de demanda ordinaria.
Otra forma de calcular la demanda compensada es utilizando el Lema de Shepard.
A continuación se muestran las dos formas, iniciaremos con el método de Lagrange.

Limpiamos las variables a utilizar.

```
Clear[M, p1, p2, x1, x2, ℒ]
```

Enseguida se plantea la ecuación de Lagrange, con la linea de presupuesto como función objetivo y la ecuación de utilidad como restricción.

```
ℒ1 = (p1 * x1 + p2 * x2) + λ1 * (u - x1^1/2 * x2^1/2);
```

Enseguida se calculan las condiciones de primer orden, y se resuelve el sistema de ecuaciones .

```
Solve[{D[ℒ1, x1] == 0, D[ℒ1, x2] == 0, D[ℒ1, λ1] == 0},
  {x1, x2, λ1}] // N
```

$$\left\{\left\{x1\to -\frac{1.\sqrt{p2}\,u}{\sqrt{p1}},\ x2\to -\frac{1.\sqrt{p1}\,u}{\sqrt{p2}},\ \lambda1\to -2.\sqrt{p1}\,\sqrt{p2}\right\},\right.$$
$$\left.\left\{x1\to \frac{\sqrt{p2}\,u}{\sqrt{p1}},\ x2\to \frac{\sqrt{p1}\,u}{\sqrt{p2}},\ \lambda1\to 2.\sqrt{p1}\,\sqrt{p2}\right\}\right\}$$

De la lista de soluciones obtenida en el paso anterior, seleccionamos aquella en la cual $\lambda 1$ sea positivo Al sustituir en las soluciones el nivel de utilidad máximo, se obtienen las ecuaciones de demanda compensada. La demanda compensada de **x1**, es la del lado izquierdo de la celda de salida.

```
Block[{U = 3.53553}, {1. Sqrt[p2] U / Sqrt[p1], 1. Sqrt[p1] U / Sqrt[p2]}]
```

$$\left\{\frac{3.53553\sqrt{p2}}{\sqrt{p1}}, \frac{3.53553\sqrt{p1}}{\sqrt{p2}}\right\}$$

- CÁLCULO DE ECUACIONES DE DEMANDA COMPENSADA CON EL LEMA DE SHEPARD

Para calcular la demanda compensada por esta forma se realizan los siguientes pasos:

1) Calcular la ecuación de utilidad indirecta (**Uindirecta**).

2) Obtener la **ecuación de gasto** a partir de la ecuación de utilidad indirecta (**Uindirecta**).

3) Derivar la **ecuación de gasto** respecto a los precios (**p1,p2**).

A continuación el detalle de los cálculos:

1) Al sustituir en la función de utilidad, las ecuaciones de demanda ordinaria se obtiene la ecuación de utilidad indirecta, la cual, calcula el cambio en el nivel de utilidad, cuando se registra un cambio en los precios, en tanto que el presupuesto permanece constante. A continuación asignamos nombre a la ecuación

```
Uindirecta = (x1°)^.5 * (x2°)^.5;
```

2)La ecuación de gasto se calcula a partir de la ecuación de utilidad indirecta. Igualamos la ecuación de utilidad indirecta, al nivel de utilidad máximo (**U=3.53553**) y despejamos **M** ( el presupuesto).

```
{Solve[Uindirecta == 3.53553, M]}
```

$$\{\{M \to -7.07106\sqrt{p1}\sqrt{p2}\}, \{M \to 7.07106\sqrt{p1}\sqrt{p2}\}\}$$

La ecuación de gasto, calcula cuanto cuesta mantener el nivel de utilidad en su nivel máximo cuando se registra un cambio en los precios. Asignamos nombre a la ecuación en la siguiente instrucción

```
Egasto = 7.07106 * Sqrt[p1] Sqrt[p2];
```

3)Las ecuaciones de demanda compensada se obtienen al derivar de la ecuación de gasto respecto a los precios, les asignamos los nombres : **" x1c" y " x2c"** .

```
{x1c = D[Egasto, p1], x2c = D[Egasto, p2]}
```

$$\left\{\frac{3.53553\sqrt{p2}}{\sqrt{p1}}, \frac{3.53553\sqrt{p1}}{\sqrt{p2}}\right\}$$

En la sección donde explicamos el efecto sustitución, el precio **p1** aumentó de **1 a 1.5**; la ecuación de gasto calcula que presupuesto permite mantener la utilidad en su nivel inicial **U=3.53**.
Además del nuevo nivel de gasto, la siguiente instrucción calcula cual es la demanda cuando **p1** aumenta, es decir, la cantidad **q3** de la gráfica 1.4.

```
Block[{p1 = 1.5, p2 = 2}, {Egasto, x1c}]
```

```
{12.2474, 4.08248}
```

- GRÁFICAS

Cuando *Mathematica* calcula una gráfica, asigna el eje horizontal a la variable dependiente de la expresión. Al graficar las ecuaciones de demanda en términos de precio, obtendremos en el eje horizontal los precios y en el eje vertical la cantidad demanda.

Los valores iniciales de **M** y **p2**, son los siguientes.

```
M = 10; p2 = 2;
```

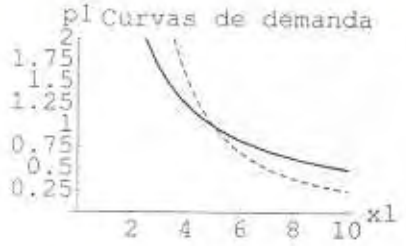
A continuación reexpresamos en su forma inversa, las ecuaciones de demanda ordinaria y compensada de **x1**.

```
{Solve[x1° == x, p1], Solve[x1c == x, p1]}
```

$$\left\{\left\{\left\{p1 \to \frac{5.}{x}\right\}\right\}, \left\{\left\{p1 \to \frac{24.9999}{x^2}\right\}\right\}\right\}$$

Las curvas de demanda ordinaria y compensada se cruzan cuando **p1=1, x1=5 y M=10**. En éste punto llamado punto de ancla, la tasa marginal de sustitución en el consumo, los precios relativos y las pendientes de las curvas, tienen el mismo valor.

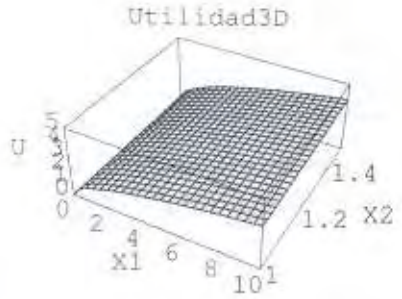
```
Plot[{5.`/x, 24.9999/x^2}, {x, 0, 10}, PlotRange → {0, 2},
 PlotStyle → {Thickness[.009], Dashing[{.02}]},
 AxesLabel → {"x1", "p1"},
 PlotLabel → "   Curvas de demanda"]
```




```
- Graphics -
```

Al graficar la ecuación de utilidad se obtiene una gráfica en tres dimensiones.

```
Plot3D[ U, {x1, 0, 10}, {x2, 1, 1.5}, PlotRange → {0, 5},
 AxesLabel → {"X1", "  X2", "U "}, PlotLabel → "Utilidad3D"]
```

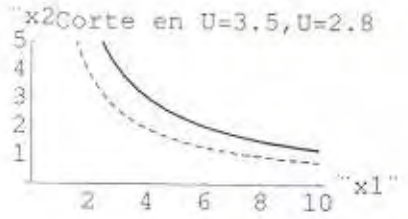



```
- SurfaceGraphics -
```

A continuación se calcula una gráfica que muestra dos curvas de indiferencia. Al graficar la ecuación de utilidad, para **U=3.5 y 2.8**, estamos haciendo un corte en la gráfica de tres dimensiones (anterior).

```
<< Graphics`ImplicitPlot`
```

```
ImplicitPlot[{U == 3.5, U == 2.8}, {x1, 0, 10}, {x2, 0, 10},
 PlotStyle → {Thickness[.009], Dashing[{.02}]},
 PlotRange → {0, 5}, AxesLabel → {"x1", "x2"},
 PlotLabel → "      Corte en U=3.5,U=2.8"]
```




- Graphics -

Para cada nivel de utilidad hay una curva de indiferencia. Si igualamos la ecuación de utilidad (**"U"**) a un valor determinado, y despejamos **x2**, obtenemos la ecuación de una curva de indiferencia que puede ser graficada con facilidad en *Mathematica*. La siguiente instrucción calcula las curvas de indiferencia, correspondientes a los niveles de utilidad **3.553 y 2.8**.

```
{Solve[U == 3.553, x2], Solve[U == 2.8, x2]}
```

$$\left\{\left\{\left\{x2 \to \frac{12.6238}{x1}\right\}\right\}, \left\{\left\{x2 \to \frac{7.84}{x1}\right\}\right\}\right\}$$

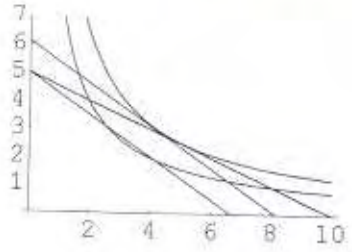
Las líneas de presupuesto utilizadas en la gráfica 1.3. **(LP1,LP2,LP3)** pueden graficarse con la curva de indiferencia que obtuvimos en la instrucción anterior. La siguiente instrucción expresa las líneas de presupuesto en terminos de **x1**.

```
{LP1 = Solve[10 == x1 + x2 * 2, x2],
 LP3 = Solve[10 == x1 * 1.5 + x2 * 2, x2],
 LP2 = Solve[12.24 == x1 * 1.5 + x2 * 2, x2]}
```

$$\left\{\left\{\left\{x2 \to \frac{10 - x1}{2}\right\}\right\}, \{\{x2 \to -0.5\,(-10. + 1.5\,x1)\}\},\right.$$
$$\left.\{\{x2 \to -0.5\,(-12.24 + 1.5\,x1)\}\}\right\}$$

Una vez que las líneas de presupuesto y las curvas de indiferencia están en términos de x1,obtenemos la gráfica 1.3.

```
Plot[{12.623809`/x1, 7.84/x1, (10 - x1)/2, -0.5` (-12.24` + 1.5` x1),
  -0.5` (-10.` + 1.5` x1)}, {x1, 0, 10}, PlotRange → {0, 7}]
```




```
- Graphics -
```

## 2. EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

### ■ 2.1 CURVA DE OFERTA Y MAXIMIZACIÓN DE BENEFICIOS

El objetivo de una empresa es generar utilidades;los beneficios se obtienen en la medida que los ingresos exceden los costos. A continuación revisaremos brevemente, los conceptos de los que explican los beneficios, y bajo que circunstancias se obtienen los beneficios máximos.

CURVA DE OFERTA

Los costos totales son la suma de los costos variables y los costos fijos. Los costos variables aumentan conforme aumenta el nivel de producción, los costos fijos se mantienen constantes aunque aumente la producción, y se erogan cuando se repone capital.

De acuerdo con lo anterior planteamos la siguiente ecuación de costos totales, primero asignamos nombre a las ecuaciones de costo variable y costo fijo, enseguida planteamos la ecuación de costos totales:

```
CV = .1 x^2; CF = 2; CT = CV + CF;
```

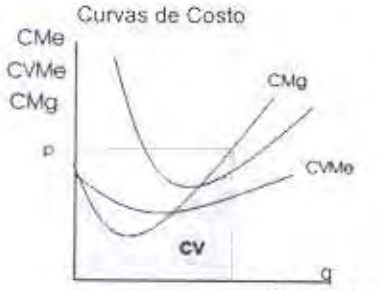
El costo medio es el costo promedio por unidad producida, se calcula al obtener el cociente de los costos totales entre el nivel de producción.
En la siguiente instrucción asignamos nombres a las ecuaciones de costo variable medio y costo fijo medio, enseguida planteamos la ecuación de los costos medios.

```
CVMe = CV / x; CFMe = CF / x; CMe = CVMe + CFMe;

General::spell1 : Possible spelling error: new symbol
   name "CFMe" is similar to existing symbol "CVMe". More...
```

El costo marginal (CMg) es la variación en el costo debida al incremento unitario en la producción, que a diferencia de las demás categorias de costo, no es un monto.El costo marginal se calcula al derivar la función de costo total respecto a la producción. El área bajo la curva de costo marginal, es el costo variable de un cierto nivel de producción y se puede calcular obteniendo el área bajo la curva de costo marginal en un rango determinado.

```
Cmg = ∂x CT;
```

La curva de oferta es un segmento de la curva de costo marginal, desde el cruce con la curva de costo variable medio CVMe, hasta la linea de precio; además la curva de costo marginal cruza a las curvas de **costo variable** y **costo variable medio** en sus puntos minimos.
La gráfica 2.1 muestra las diferenetes curvas de costo.



Gráfica 2.1

Ahora examinemos la parte de los ingresos.En un mercado competitivo hay tantas empresas en el mercado que ninguna puede influir el precio de mercado con sus decisiones de producción, por lo que se dice que una empresa competitiva es tomadora de precio. El productor obtiene ingresos por vender sus productos, para calcular los ingresos multiplicamos el precio de mercado por la cantidad producida.

**Ingreso= precio * cantidad** [2.1]

El ingreso marginal es la variación en el ingreso debida a un cambio unitario en el nivel de producción, para una empresa competitiva el precio es constante.

$$p = \frac{\blacktriangle \text{Ingreso}}{\blacktriangle \text{producción}} = \text{Img} \qquad [2.2]$$

## Maximización de Beneficios

La maximización de beneficios se logra cuando el ingreso marginal es igual al costo marginal. La relación entre estos dos conceptos guia las decisiones de producción de la siguiente manera.

**Cmg < Img.** En ésta situación existe un incentivo para seguir produciendo, debido a que el ingreso por vender la última unidad, supera al cambio en los costos de producción de una unidad adicional.

**Cmg = Img.** En este punto el nivel de producción maximiza los beneficios, el productor buscará mantener su producción en este nivel.

**Cmg > Img.** Cuando el costo de producir una unidad adicional es mayor a los ingresos que se obtienen al venderla, el incentivo para producir se acaba.

Plantearemos un ejemplo que ilustre las conclusiones anteriores.

```
demandainversa = 50/x;
```

En la siguiente instrucción calculamos la cantidad de equilibrio entre oferta y demanda; la ecuación de costo marginal (Cmg) es la misma que la curva de oferta.

```
Solve[Cmg == demandainversa, x]

{{x → -15.8114}, {x → 15.8114}}
```

A continuación calculamos el precio de equilibrio.

```
Block[{x = 15.811388300841896}, demandainversa]

3.16228
```

Con la información anterior, podemos plantear una ecuación de beneficios, al derivar esta respecto a x obtenemos una línea de beneficio marginal.

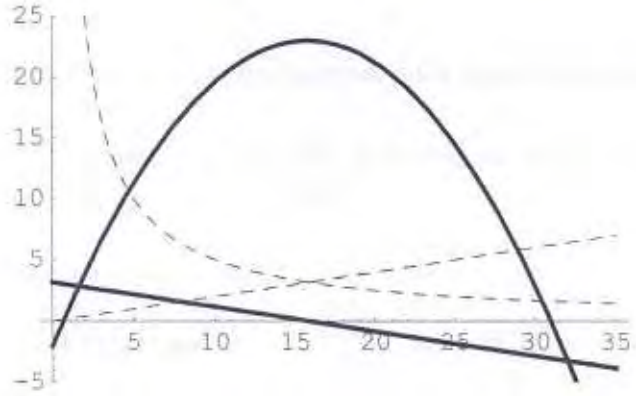
```
{Beneficio = (3.16228 * x) - (CT), Bmg = ∂x Beneficio}

{-2 + 3.16228 x - 0.1 x^2, 3.16228 - 0.2 x}
```

La siguiente instrucción calcula a que nivel de producción, el cambio en los beneficios es igual a cero, lo que coincide con el punto maximización de beneficios.

```
Solve[Bmg == 0, x]

{{x → 15.8114}}
```

En la gráfica siguiente se observa, como se cumple la maximización de beneficios.En el punto de cruce de la oferta y la demanda, el ingreso marginal se iguala al costo marginal y la curva de beneficio alcanza su punto máximo, lo anterior coincide con el punto en el que la línea de beneficios marginales curza el eje x. Las lineas gruesas representan la curva de beneficios y la línea de beneficio marginal.Las líneas cortadas son los costos marginales y la ecuación de demanda.

```
Plot[{Cmg, demandainversa, Beneficio, Bmg}, {x, 0, 35},
 PlotStyle → {Dashing[{.02}], Dashing[{.02}],
   Thickness[.009], Thickness[.009]}, PlotRange → {-5, 25}]
```




```
- Graphics -
```

## ■ 2.2 EXCEDENTE DEL PRODUCTOR DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS COSTOS

El excedente del productor es la cantidad en la que los ingresos superan los costos variables; también es igual a los beneficios más los costos fijos; gráficamente es el área a la izquierda de la curva de oferta, hasta la línea de precio.

A continuación revisaremos tres fórmulas para calcular el excedente del productor, desde el punto de vista de los costos.

### ▪ Fórmula 1) El excedente del productor es igual a los ingresos menos los costos variables

El área sombreada de la gráfica 2.2 muestra el excedente del productor de acuerdo con la Fórmula1, para calcularlo se realizan los siguientes pasos:

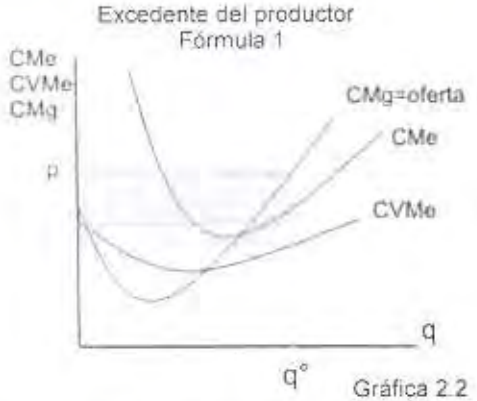
1)Planteamos una ecuación de beneficios:

**Beneficios =(p * q ) - Costo Total** [2.3]

El Costo Total es la suma de los costos variables y fijos, al sutituir la ecuación de costo total (CT = CV+CF), en la fórmula de beneficios, obtenemos la siguiente expresión:

**Beneficios= p* q - (CV+CF)** [2.4]

Finalmente, sumando en ambos lados de la expresión 2.5 los costos fijos, obtenemos la Fórmula 1. La expresión 2.5 tiene la utilidad de mostrar cual es el origen y la aplicación del excedente del productor.
**Fórmula 1: Beneficio + CF = excedentedelproductor = p*q - CV** [2.5]



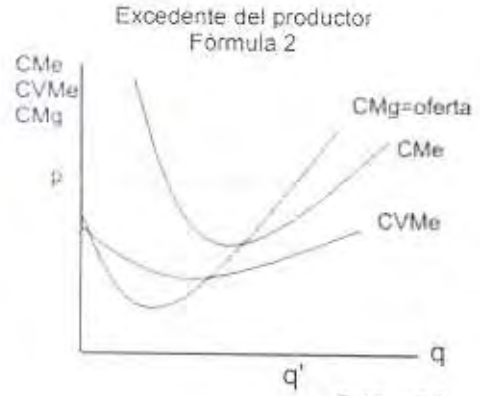
Gráfica 2.2

La diferencia entre las ventas y los costos variables se divide en: beneficios del productor y reposición de los costos fijos. De acuerdo a lo anterior, la permanencia en el largo plazo de la empresa y la obtención de beneficios, está relacionada con el excedente del productor.

- **Fórmula 2) El excedente del productor es igual a los ingresos menos el área bajo la curva de costo marginal.**

Los ingresos son iguales al precio por el nivel de producción. El área bajo la curva de costo marginal (**CMg**) se obtiene al calcular la intégral definida, de la ecuación de costo marginal, en el rango **q0** a **q'**.

Fórmula 2: $(p * q1) \int_{q^\circ}^{q1} Cmg\ (x)\ dx$

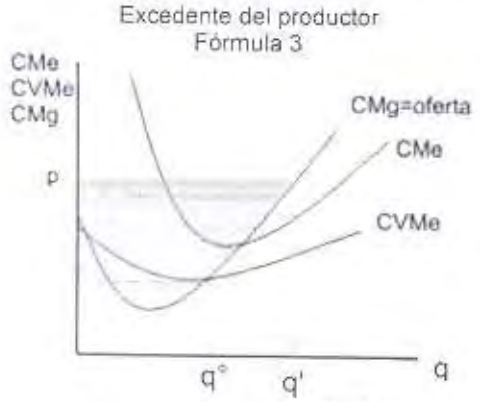



Gráfica 2.3

- **Fórmula 3) El excedente del productor es igual, al área a la izquierda de la curva de oferta, hasta la línea de precio.**

La expresión 2.7, calcula la intégral definida de la ecuación de costo marginal, en el rango **p0** a **p1**.

Fórmula 3: $\int_{p^\circ}^{p1} Cmg\ (p)\ dp$ [2.7]

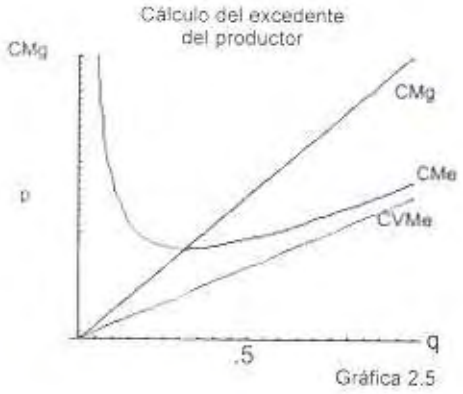



Gráfica 2.4

- **CÁLCULO DEL EXCEDENTE DEL PRODUCTOR**

A continuación asignamos nombre a los elementos que utilizaremos en éste ejemplo.
En la gráfica 2.5 se muestra el excedente del productor cuando **p0=10** y **q0=.5** unidades.

$$\text{ofertainversa} = 20\,q;\ \text{oferta} = \frac{p}{20};\ p0 = 10;\ q0 = .5;$$



Gráfica 2.5

La siguiente instrucción cálcula el excedente del productor, área sombrada de la gráfica 2.5. El primer término calcula los ingresos y el segundo el área bajo la curva de oferta en el rango **0** a **q0**.

$$EP = (p0 * q0) - \int_0^{q0} (\text{ofertainversa})\, dq$$

2.5

Calcular la integral definida de la curva de oferta, en el rango **0** a **p0**, es otra forma de obtener el resultado anterior.

$$EP = \int_0^{p0} \text{oferta}\, dp \,//\, N$$

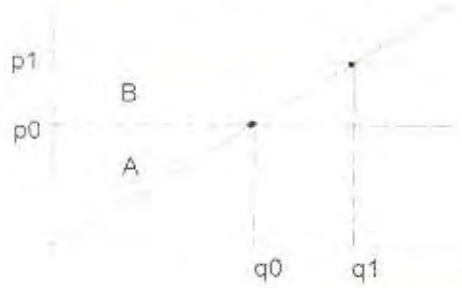
2.5

Ahora, suponemos que aumenta el precio de mercado de **p0** a **p1=15**, la cantidad ofrecida también aumenta de **q0** a **q1=.75** unidades.

$$p1 = 15;\ q1 = .75;$$

El cambio en el excedente del productor se representa por el área **B** la gráfica 2.6.

**Excedente del productor**




**Gráfica 2.6**

El cambio en el excedente del consumidor puede obtenerse al calcular la diferencia de su valor inicial y final.

La siguiente instrucción calcula el cambio en el excedente del productor por diferencia, el primer término calcula el valor final y el segundo el valor inicial.

$$B = \left( (p1 * q1) - \int_0^{q1} \text{ofertainversa}\, dq \right) - \left( (p0 * q0) - \int_0^{q0} \text{ofertainversa}\, dq \right)$$

3.125

El cálculo anterior se puede simplificar, si se calcula la integral definida de la ecuación de costo marginal (en términos del precio), en el rango de **$10** a **$15**.

$$B = \int_{p0}^{p1} \text{oferta}\, dp \,//\, N$$

3.125

# PARTE 2

# EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO

## PROCEDIMIENTO

La evaluación Costo-Beneficio se divide en dos secciones:

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

En ésta sección se identifica qué áreas representan los cambios en las medidas del bienestar:

**1)** Comenzar dibujando un diagrama de oferta y demanda que muestre los puntos de equilibrio, antes y después de la aplicación de la política.

**2)** Trazar líneas horizontales y verticales, desde los puntos de interés del diagrama hacia los ejes.

**3)** Etiquetar todas las áreas relevantes.

**4)** Identificar las áreas que representan los cambios en las medidas del bienestar y elaborar una tabla con ésta información.

**5)** Para obtener una solución gráfica se suman todas los cambios en las medidas del bienestar como indica la fórmula del cambio en el bienestar que plantemos en la introducción.

### SECCIÓN DE CÁLCULOS

Ésta sección se obtiene el valor de las áreas identificadas en el análisis gráfico, se subdivide en cinco partes a continuación se comenta que se realiza en cada una de ellas.

**1)**Ecuaciones de oferta y demanda:

Plantear y expresar las ecuaciones de oferta y demanda en términos de precio o cantidad y asignarles nombre.

**2)**Precios y Cantidades:

Calcular los puntos de intersección reelevantes entre las curvas de oferta y demanda, así como los precios y cantidades de referencia.

**3)**Variación de las medidas del bienestar:

Obtener el valor de los cambios en las medidas del bienestar de cada agente, de acuerdo al análisis gráfico.

**4)**Evaluación Costo-Beneficio:

Con la fórmula del bienestar y los valores obtenidos en el paso anterior se calcula el valor del cambio en el bienestar, el cual está expresado en unidades monetarias.

**5)**Comprobación:

Para corroborar el resultado obtenido, se calcula el área de la solución gráfica.

En todas las evaluaciones se ha asignado nombre a las ecuaciones, a los precios y a las cantidades de referencia, con el fin de facilitar la relación entre los comandos y el análisis gráfico.

## 3. DISTORSIONES EN EL MERCADO

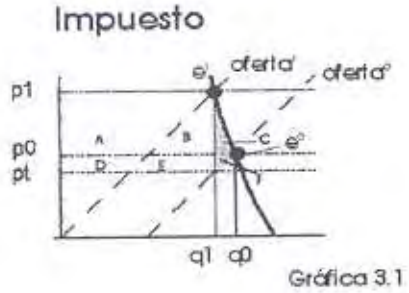
### ■ 3.1 APLICACIÓN DE UN IMPUESTO

#### ▪ SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Cuando se aplica un impuesto el precio que pagan los consumidores es mayor al precio que reciben los productores, la brecha entre éstos precios permite la recaudación de impuestos.

En la gráfica 3.1 el equilibrio inicial **(e°)** se modifica cuando se aplica el impuesto, desplazando la curva de oferta hacia la izquierda.
En el nuevo equilibrio **(e')** el precio que pagan los demandantes aumenta a **p1,** la cantidad demandada disminuye a **q1** y el precio que recibe el productor es menor al que paga el demandante **pt <p1.** Por cada unidad vendida el gobierno recauda ingresos por la diferencia entre **pt y p1.**

La recaudación de impuestos recae en consumidores y productores en diferentes proporciones debido a la traslación de impuestos. A medida que la curva de oferta es más elástica mayor será el impuesto que pagan los consumidores. En éste ejemplo, la traslación de impuestos hace que la recaudación se reparta de la siguiente manera: consumidores, área **(A+B)** y productores, área **(D+E).**



Gráfica 3.1

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

Evaluación Gráfica — Tabla 3-1

| | | |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | -(A+B+C) | -2.98 |
| ▲Excedente del productor | -(D+E+F) | -0.84 |
| ▲Ingresos del gobierno | (A+B+D+E) | 3.62 |
| ▲Bienestar | -(C+F) | -0.20 |

Con la la fórmula del cambio en el bienestar y la información de la tabla anterior, obtenemos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = -(A + B + C) - (D + E + F) + (A + B + D + E)

-C - F
```

## SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar.

```
Clear[▲EP, ▲EC, ▲Bienestar, p1, p0, q0, q1,
 ofertainv°, ofertainv', demandainv, demanda, oferta°]
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones de demanda, oferta final y oferta inicial, expresadas en su forma inversa.

$$\left\{\text{demandainv} = \frac{25.00376328`}{q^2},\ \text{ofertainv1} = 2q + 4,\ \text{ofertainv}^\circ = 2q + 2\right\};$$

Para reexpresar las ecuaciones anteriores en función del precio, despejamos de ellas **(q)**.

```
{Solve[demandainv == p, q], Solve[ofertainv° == p, q]}
```

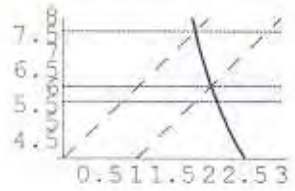
$$\left\{\left\{\left\{q \to -\frac{5.00038}{\sqrt{p}}\right\}, \left\{q \to \frac{5.00038}{\sqrt{p}}\right\}\right\}, \left\{\left\{q \to \frac{1}{2}(-2 + p)\right\}\right\}\right\}$$

Asignamos nombre a las ecuaciones obtenidas en el paso anterior.

$$\left\{\text{demanda} = -\frac{5.00038}{\sqrt{p}},\ \text{oferta}^\circ = \frac{1}{2}(-2 + p)\right\};$$

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó para el análisis gráfico.

```
Plot[{demandainv, ofertainv°, ofertainv1, 7.62, 6.06, 5.622},
 {q, 0, 3}, PlotRange → {4, 8}, PlotStyle →
  {Thickness[.015], Dashing[{.07}], Dashing[{.07}],
   Dashing[{.01}], Dashing[{.01}], Dashing[{.01}]}]
```




- Graphics -

### Precios y Cantidades

Las cantidades **q1 y q0** se obtienen al calcular, los puntos de intersección de la ecuación de demanda inversa con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{Solve[{demandainv == ofertainv1}, q],
  Solve[{demandainv == ofertainv°}, q]} // N
```

```
{{{q → -1.90558 - 1.80871 i}, {q → -1.90558 + 1.80871 i},
  {q → 1.81117}}, {{q → -1.51547 - 1.96444 i},
  {q → -1.51547 + 1.96444 i}, {q → 2.03095}}}
```

A continuación, asignamos nombre a los valores obtenidos en el paso anterior, **q0** y **q1**.
Sustituimos **q0** en la ecuación de demanda inversa, para obtener el precio **p0**.
Los precios **pt** y **p1**, se calculan sustituyendo **q1** en la ecuación demanda y oferta inicial.
La siguiente instrucción realiza un cálculo en cadena, los últimos tres elementos de la lista dependen de los dos primeros para ser ejecutados.

```
q0 = 2.0309467556526246`;
q1 = 1.8111676914267132`;
p0 = Block[{q = q0}, demandainv];
pt = Block[{q = q1}, demandainv];
p1 = Block[{q = q1}, ofertainv°];
```

### Variación del excedente del consumidor

El cambio en el excedente del consumidor, área **-(A+B+C)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **p0** a **pt**.

$$\blacktriangle EC = \int_{p0}^{pt} \text{demanda}\, dp$$

-2.98789

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor, área **-(D+E+F)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de oferta inicial, en el rango **p0** a **p1**.

$$\blacktriangle EP = \int_{p0}^{p1} (\text{oferta}^{\circ})\, dp$$

-0.844416

### Variación de los ingresos del gobierno

La recaudación de impuestos se obtiene al calcular el área **(A+B+D+E)**.

```
▲IngresosGobierno = (pt - p1) * q1
```

3.62234

### Evaluación Costo-Beneficio

Con la fórmula del cambio en el bienestar calculamos el efecto de la aplicación de un impuesto.

```
▲Bienestar = ▲EC + ▲EP + ▲IngresosGobierno
```

-0.209972

### Comprobación

Para verificar el resultado de la evaluación calculamos el valor de la solución gráfica. El área **-(C+F)**, se obtiene al calcular la diferencia entre, el área bajo la curva de demanda en el rango **q0** a **q1**, menos, el área bajo la curva de oferta inicial, en el mismo rango.

$$\left\{\int_{q0}^{q1} (\text{demandainv})\, dq - \int_{q0}^{q1} (\text{ofertainv}^{\circ})\, dq\right\}$$

```
{-0.20997}
```

### Observaciones

Debido a la traslación de impuestos, los impuestos que pagan los productores **(D+E)** son menores los que pagan los consumidores **(A+B)**. Además son los consumidores los que más bienestar pierden en éste ejemplo.

$$\{A + B = (pt - p0)\ q1\ ,\ D + E = (p0 - p1)\ q0\}$$

```
{2.82622, 0.892719}
```

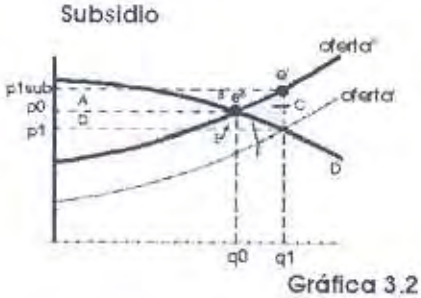
## ■ 3.2 OTORGAMIENTO DE UN SUBSIDIO

### ▪ SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Cuando se aplica un subsidio, el precio que pagan los consumidores es menor al precio que reciben los productores, por que el gobierno cubre esa brecha con una transferencia a los oferentes.

En la gráfica 3.2 el equilibrio inicial **(e°)** se modifica cuando se otorga el subsidio a los productores, desplazando la curva de oferta a la derecha.
En el nuevo equilibrio **(e')** el precio que pagan los consumidores disminuye a **p1**, la cantidad demandada aumenta a **q1** y el precio que recibe el productor es mayor al que correspondería a un mercado sin distorsionesa, **p1sub > p1**. El subsidio por cada unidad es igual a la diferencia entre el precio de demanda y el precio de oferta **(p1sub-p1)**.

El subsidio permite que aumenten los excedentes del consumidor y productor, lo que no necesariamente significa que ésta política incremente el bienestar social.




**Gráfica 3.2**

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

Evaluación Gráfica — Tabla 3-2

| | | |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | (D+E+F) | 2.22 |
| ▲Excedente del productor | (A+B) | 2.88 |
| ▲Ingresos del gobierno | -(A+B+C+D+E+F) | -5.66 |
| ▲Bienestar | -(C) | -0.56 |

Con la fórmula del bienestar y la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = (D + E + F) + (A + B) - (A + B + C + D + E + F)

-C
```

### ▪ SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar.

```
Clear[demandainversa, ofertainv°,
 ofertainv', ▲EC, ▲EP, ▲IngresosGobierno,
 ▲Bienestar, p0, p1, p1sub, demanda, oferta, p, q]
```

**Ecuaciones de oferta y demanda**

Asignamos nombre a las ecuaciones de: demanda; oferta inicial y oferta final. Expresadas forma inversa, es decir, en función de **q**.

```
{demandainversa = 12 - q^2,
  ofertainv° = q^2 + q + 6, ofertainv' = q^2 + q + 3};
```

Para reexpresar las ecuaciones inversas en función del precio, se despeja de ellas **q**.

```
{Solve[demandainversa == p, q], Solve[ofertainv° == p, q]}
```

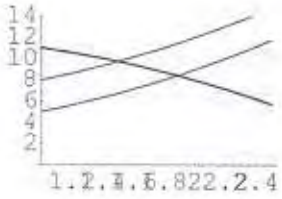
$$\left\{\left\{\left\{q \to -\sqrt{12-p}\right\}, \left\{q \to \sqrt{12-p}\right\}\right\},\ \left\{\left\{q \to \frac{1}{2}\left(-1-\sqrt{-23+4p}\right)\right\}, \left\{q \to \frac{1}{2}\left(-1+\sqrt{-23+4p}\right)\right\}\right\}\right\}$$

Asignamos nombre a las ecuaciones en términos de precio obtenidas en el paso anterior.

```
{demanda = -Sqrt[12 - p], oferta = 1/2 (-1 + Sqrt[-23 + 4 p])};
```

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó para el análisis gráfico.

```
Plot[{demandainversa, ofertainv°, ofertainv'},
 {q, 1, 2.5}, PlotRange → {0, 14}, PlotStyle →
  {Thickness[.012], Thickness[.008], Thickness[.008]}]
```




```
- Graphics -
```

## Precios y Cantidades

Las cantidades **q0 y q1** se obtienen al calcular los puntos de intersección de la ecuación de demanda inversa con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{Solve[demandainversa == ofertainv°, q],
 Solve[demandainversa == ofertainv', q] // N}
```

$$\left\{\{\{q \to -2\}, \left\{q \to \frac{3}{2}\right\}\}, \{\{q \to -2.386\}, \{q \to 1.886\}\}\right\}$$

A continuación, asignamos nombre a los valores obtenidos en el paso anterior **q0** y **q1**. Sustituimos **q0** en la ecuación de demanda inversa, para obtener el precio **p0**.
Los precios **p1sub** y **p1**, se calculan sustituyendo **q1** en las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.
La siguiente instrucción realiza un cálculo en cadena, los últimos tres elementos de la lista dependen de los dos primeros para poder ser ejecutados.

```
{q0 = 1.5, q1 = 1.886,
  p0 = Block[{q = q0}, demandainversa],
  p1sub = Block[{q = q1}, ofertainv°],
  p1 = Block[{q = q1}, ofertainv']};
```

### Variación del excedente del consumidor

Para calcular el cambio en el excedente del consumidor, área **(D+E+F)** , se calcula la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **p1** a **p0** .

```
ΔEC = ∫_p0^p1 demanda dp
```

2.22234

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor, área **(A+B)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de oferta inicial, en el rango **p0** a **p1sub**.

```
ΔEP = ∫_p0^p1sub (oferta) dp
```

2.87583

### Variación de los ingresos del gobierno

El otorgamiento del subsidio requiere una transferencia de recusos del gobierno a los productores, ésta transferencia representa un valor igual al área **(A+B+C+D+E+F)**,

```
▲IngresosGobierno = (plsub - pl) * ql

5.658
```

### Evaluación Costo-Beneficio

Con la fórmula del cambio en el bienestar calculamos el efecto del otorgamiento de un subsidio.

```
▲Bienestar = ▲EC + ▲EP - ▲IngresosGobierno

-0.559828
```

### Comprobación

Para verificar el resultado de la evaluación calculamos el valor de la solución gráfica.
El cálculo del área **-(C)**, consta de dos términos, el primero calcula el área bajo la curva de oferta inicial en el rango **q0** a **q1**, el segundo calcula el área bajo la curva de demanda, en el mismo rango.

$$\left\{\left\{\int_{q0}^{q1} (\text{demandainversa})\, dq - \int_{q0}^{q1} (\text{ofertainv}^{\circ})\, dq\right\}\right\}$$

```
{{-0.559828}}
```

## ■ 3.3 MONOPOLIO VS. COMPETENCIA PERFECTA

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Una empresa monopolista tiene poder de mercado para determinar con sus decisiones la cantidad ofrecida y el precio de mercado del bien que vende. En éste ejemplo, compararemos el bienestar entre un mercado en competencia perfecta y un mercado con monopolio.

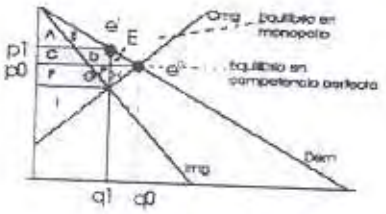
En un monopolio la forma de la curva de ingreso marginal es diferente a la de una empresa competitiva. Para el monopolista, el ingreso marginal es menor al precio de demanda y la pendiente de la curva de ingreso marginal es menor a la pendiente de la curva de demanda.
Al aumentar la cantidad ofrecida el ingreso marginal del monopolista se reduce, a diferencia de la empresa competitiva, el monopolista no puede vender todo a un precio.
La reducción en la cantidad vendida aumenta el ingreso marginal del monopolista, guiado por el criterio de maximización de beneficios **Cmg=Img**, el monopolista reducira su producción hasta el punto donde sus beneficios sean máximos, es decir, hasta que no haya mas reducciones adicionales en la cantidad ofrecida, que aumenten sus beneficios.

En éste ejemplo suponemos que el monopolista tiene la misma curva de costo marginal que una empresa competitiva.

La gráfica 3-3 ilustra el ejemplo, el punto de equilibrio de la empresa competitiva es **e°**, el equilibrio del monopolista es el punto **e'**, para el monopolista el ingreso marginal es menor al precio del mercado competitivo, el monopolista reduce la cantidad ofrecida para maximizar sus beneficios, lo que provoca un alza en el precio. El cambio en el precio provoca reducciones en los excedentes del consumidor y del productor competitivo, éstas reducciones permiten formar el excedente del monopolista.

En el punto **q1** el **Img** excede al **Cmg**, desde el punto de vista de una empresa competitiva, sería racional y eficiente producir más unidades adicionales, la ganancia social por producir **q0** es el área **E+H**. Desde el punto de vista del monopolio, reducir la oferta incrementa sus beneficios y producira solo hasta **q1**, en consecuencia la ganancia social **E+H** se pierde y se genera una pérdida de peso muerto.

**Monopolio y su efecto en el bienestar**




**Gráfica** 3.3

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | | Tabla 3-3 |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | -(C+D+E) | -1.25 |
| ▲Excedente del productor | -(F+G+H) | -1.88 |
| ▲Excedente del monopolista | C+D+F+G | 2.61 |
| ▲Bienestar | -(E+H) | -0.52 |

Con la fórmula del cambio en el bienestar y la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = -(C + D + E°) - (F + G + H) + (C + D + F + G)

-E° - H
```

## SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar .

```
Clear[demandainv, ofertainv, p0, p1, p2,
 q0, q1, demanda, ▲EC, ▲EP, ▲EM, ▲Bienestar]
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones de: oferta; demanda; ingreso marginal (img). Todas expresadas en su forma inversa.

$$\left\{\text{ofertainv} = 1 + \left(\frac{3}{4}\,q\right),\ \text{demandainv} = 5 - \left(\frac{1}{2}\,q\right),\ \text{img} = 5 - q\right\};$$

Para reexpresar las ecuaciones inversas en términos de precio, se despeja de ellas q.

```
{Solve[demandainv == p, q], Solve[ofertainv == p, q]}
```

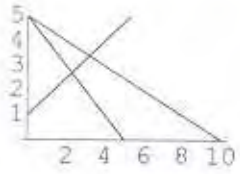
$$\left\{\{\{q \to -2\,(-5 + p)\}\},\ \left\{\left\{q \to \frac{4}{3}\,(-1 + p)\right\}\right\}\right\}$$

A continuación se asigna nombre a las ecuaciones de demanda y oferta, obtenidas en el paso anterior.

$$\left\{\text{demanda} = -2\,(-5 + p),\ \text{oferta} = \frac{4}{3}\,(-1 + p)\right\};$$

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó para el análisis gráfico.

```
Plot[{ofertainv, demandainv, img},
 {q, 0, 10}, PlotRange → {0, 5}]
```




```
- Graphics -
```

## Precios y Cantidades

Las cantidades **q0** y **q1** se obtienen al calcular los puntos de intersección de la ecuación de demanda inversa con la ecuaciones inversas de oferta inicial e ingreso marginal.

```
{Solve[demandainv == ofertainv, q] // N,
 Solve[ofertainv == img, q] // N}

{{{q → 3.2}}, {{q → 2.28571}}}
```

En la siguiente línea de entrada, asignamos los nombres **q0** y **q1** a los valores del resultado anterior. Sustituimos **q0** en la ecuación de demanda inversa para obtener el precio inicial **p0**. Los precios de referencia **p1** y **p2**, se calculan al sustituir **q1** en las ecuaciones de demanda e ingreso marginal. Con lo anterior, la siguiente instrucción realiza un cálculo en cadena, los últimos tres elementos de la lista dependen de los dos primeros para poder ser ejecutados.

```
{q0 = 3.2,
 q1 = 2.2857142857142856`,
 p0 = Block[{q = q0}, demandainv],
 p1 = Block[{q = q1}, demandainv],
 p2 = Block[{q = q1}, img]}

{3.2, 2.28571, 3.4, 3.85714, 2.71429}
```

## Variación del excedente del consumidor

El cambio en el excedente del consumidor, área **-(C)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **p1** a **p0**.

$$\Delta EC = \int_{p1}^{p0} (\text{demanda})\, dp$$

-1.25388

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor, área **-(F+G+H)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de oferta inicial, en el rango **p0** a **p2**.

$$\Delta EP = \int_{p0}^{p2} (\text{oferta})\, dp$$

-1.88082

### Variación del excedente del monopolista

El excedente del monopolista se obtiene al calcular el área **(C+D+F+G)**.

$$\Delta EM = (p1 - p2) * q1$$

2.61224

### Evaluación Costo-Beneficio

Con la fórmula del cambio en el bienestar calculamos el efecto de la introducción de un monopolio en un mercado competitivo.

$$\Delta Bienestar = \Delta EC + \Delta EP + \Delta EM$$

-0.522449

### Comprobación

Para verificar el resultado de la evaluación calculamos el valor de la solución gráfica.
La reducción en el bienestar provoca una pérdida de peso muerto, representada por el área **(E+H)**, la cual se calcula restando al área bajo la curva de demanda, el área bajo la curva de oferta, en el rango **q1** a **q0**

$$\int_{q0}^{q1} \text{demandainv}\, dq - \int_{q0}^{q1} \text{ofertainv}\, dq$$

-0.522449

## 4. INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

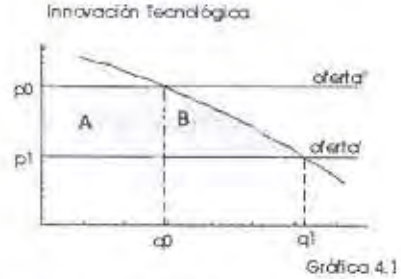
En esta sección revisaremos ejemplos en los cuales la actividad del gobierno se traduce en la provisión de una innovación tecnológica, examinaremos tres mercados con diferentes curvas de oferta;el primer caso con una curva de oferta perfectamente elástica, el segundo caso utiliza una curva de oferta perfectametne inelástica y el tercer caso con una curva de oferta con pendiente positiva. En este ejemplo no se consideran los gastos por el desarrollo de la tecnología o cualquier otro derivado de proporcionarla a los productores.

### ■ 4.1 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
**(en un mercado con curva de oferta perfectamente elástica)**

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Cuando una industria tiene una curva de oferta horizontal, significa que ofrece cualquier cantidad a un precio constante. En ésta situación, el precio de equilibrio depende de las condiciones de la oferta, por su parte, la cantidad de equilibrio depende de la curva de demanda.

En la gráfica 4.1, el equilibrio inicial **e°** se modifica por la introducción de la nueva tecnología, la curva de oferta se desplaza hacia abajo y aumenta la cantidad ofrecida de **q0** a **q1;** en el nuevo equilibrio **e'**, el precio disminuye de **p0** a **p1,** lo que permite un aumento en el excedente del consumidor. En éste ejemplo hay excedente del productor que calcular, lo que significa que para ésta industria, la diferencia entre los ingresos menos los costos variables es igual a cero.



Gráfica 4.1

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | | Tabla 4-1 |
|---|---|---|
| ▲excedente del consumidor | (A+B) | 7,849 |
| ▲Bienestar | | 7,849 |

En éste ejemplo el cambio en el bienestar es igual al cambio en el excedente del consumidor.

## SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar.

```
Clear[▲EP, ▲EC, ▲Bienestar, p1, p0, q0, q1, q, demandainv];
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a la ecuación de demanda inversa, las curvas de oferta tienen valores constantes, iguales a los precios **p1** y **p0**.

```
demandainv = -.1 q^3 + .2 q^2 + 8;
```

### Precios y Cantidades

Las cantidades **q1** y **q0** se obtienen al calcular los puntos de intersección de la curva de demanda con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{ Solve[demandainv == 6, q], Solve[demandainv == 4, q] }
```

```
{{{q → -0.784802 - 2.23315 i}, {q → -0.784802 + 2.23315 i},
  {q → 3.5696}}, {{q → -1.11634 - 2.86427 i},
  {q → -1.11634 + 2.86427 i}, {q → 4.23269}}}
```

Asignamos valores a los precios y cantidades calculados en el paso anterior.

```
{q0 = 3.5696, q1 = 4.2326869, p1 = 4, p0 = 6};
```

### Variación del excedente del consumidor

Para obtener el cambio en el excedente del consumidor, área ( **A+B** ), se calcula la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **q0** a **q1** .

```
▲EC =
(∫_0^q1 demandainv dq - (p1 * q1)) - (∫_0^q0 demandainv dq - (p0 * q0))
```

```
7.84944
```

### Evaluación del Bienestar

El cambio en el bienestar es igual al cambio en el excedente del consumidor.

```
▲Bienestar = ▲EC

7.84944
```

### Comprobación

Para revisar el resultado calculamos el valor del área **(A+B)**, la siguiente instrucción se forma de dos términos separados por llaves, el primer juego de llaves calcula el rectángulo **A**, el segundo juego de llaves calcula el triángulo **B**.

$$\{q0 * (p0 - p1)\} + \left\{\int_{q0}^{q1} \text{demandainv}\, dq - (p1 * (q1 - q0))\right\}$$

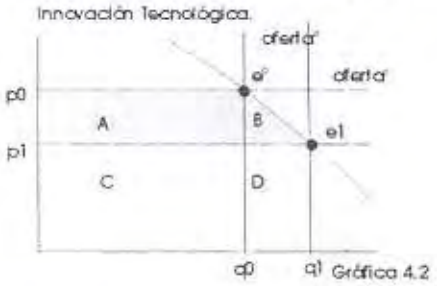
```
{7.84944}
```

## ■ 4.2 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
**(en un mercado con curva de oferta perfectamente inelástica)**

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Una curva de oferta vertical significa que la cantidad ofrecida es fija e independiente del precio, en este caso, la cantidad de equilibrio depende totalmente de las condiciones de oferta y el precio de equilibrio depende de las condiciones de la demanda.

En la gráfica 4.2, el equilibrio inicial **e°** se modifica por la introducción de la nueva tecnología, la curva de oferta se desplaza hacia la derecha, aumenta la cantidad ofrecida de **q0** a **q1**, y en el nuevo equilibrio **e'**, el precio de equilibrio disminuye de **p0** a **p1**.



Gráfica 4.2

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | | Tabla 4-2 |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | (A+B) | 4.08 |
| ▲Excedente del productor | (D-A) | -2.75 |
| ▲Bienestar | (B+D) | 1.33 |

Con la fórmula del cambio en el bienestar y la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = (A + B) + (C + D) - (A + C)

B + D
```

### SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar.

```
Clear[▲EP, ▲EC, ▲Bienestar, p1, p0, q0, q1]
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Utilizaremos la ecuación de demanda de la sección 4.1, las curvas de oferta tienen valores constantes e iguales a las cantidades **q0** y **q1** .

### Precios y Cantidades

En la siguiente instrucción asignamos los nombres **p0** y **p1** a los precios inicial y final. Sustituimos **p0** en la ecuación de demanda inversa para obtener la cantidad inicial **q0**. La cantidad **q1** se calcula sustituyendo **p1** en la ecuación de demanda inversa.

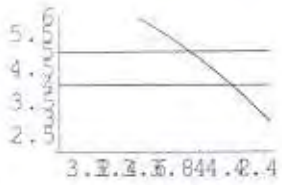
```
{p0 = 5, p1 = 4, Solve[demandainv == p0, q],
 Solve[demandainv == p1, q]}

{5, 4, {{q → -0.968119 - 2.58539 i}, {q → -0.968119 + 2.58539 i},
  {q → 3.93624}}, {{q → -1.11634 - 2.86427 i},
  {q → -1.11634 + 2.86427 i}, {q → 4.23269}}}
```

Asignamos nombre a los valores que corresponden a **q0** y **q1**, obtenidos en el resultado anterior.

```
{q0 = 3.9362375869427284`, q1 = 4.232686597248423`};
```

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó para el análisis gráfico.

```
Plot[{demandainv, 4, 5}, {q, 3., 4.5}, PlotRange → {2, 6}]
```




```
- Graphics -
```

### Variación del excedente del consumidor

El cambio en el excedente del consumidor, área **(A+B)**, se obtiene al calcular la diferencia entre su valor inicial y final. El primer paréntesis de la siguiente instrucción calcula el valor inicial, el segundo, calcula el valor final. En ambos casos el procedimiento es el mismo, calcular el área bajo la curva de demanda respecto al eje horizontal en el rango de interés y restarle el rectángulo de costo que le corresponde.

$$\Delta EC = \left(\int_0^{q1} demandainv\, dq - (q1 * p1)\right) - \left(\int_0^{q0} demandainv\, dq - (p0 * q0)\right)$$

4.08891

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor se representa por el área **(D-A)**, la siguiente instrucción calcula en el paréntesis de la derecha el área **D** y en el paréntesis de la izquierda el área **A**.

```
ΔEP = (p1 * (q1 - q0)) - ((p0 - p1) * q0)
```

-2.75044

### Evaluación Costo Beneficio

Con la fórmula del bienestar, calculamos el efecto que tiene la introducción de una innovación tecnológica en un mercado con curva de oferta inelástica .

```
ΔBienestar = ΔEC + ΔEP
```

1.33847

### Comprobación

De acuerdo con el análisis gráfico, el área solución **(B+D)** se ubica entre las dos curvas de oferta y bajo la línea de precio, para obtenerla se calcula la integral definida de la curva de demanda en el rango **q0** a **q1**.

$$\int_{q0}^{q1} demandainv\, dq$$

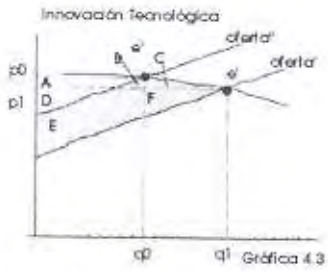
1.33847

## ■ 4.3 INNOVACIÓN TECNÓLOGICA
**(en un mercado con curva de oferta con pendiente positiva)**

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

La gráfica 4-3 muestra el análisis gráfico del efecto de un aumento en la tecnología con curvas de oferta con pendiente positiva.

Cuando el aumento de la tecnología reduce los costos de producción, la oferta aumenta y el precio disminuye, lo anterior permite un aumento en el excedente del consumidor, el excedente del productor también aumenta.



Gráfica 4.3

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

Evaluación Gráfica — Tabla 4-3

| | | |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | (A+B+C) | 1.31 |
| ▲Excedente del productor | (E+F-A) | 3.44 |
| ▲Bienestar | (B+C+E+F) | 4.76 |

Con la fórmula del cambio en el bienestar y la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = (A + B + C) + (D + E° + F) - (A + D)

B + C + E° + F
```

### SECCIÓN DE CÁLCULOS

Limpiamos las variables a utilizar.

```
Clear[▲EP, ▲EC, ▲Bienestar, p1, p0, q0, q1, oferta°, oferta1];
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones de oferta inicial y oferta final, expresadas en forma inversa. La ecuación de demanda es la misma para los tres ejemplos de innovación tecnológica.

```
{oferta° = 2 q + 4, oferta1 = 2 q + 2};
```

### Precios y Cantidades

Las cantidades **q1** y **q0** se obtienen al calcular la intersección de la ecuación de demanda inversa con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{{Solve[demandainv == oferta°, q]},
 {Solve[demandainv == oferta1, q]}}

{{{q → 1.05071 × 10^-26 - 4.47214 i},
   {q → 1.05071 × 10^-26 + 4.47214 i}, {q → 2.}}},
 {{{q → -0.364354 - 4.67501 i},
   {q → -0.364354 + 4.67501 i}, {q → 2.72871}}}}
```

En la siguiente instrucción, asignamos los nombres **q0** y **q1** a los valores del resultado anterior. Sustituimos **q0** en la ecuación de demanda inversa, para obtener el precio inicial **p0**. El precio **p1**, se calculan sustituyendo **q1** en las ecuaciones demanda inversa.

```
{q0 = 2, q1 = 2.72871, p0 = Block[{q = q0}, demandainv],
 p1 = Block[{q = q1}, demandainv]}

{2, 2.72871, 8., 7.45741}
```

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó para el análisis gráfico.

```
Plot[{oferta°, oferta1, demandainv},
 {q, 1, 3.5}, PlotRange → {0, 9}]
```

```
- Graphics -
```

### Variación del excedente del consumidor

El cambio en el excedente del consumidor es el área **(A+B)**. Calcularemos el valor final (izquierda) e inicial (derecha) del excedente del consumidor y por diferencia obtenemos su variación.

$$\blacktriangle EC = \left(\int_0^{q1} \text{demandainv}\, dq - (p1 * q1)\right) - \left(\int_0^{q0} \text{demandainv}\, dq - (p0 * q0)\right)$$

1.31572

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor, es el área **(E+F-A)**. El primer término de la siguiente instrucción, calcula el valor final, el segundo término el valor inicial.

$$\blacktriangle EP = \left((p1 * q1) - \int_0^{q1} \text{ofertal}\, dq\right) - \left((p0 * q0) - \int_0^{q0} \text{oferta}^{\circ}\, dq\right)$$

3.44584

### Evaluación Costo-Beneficio

Con la fórmula del bienestar, calculamos el efecto que tiene la introducción de una innovación tecnológica en un mercado con curva de oferta con pendiente positiva.

$$\blacktriangle \text{Bienestar} = \blacktriangle EC + \blacktriangle EP$$

4.76155

Para corroborara el resultado obtenemos el valor de la solución gráfica **(B+C+E+F)** de la siguiente forma:
En el primer paréntesis obtiene al área **(B+E)**, se obtiene al calcular el área bajo la curva de oferta inicial en el rango **0** a **q0**, menos, el área bajo la curva de oferta final en el mismo rango.
El segundo paréntesis obtiene el área **(C+F)**, se obtiene al calcular el área bajo la curva de demanda, en el rango **q0** a **q1**, menos, el área bajo la curva de oferta final en el mismo rango.

$$\left(\int_0^{q0} \text{oferta}^{\circ}\, dq - \int_0^{q0} \text{oferta1}\, dq\right) + \left(\int_{q0}^{q1} \text{demandainv}\, dq - \int_{q0}^{q1} \text{oferta1}\, dq\right)$$

4.76155

## Observaciones

En resumen cuando se implementa una innovación tecnológica, el beneficio puede ser medido por el área entre la curva de oferta inicial y final que se encuentra por debajo de la curva de demanda.

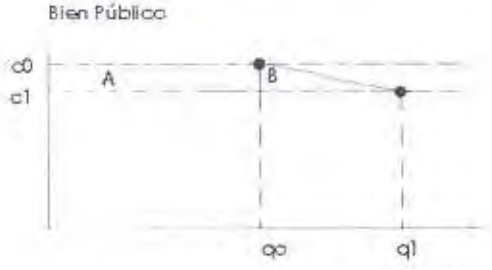
## 5. BIENES PÚBLICOS

El gobierno provee de diferentes bienes a la sociedad, algunos de ellos no son comercializados por el sector privado y no tienen un precio de mercado. Un bien público es aquel que puede ser consumido por muchos individuos simultáneamente, por ejemplo, las carreteras, la seguridad pública o la conservación de las reservas naturales.

Los cambios de precio provocan variaciones en las medidas del bienestar, en el caso de un bien público al no existir un precio de mercado de referencia, se requiere obtener estimaciones de cantidades y precios que sirvan para poder realizar una evaluación.

En éste ejemplo comentaremos, en términos muy generales, la problemática que plantea la evaluación de cambio en el bienestar cuando tiene lugar la construcción de una carretera para remodelar un camino. Se espera que al construir la carretera el costo por viaje se reduzca, para cuantificar éste cambio se puede utilizar la reducción del costo del consumo de combustible, por ejemplo.

En la etapa previa a la construcción, la información de que dispone es: una estimación del tráfico en el camino(**q0**) y una estimación del costo del consumo promedio de combustible (**c0**).
La gráfica 5 ilustra el ejemplo.Cabe mencionar que los costos de construcción de la carretera no se consideran en este ejemplo.




Gráfica 5

El costo del consumo de combustible se reduce (**c1**), y el tráfico en la carretera aumenta, la estimación del tráfico que tendra la nueva carretera, puede hacerse mediante encuestas a los usuarios potenciales (**q1**) o mediante mediciones de trafico.

El cambio en el consumo de combustible y el aumento del tráfico provocan un aumento en el excedente del consumidor, área **A+B**.
El área **A**, representa la reducción en el costo de consumo de combustible, para los usuarios que normalmente utilizan el camino. El área **B**, representa el aumento en el tráfico por parte de nuevos usuarios.

Una vez cuantificado el beneficio para el consumidor, no podriamos utilizar los costos de construcción de la carretera para hacer una evaluación costo-beneficio. Debido a que son variables cualitativamente distintas, aunque ambas se expresen en pesos, lo anterior es un ejemplo de cómo no se debe hacer una evaluación con un enfoque microeconomico.
También es útil recordar que los ingresos del gobierno sólo se incluyen cuando afectan el equilibrio entre las las curvas de oferta y demanda.

## 6. REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN IMPUESTO

En 1920 Pigou publicó su libro llamado "La economía del bienestar", en él discutió acerca de la contaminación del ambiente provocada por los procesos productivos y su efecto en el bienestar. La descarga de desechos en los ríos y el humo de las fábricas son de los ejemplos más comunes de contaminación ambiental.

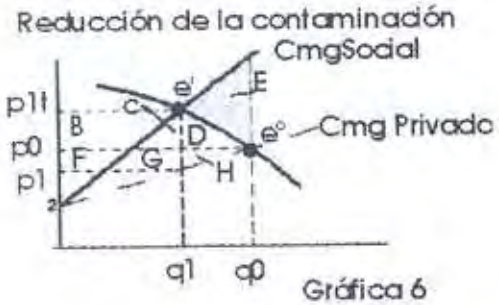
Pigou distinguió entre el costo social y el costo privado de la contaminación, propuso que los gobiernos apliquen un impuesto a las empresas contaminantes. Lo que se pretende con la aplicación del impuesto es generar un nuevo equilibrio en el mercado que obligue al productor a reducir su actividad económica y con ella la contaminación.

La diferencia entre las pendientes de las curvas de costo marginal social y costo marginal empresarial, permite estimar el valor que representa para la sociedad la reducción de la contaminación.

Al aplicar un impuesto se genera una pérdida de peso muerto, en éstas circunstancias no representa necesariamente una pérdida de bienestar para la sociedad. Destinar los impuestos recaudados a investigación tecnológica que promueva una mejor coexistencia entre el medio ambiente y la empresa, representaría la búsqueda de una solución cualitativa al problema de la contaminación. Sin embargo, para eliminar por completo la contaminación se tendría que eliminar la producción del bien y se eliminarían los beneficios obtenidos por consumidores y productores relacionados con la producción del mismo.

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

La gráfica 6 muestra el equilibrio inicial **(e°)**, el cual se modifica cuando el gobiero aplica el impuesto con la intención de reducir la contaminación. En el nuevo equilibrio **(e')** tiene lugar en la intersección de la curva de demanda con la curva de costo marginal social (CmgSocial), el precio que pagan los consumidores aumenta de **p0** a **p1t**, y la demanda disminuye.
El precio que reciben los productores cuando se aplica el impuesto, se reduce de **p0** a **p1**. La racionalidad del productor y el criterio de maximización de beneficios, provocan que la reducción del ingreso marginal genere una reducción en el nivel de producción y al mismo tiempo se logra reducir la contaminación. Los excedentes del consumidor y productor disminuyen; la recaudación de impuestos aumenta los ingresos del gobierno.



Gráfica 6

Además de las medidas del bienestar mencionadas, existe un valor externo, representado por el área **(E+D+H)**, el cual se obtiene al calcular la diferencia entre el costo marginal social y el costo marginal

privado, en el rango **q0** a **q1**. Este valor externo expresa en unidades monetarias la reducción de la contaminación.

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | | Tabla 6 |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | -(B+C+D) | -14.350 |
| ▲Excedente del productor | -(F+G+H) | -7.08 |
| ▲Ingresos del gobierno | (B+C+F+G) | 16.62 |
| ▲Externalidades | (E+D+H) | 11.8 |
| ▲Bienestar | E | 6.96 |

Con la fórmula del bienestar y la información de la tabla calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = - (B + C + D) - (F + G + H) + (B + C + F + G) + (E° + D + H)

E°
```

## SECCIÓN DE CÁLCULOS

Iniciamos limpiando las variables a utilizar .

```
Clear[demandainversa, CmgSocial, CmgPrivado, x,
 ▲EC0, ▲EP0, ▲Bienestar, p1, p0, q1, q0, p1t, ▲EC, ▲EP,
 ▲IngresosGobierno, ▲Externalidades, A, B, C, D, E°, F, G, H]
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones de:demanda; costo marginal social (CmgSocial) y costo marginal privado(CmgPrivado). Todas expresadas en forma inversa, es decir, en función de **q**.

```
demandainversa = -.04 q^2 - .01 q + 8;
CmgSocial = .8 q + 2;
CmgPrivado = .3 q + 2;
```

Para reexpresar las ecuaciones inversas en función del precio, se despeja de ellas el **q**.

```
{Solve[demandainversa == p, q], Solve[CmgPrivado == p, q]}

{{{q → 12.5 (-0.01 - 0.4 √(8.00063 - 1. p))},
  {q → 12.5 (-0.01 + 0.4 √(8.00063 - 1. p))}},
 {{q → 3.33333 (-2. + 1. p)}}}
```

La siguiente instrucción asigna nombre a las ecuaciones obtenidas en el paso anterior.

```
demanda = 12.5` (-0.01` + 0.4` √(8.000625` - 1.` p));
oferta = 3.3333333333333335` (-2.` + 1.` p);
```

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó en el análisis gráfico.

```
Plot[{demandainversa, CmgSocial, CmgPrivado, 6.6, 4.69, 3.72},
 {q, 1, 13}, PlotRange → {3, 9}, PlotStyle →
  {Thickness[.009], Dashing[{.09}], Thickness[.009],
   Dashing[{.02}], Dashing[{.02}], Dashing[{.02}]}]
```

### Precios y Cantidades

Las cantidades **q1** y **q0** se obtienen al calcular los punstos de intersección de la ecuación inversa de demanda con las ecuaciones costo marginal social(CmgSocial) y costo marginal privado(CmgPrivado).

```
{{Solve[demandainversa == CmgSocial, q]} // N,
 {Solve[demandainversa == CmgPrivado, q]} // N}

{{{{q → -26.0157}, {q → 5.76574}}},
 {{{q → -16.7208}, {q → 8.97084}}}}
```

A continuación, asignamos nombre a los valores obtenidos en el paso anterior **q0** y **q1**.
Sustituimos **q0** en la ecuación de costo marginal privado, para obtener el precio inicial **p0**. Los precios de **pt** y **p1**, se calculan al sustituir **q1** en las ecuaciones costo marginal social y costo marginal privado. La siguiente instrucción realiza un cálculo en cadena sin desplegar resultados, los últimos tres elementos de la lista dependen de los dos primeros para poder ser ejecutados.

```
q1 = 5.76574022819579`; q0 = 8.970840766567209`;
p0 = Block[{q = q0}, CmgPrivado];
p1t = Block[{q = q1}, CmgSocial];
p1 = Block[{q = q1}, CmgPrivado];
```

### Variación del excedente del consumidor

Para calcular el cambio en el excedente del consumidor, área **-(B+C+D)**, se calcula la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **p1t a p0.**

$$\Delta EC = \int_{p1t}^{p0} (\text{demanda})\, dp$$

-14.3765

### Variación del excedente del productor

Para calcular el excedente del productor, área **-( F+G+H),** se calcula la integral definida de la ecuación de oferta inicial, en el rango **p0** a **p1**.

$$\Delta EP = \int_{p0}^{p1} \text{oferta}\, dp$$

-7.08483

### Variación de los ingresos del Gobierno

Los ingresos que obtiene el gobierno por la recaudación de impuestos ,área **B+C+F+G,** se calculan al multiplicar la diferencia entre el precio **p1t** y **p1** por la cantidad **q1**.

```
ΔIngresosGobierno = (p1t - p1) * q1
```

16.6219

### Externalidades

El beneficio obtenido por la reducción de la contaminación, área **(E+D+H)**, se obtiene al calcular el área bajo la curva de costo marginal social, en el rango **q1** a **q0,** y restarle el área bajo la curva de costo marginal privado en el mismo rango.

$$\text{▲Externalidades} = \left(\int_{q1}^{q0} (\text{CmgSocial})\, dq\right) - \left(\int_{q1}^{q0} (\text{CmgPrivado})\, dq\right)$$

11.8081

## Evaluación del Bienestar

Calculamos el cambio en el bienestar cuando reducimos la contaminación aplicando un impuesto.

```
▲Bienestar = ▲EC + ▲EP + ▲IngresosGobierno + ▲Externalidades
```

6.96861

## Comprobación

La solución gráfica, área **E**, se calcula al restar el área bajo la curva de costo marginal social,menos, el área bajo de la curva de demanda, ambas en el rango **q1** a **q0**.

$$\int_{q1}^{q0} \text{CmgSocial}\, dq - \int_{q1}^{q0} \text{demandainversa}\, dq$$

6.96861

## Observaciones

El objetivo de aplicar el impuesto es el reducir el impacto ambiental provocado por la actividad de los productores, en éste sentido llaman la atención los siguientes puntos.

Primero.La traslación de impuestos, en este ejemplo, provoca que el impuesto que pagan los consumidores **(B+C)** sea mayor al que pagan los productores **(F+G)**.

La siguiente instrucción calcula el valor de las áreas **B+C** y **F+G**.

```
{B + C = (p1t - p0) * q1, F + G = (p0 - p1) * q1}
```

{11.0779, 5.54393}

Segundo. El excedente del consumidor registra una disminución mayor al excedente del productor. Es la contaminación que genera la actividad de los productores la que se quiere reducir, entonces, ¿Es justo que los consumidores absorban una mayor parte del impuesto?. Las respuestas pueden ser diversas.No debe perderse de vista que la evaluación se enfoca a la sociedad como un todo, en estos términos, ésta política pública representa un aumento en el bienestar.

## 7. ESTABILIZACIÓN DE PRECIO A TRAVÉS DEL AMORTIGUAMIENTO DE EXISTENCIAS

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Los precios de los productos agrícolas pueden verse afectados por fenómenos climáticos o por el cambio de las estaciones del año. En éste ejemplo suponemos que un ciclo de cultivo se conforma de dos periodos: un periodo de cosecha abundante y otro de cosecha escasa. El precio baja cuando la cosecha es abundante y sube cuando es escasa.

Con el objetivo de evitar fluctuaciones y mantener el precio a un nivel intermedio a lo largo del ciclo de cosecha, el gobierno aplica una política de estabilización de precio. Para ello se requiere de una dependencia que transfiera las existencias excedentes del periodo de cosecha abundante al periodo de cosecha escasa.

Los gastos por comprar los excedentes y los ingresos por venta deben ser iguales, de manera que la variación en los ingresos del gobierno, al final del ciclo sea cero. En este ejemplo, no se consideran los gastos de operación de la dependencia almacenadora de existencias.

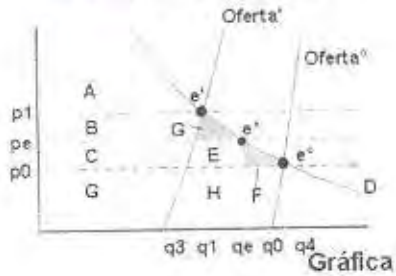
Para evaluar el efecto en el bienestar social que provoca la estabilización de precio compararemos el cambio en el bienestar en dos ciclos de cultivo, antes y después de la estabilización de precio, la diferencia entre estos dos valores nos dará el balance final.

### CICLO DE CULTIVO INICIAL

(Sin estabilización de precio)

El equilibrio inicial, **e°**, corresponde a un periodo de cosecha abundante.Cuando el clima es menos favorable la cosecha se vuelve escasa, la curva de oferta se desplaza a la izquierda, el precio aumenta y el equilibrio cambia al punto **e'**. A lo largo del ciclo, la oferta y demanda determinan las variaciones en el precio y las cantidades de equilibrio. Las variaciones en los excedentes del consumidor y productor se muestran en la tabla 7.

**Estabilización de precio**




Gráfica 7

| Evaluación Gráfica | | Tabla 7-1 |
|---|---|---|
| Ciclo de cultivo inicial | | |
| ▲Excedente del consumidor | 2A+B+C+D+E | 4.90 |
| ▲Excedente del productor | B+D+2G+H | 7.70 |
| ▲Bienestar0 | 2 A + 2 B + C + 2 D + E + 2 G + H | 12.61 |

Con la fórmula del bienestar y la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
Bienestar° = (2 A + B + C + D + E°) + (B + D + 2 G + H)

2 A + 2 B + C + 2 D + E° + 2 G + H
```

Utilizamos E° en lugar de la letra E, por que Mathematica tiene reservada esa letra para el logaritmo exponencial.

## CICLO DE CULTIVO
## CON POLÍTICA DE ESTABILIZACIÓN

Cuando entra en operación la estabilización de precio, la dependencia almacenadora de existencias, calcula el punto medio (**qe**) entre las cantidades de equilibrio **q0 y q1** y así determinar el precio de estabilización (**pe**).

En el periodo de cosecha abundante, la agencia eleva la cantidad demandada por encima del cruce entre la curva de oferta° y demanda.
De ésta manera la agencia aumenta el precio de compra de **p0 a pe,** en respuesta, los productores aumentan la oferta de **q0 a q4.**

En el período de cosecha escasa, la dependencia transfiere al mercado las existencias excedentes.
Al precio **pe**, los productores sólo ofrecen la cantidad **q3.** La brecha entre **q3** y **qe** la cubre la dependencia al vender los excedentes del periodo anterior. En consecuencia, el precio en el nuevo equilibrio se reduce de **p1** a **pe.**

Para el consumidor la oferta **(qe)** y el precio **(pe),** son constantes a lo largo del ciclo de cosecha, de manera que el excedente del consumidor mantiene el mismo.

La tabla 8-2 muestra el detalle de las variaciones en las medidas del bienestar de consumidores y productores, en presencia de la política de estabilización.

Evaluación Gráfica

Tabla 7-2

Ciclo de cultivo con precio estabilizado

| | | |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | 2(A+B+C) | 4.92 |
| ▲Excedente del productor | 2D+E+F+2G+H | 7.75 |
| ▲Bienestar1 | 2 A + 2 B + 2 C + 2 D + E + F + 2 G + H | 12.68 |
| ▲Bienestar final | C+F | 0.070 |

Con la fórmula del cambio en el bienestar y con la información de la tabla anterior calculamos la solución gráfica.

```
Bienestar' = 2 A + 2 B + 2 C + (2 D + E° + F + 2 G + H)
```

```
2 A + 2 B + 2 C + 2 D + E° + F + 2 G + H
```

El cambio neto en el bienestar social, en términos gráficos, se calcula con la siguiente instrucción.

```
▲Bienestar = Bienestar' - Bienestar°
```

```
C + F
```

## SECCIÓNES DE CÁLCULO

Comenzaremos calculando todos los precios y cantidades de referencia, posteriormente comenzaremos a dividir la evaluación de acuerdo al ciclo que corresponden.
Iniciamos limpiando las variables a utilizar

```
Clear[demanda, oferta°, oferta', demandainv, ofertainv°,
  ofertainv', a, b , ▲EC0, ▲EC1, ▲EP0, ▲EP1, ▲IngresosGobierno,
  ▲Bienestar0, ▲Bienestar1, p1, p0, q1, q0, q3, q4, pe, qe];
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones inversas de oferta inicial, oferta final y demanda.

$$\left\{\text{demandainv} = \frac{4.1959^{\cdot}\ 1^{1/3}}{q^{1/3}} + 4,\ \text{ofertainv}^{\circ} = 2\,q^{5/2} + 2,\ \text{ofertainv}' = 2\,q^{5/2} + 6\right\};$$

```
{Solve[demandainv == ofertainv°, q],
 Solve[demandainv == ofertainv', q]}

{{{q → -0.996754 - 1.0904 i}, {q → -0.996754 + 1.0904 i},
  {q → 1.51531}}, {{q → -0.525896 - 1.01072 i},
  {q → -0.525896 + 1.01072 i}, {q → 1.03021}}}
```

En la siguiente línea de entrada asignamos nombres a **q0** y **q1**, obtenidos en el paso anterior. Sustituimos **q0** en la ecuación de **oferta°** inversa para obtener el precio inicial **p0**. El precio **p1** se calculan sustituyendo **q1** en las ecuaciones oferta' final.

```
{q1 = 1.0302083521437617`, q0 = 1.5153108045759793`,
 p0 = Block[{q = q0}, ofertainv°],
 p1 = Block[{q = q1}, ofertainv']}

{1.03021, 1.51531, 7.65307, 8.15448}
```

Se requiere que los ingresos por comprar y vender las existencias excedentes sean iguales a cero. La cantidad de equilibrio **qe**, se obtiene al calcular el punto medio entre las cantidades de equilibrio inicial y final ( primer término de la siguiente instrucción). En el segundo término de la instrucción se calcula el precio de equilibrio al sufituir **qe** en la ecuación de demanda inversa.

```
qe = ((q0 - q1) / 2) + q1; pe = Block[{q = qe}, demandainv];
```

El precio de estabilización **(pe)** no es el punto medio de los precios de equilibrio inicial y final, calcularlo de esa manera no permite que los ingresos y gastos por venta sean iguales a cero al final del ciclo.

Las cantidades de equilibrio cambian cuando se aplica la estabilización de precio, enseguida calculamos las nuevas cantidades sustituyendo **pe** en las ecuaciones de oferta.

```
{Solve[pe == ofertainv°, q], Solve[pe == ofertainv', q]}

{{{q → 1.53849}}, {{q → 0.973843}}}
```

```
q4 = 1.5384934367329097`; q3 = 0.9738433311352006`;
```

## CICLO DE CULTIVO INICIAL

### Variación del excedente del consumidor

(Sin estabilización de precio)

La suma de los valores del excedente del consumidor en los periodos de cosecha abundante **(A+B+C+-D+E)** y escasa **(A)**, nos indican cual es el cambio de ésta medida a lo largo del ciclo..

Para reexpresar las ecuaciones inversas de demanda y oferta en términos de precio, se despeja de ellas **q**.

```
{Solve[p == demandainv, q],
 Solve[p == ofertainv', q], Solve[p == ofertainv°, q]}
```

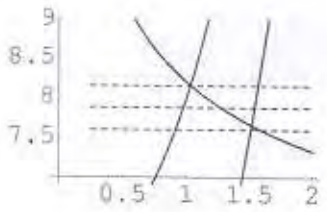
$$\left\{\left\{q \to -\frac{73.8712}{(4.-1.p)^3}\right\}, \left\{\left\{q \to \frac{(-6+p)^{2/5}}{2^{2/5}}\right\}\right\}, \left\{\left\{q \to \frac{(-2+p)^{2/5}}{2^{2/5}}\right\}\right\}\right\}$$

La siguiente instrucción asigna nombre a las ecuaciones de demanda y oferta, obtenidas en el paso anterior.

```
{demanda = -73.871239737079` / (4.` - 1.` p)^3,
 oferta' = (-6 + p)^(2/5) / 2^(2/5), oferta° = (-2 + p)^(2/5) / 2^(2/5)};
```

La siguiente instrucción grafica la curva de demanda y las dos curvas de oferta. La instrucción ajusta el eje horizontal y el vertical para visualizar el detalle del cambio en el precio.

```
Plot[{demandainv, 2 q^(5/2) + 6, ofertainv°, 7.6, 8.15, 7.87},
 {q, .25, 2}, PlotRange → {6.9, 9}, PlotStyle →
  {Thickness[.009], Thickness[.009], Thickness[.009],
   Dashing[{.02}], Dashing[{.02}], Dashing[{.02}]}]
```




- Graphics -

## Precios y Cantidades

Las cantidades **q1** y **q0** se obtienen al calcular los puntos de intersección de la ecuación inversa de demanda con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

$$\blacktriangle EC0 = \left(\int_0^{q0} \text{demandainv}\, dq - (q0 * p0)\right) + \left(\int_0^{q1} \text{demandainv}\, dq - (q1 * p1)\right)$$

4.90776

**Variación del excedente del productor**
(Sin estabilización de precio)

La suma de los valores del excedente del productor en los periodos de cosecha abundante **(G+H)** y escasa **(B+D+G)**, nos indican cual es el cambio de ésta medida a lo largo del ciclo.

$$\blacktriangle EP0 = \left((p0 * q0) - \int_0^{q0} \text{ofertainv}^{\circ}\, dq\right) + \left((p1 * q1) - \int_0^{q1} (\text{ofertainv}')\, dq\right)$$

7.70409

**Evaluación Costo-Beneficio**
(Sin estabilización de precio)

A continuación se calcula el cambio en el bienestar en el ciclo de cosecha sin política de estabilización.

$$\blacktriangle Bienestar0 = \blacktriangle EP0 + \blacktriangle EC0$$

12.6118

## CICLO DE CULTIVO CON ESTABILIZACIÓN DE PRECIO

En ésta sección suponemos que el precio se ha estabilizado y que la agencia almacenadora de existencias se encuentra en operación.

**Variación del excedente del consumidor**

La suma de los valores del excedente del consumidor en los periodos de cosecha abundante **(A+B+C)** y escasa **(A+B+C)**, nos indican cual es el cambio de ésta medida a lo largo del ciclo.

$$\blacktriangle EC1 = \left(\int_0^{qe} (\text{demandainv})\, dq - (qe * pe)\right) * 2$$

4.92783

### Variación del excedente del productor

La suma de los valores del excedente del productor en los periodos de cosecha abundante **(D+E+F+-G+H)** y escasa **(D+G)**, nos indican cual es el cambio de ésta medida a lo largo del ciclo.

$$\text{▲EP1} = (q4 * pe) - \int_0^{q4} \text{ofertainv}^{\circ}\, dq + (q3 * pe) - \int_0^{q3} \text{ofertainv}'\, dq$$

7.75464

### Variación de los ingresos del Gobierno

Al transferir las existencias excedentes de un periodo de abundancia a uno de escasez, el saldo de los ingresos del gobierno debe ser cero.El primer paréntesis de la instrucción calcula los gastos del gobierno por comprar las existencias. El segundo paréntesis, cacula los ingresos por vender las existencias excedentes.

```
▲IngresosGobierno = ((q0 - qe) * pe) - ((qe - q1) * pe)
```

$1.77636 \times 10^{-15}$

### Evaluación del Bienestar

Con la fórmula del bienestar calculamos la variación en el bienestar cuando se aplica la política de estabilización de precio.

```
▲Bienestar1 = ▲EC1 + ▲EP1 + ▲IngresosGobierno
```

12.6825

### EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO
### BALANCE FINAL

Para obtener el cambio en el bienestar que induce la politica de estabilización de precio realizamos la siguiente operación.

```
▲Bienestarfinal = ▲Bienestar1 - ▲Bienestar0
```

0.0706271

Suponiendo que las cantidades demandas se expresan en cientos de miles de toneladas y los precios en pesos. La variación en el bienestar que provoca la estabilización de precio es de $7,062,710 pesos.

### Comprobación

La solución gráfica, área **C+F,** se obtiene en la siguiente instrucción .

En el primer término de la instrucción se calcula el área, **C,** se obtiene al calcular la diferencia entre el área a la izquierda de la curva de demanda en el rango **pe a p1** y el área a la izquierda de la curva de oferta final, en el mismo rango.
En el segundo término de la instrucción se obtiene calcula el área **F,** para ello se calcula la integral definida de las ecuaciónes de demanda y oferta°, en el rango **p0 a pe** y se obtiene la diferencia.

$$\left(\int_{pe}^{p1} \text{demanda}\, dp - \int_{pe}^{p1} \text{oferta}'\, dp\right) + \left(\int_{p0}^{pe} \text{oferta}^{\circ}\, dp - \int_{p0}^{pe} \text{demanda}\, dp\right)$$

```
0.0706271
```

## 8. APLICACIÓN DE UN ARANCEL IMPORTACIONES VS. PRODUCCIÓN DOMESTICA

### SECCIÓN DE ANÁLISIS GRÁFICO

Supongamos que la demanda de maíz en el mercado doméstico es satisfecha con producción nacional e importada y el gobierno decide imponer un arancel a las importaciones con la intención de reducir las importaciones y aumentar la producción domestica. Revisaremos si ésta política incrementa el bienestar social.

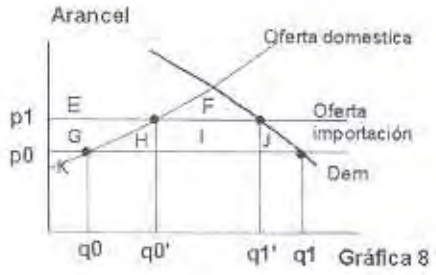
La importaciones tienen una curva de oferta elástica, es decir, al precio **p0** pueden abastecer el mercado de cualquier cantidad que se demande, ésto significa que dicho bien se produce en grandes cantidades y a un menor costo que en el mercado doméstico.

La gráfica 8 muestra lo descrito en los párrafos anteriores.
El mercado domestico puede comprar a los productores extranjeros cualquier cantidad de maiz al precio **p0**, la curva de oferta domestica muestra el nivel de producción que ofrecen los productores nacionales.

Al precio **p0**, la industria nacional ofrece **q0**, pero los consumidores demandan **q1**, la brecha entre **q0** y **q1** es cubierta por las importaciones.

Al imponerse el arancel, la curva de oferta de importaciones se desplaza hacia arriba, el precio del maiz importado aumenta a **p1** y su demanda cae a **q1'**. La cantidad ofrecida por el mercado domestico aumenta a **q0'**. En suma la cantidad importada se reduce en **q1'-q0'**.
El excedente del consumidor se reduce al aumentar el precio y el excedente del productor domestico aumenta.

Los ingresos del gobierno por aplicar el arancel, área **I**, se calculan al multiplicar: **p1-p0 * q1'-q0'**.



Gráfica 8

La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | Tabla 8 |
|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | -(G+H+I+J) |
| ▲Excedente del productor | G |
| ▲Ingresos del gobierno | I |
| ▲Bienestar | -(H+J) |

Con la fórmula del cambio en el bienestar y la información de la tabla calculamos la solución gráfica.

```
▲Bienestar = - (G + H + I + J) + G + I

-H - J
```

## SECCIÓN DE CÁLCULO

```
Clear[demandainversa, ofertainv°,
 ▲EC, ▲EP, ▲IngresosGobierno, ▲Bienestar,
 p0, p1, p1sub, demanda, oferta, p, q, p1, p0]
```

### Ecuaciones de oferta y demanda

Asignamos nombre a las ecuaciones de demanda y oferta doméstica, expresadas en su forma inversa.

```
{demandainversa = 12 - q^2, ofertadomestica = q^2 + 5};
```

Para reexpresar las ecuaciones inversas en términos del precio, se despeja de ellas q.

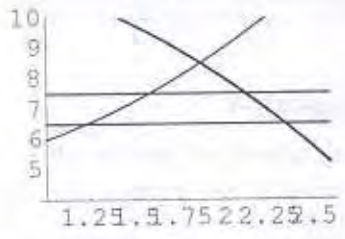
```
{Solve[demandainversa == p, q], Solve[ofertadomestica == p, q]}

{{{q → -√(12 - p)}, {q → √(12 - p)}},
 {{q → -√(-5 + p)}, {q → √(-5 + p)}}}
```

Asignamos nombre a las ecuaciones en términos de precio, obtenidas en el paso anterior.

```
{demanda = -√(12 - p), ofertadomestica° = √(-5 + p)};
```

La siguiente instrucción calcula la gráfica que se utilizó en el análisis gráfico.

```
Plot[{demandainversa, ofertadomestica, 6.5, 7.5},
 {q, 1, 2.6}, PlotRange → {4, 10},
 PlotStyle → {Thickness[.012], Thickness[.008],
   Thickness[.008], Thickness[.008], Thickness[.008]}]
```




```
- Graphics -
```

**Precios y Cantidades**

Las cantidades **q0 y q1** se obtienen al calcular los puntos de intersección de la ecuación de demanda inversa con las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{Solve[demandainversa == 6.5, q] // N,
 Solve[demandainversa == 7.5, q] // N,
 Solve[ofertadomestica == 6.5, q] // N,
 Solve[ofertadomestica == 7.5, q] // N}

{{{q → -2.34521}, {q → 2.34521}},
 {{q → -2.12132}, {q → 2.12132}},
 {{q → -1.22474}, {q → 1.22474}},
 {{q → -1.58114}, {q → 1.58114}}}
```

A continuación, asignamos nombre a los valores obtenidos en el paso anterior **q0** y **q1**. Sustituimos **q0** en la ecuación de demanda inversa, para obtener el precio **p0**.Los precios **p1sub** y **p1**, se calculan sustituyendo **q1** en las ecuaciones inversas de oferta inicial y final.

```
{q0 = 1.224744871391589,
  q0 ' = 1.5811388300841898`, p0 = 6.5, p1 = 7.5,
  q1 = 2.345207879911715`, q1 ' = 2.1213203435596424`};
```

**Variación del excedente del consumidor**

Para calcular el cambio en el excedente del consumidor, área **-(G+H+I+J)** , se calcula la integral definida de la ecuación de demanda en el rango **p1** a **p0** .

$$\Delta EC = \int_{p0}^{p1} \text{demanda}\, dp$$

-2.23513

### Variación del excedente del productor

El cambio en el excedente del productor, área **(G)**, se obtiene al calcular la integral definida de la ecuación de oferta domestica , en el rango **p0** a **p1**.

$$\Delta EP = \int_{p0}^{p1} (\text{ofertadomestica}^{\circ})\, dp$$

1.41049

### Variación de los ingresos del gobierno

La aplicación de un arancel aumenta los recursos del gobierno, en una cantidad igual al valor del área I .

```
ΔIngresosGobierno = (p1 - p0) * (q1 ' - q0 ')
```

0.540182

### Evaluación Costo-Beneficio

Con la fórmula del cambio en el bienestar, calculamos el efecto del la aplicación de un arancel.

```
ΔBienestar = ΔEC + ΔEP + ΔIngresosGobierno
```

-0.284467

### Comprobación

Para verificar el resultado de la evaluación, calculamos la solución del análisis gráfico, área **-(H+J)**.
El área **-(H)**, se obtiene al calcular el área bajo la curva de oferta en el rango **q0** a **q0'** , menos ,el rectángulo bajo la línea de precio **q0**, en el mismo rango.
El área **-(J)** se obtiene al calcular el área bajo la curva de demanda en el rango **q** a **q1'**, menos, el rectángulo bajo la línea de precio **p0**, en el mismo rango.

$$\left\{\left\{\int_{q0}^{q0'} (\text{ofertadomestica})\, dq - ((q0' - q0) * p0)\right\} + \left\{\int_{q1'}^{q1} (\text{demandainversa})\, dq - ((q1 - q1') * p0)\right\}\right\}$$

{{0.284467}}

**Observaciones**

Cuando los costos de la industria domestica no permiten abaster la demanda, elevar el precio de las importaciones, no incrementa la ganancia social por que la pérdida para los consumidores excede las ganancias del gobierno y los productores.

El esquema de la gráfica 8 permite plantear otro ejemplo, ésta vez sin tomar en cuenta al gobierno. Tomamos como punto de partida el precio **p1**, la producción domestica se situa en **q0'** y las compras al extranjero **q1'**.

Supongamos que la existencia de un tratado de libre comercio permite que el precio se reduzca a **p0**, ¿Qué efecto tendrá el bienestar de los agentes domésticos?. Al reducirse el precio aumentan las importaciones en la cantidad **q1-q1'**, por su parte la producción domestica se reduce de **q0' - q0**. La siguiente tabla muestra los cambios en las medidas del bienestar.

| Evaluación Gráfica | | Tabla 8-1 |
|---|---|---|
| ▲Excedente del consumidor | (G+H+I+J) | |
| ▲Excedente del productor | -(G) | |
| ▲Bienestar | (H+I+J) | .8246 |

Del ejemplo anterior conocemos los valores: **(H+J)**, **(I)**. Los sumamos y obtenemos el cambio en el bienestar.Los resultados de la aplicación de ésta política son:

1)La reducción en el precio provoca que el aumento en del excedente del consumidor exceda las pérdidas de los productoes.

2)La producción domestica se reduce en **22%** y las importaciones aumentan **10%**.

```
{▲Ydomestica = (q0' - q0) / q0' * 100,
 ▲Importaciones = (q1 - q1') / q1' * 100}

{22.5403, 10.5542}
```

## CONCLUSIONES

### ¿Que política pública es mejor?

Desde su propio punto de vista, cada agente juzgara las acciones del gobierno en términos del beneficio que le proporciona. Por ejemplo, en el caso de los impuestos, es de esperar que el gobierno se muestre a favor de su aplicación y que los contribuyentes prefieran no pagar un impuesto.

Diferentes criterios se pueden utilizar para medir el nivel de preferencia de una política respecto a otra. Aunque la elección de un criterio normativo involucra las preferencias personales, el análisis económico puede ayudar a entender las implicaciones que tienen estos criterios.

Una opción es el **Criterio de Pareto** que puede ser usado para explorar el grado de aceptación por parte de la sociedad de una política pública. De acuerdo a este criterio una política pública **A** es mejor que otra alternativa **B**, sólo cuando cada agente prefiere **A** de **B**.
Si existe otra política pública disponible a la aplicación de un impuesto y ésta fuera preferida por todos los agentes, cumpliría el criterio de Pareto. Sin embargo, es de esperar que el gobierno se muestre a favor de la aplicación del impuesto.

El **Criterio de eficiencia** es otra alternativa útil para juzgar una política pública. De acuerdo a este criterio, una política **A** es mejor que otra **B**, sólo si la ganancia social que genera **A** es mayor a la que genera **B**. Cuando al aplicar una política, las pérdidas de los agentes afectados son mayores a las ganancias de los agentes favorecidos, se genera una reducción en la ganancia social. En otras palabras se provoca una pérdida de peso muerto.En el caso de la aplicación de un impuesto, sabemos que genera una pérdida de peso muerto, de acuerdo al criterio de eficiencia sería mejor no aplicar el impuesto.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos en los ejemplos evaluados. Los signos indican la dirección del cambio en el bienestar, los dobles signos indican cuales son los agentes más beneficiados o perjudicados por la aplicación de la política en cuestión.
De acuerdo al criterio de Pareto, encontramos que sólo dos ejemplos los cumplen: la estabilización de precio y la implementación de una innovación tecnológica. Sólo en estos ejemplos es preferible aplicar la política pública respecto a no hacerlo.

Las ventajas del criterio de eficiencia son:
1) Permite hacer comparaciones que no es posible hacer con el criterio de Pareto,
2) Aunque es una guia muy básica, permite comprender las principales consecuencias de la aplicación de una política pública.
3) Permite juzgar una política pública desde una perspectiva de la sociedad en su conjunto.

**Resumen de Resultados**

| Política Pública | ▲Excedente Consumidor | + | ▲Excedente Productor | + | ▲Ingresos del Gobierno | + | ▲Externalidades | = | ▲Bienestar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Impuesto | (--) | | (-) | | (+) | | | | - |
| Subsidio | (+) | | (++) | | (--) | | | | - |
| Arancel | (--) | | (+) | | (+) | | | | - |
| Monopolio | (-) | | (--) | | | | (++) | | - |
| Innovación Tecnológica(1) | (+) | | | | | | | | + |
| Innovación Tecnológica(2) | (++) | | (--) | | | | | | + |
| Innovación Tecnológica(3) | (+) | | (++) | | | | | | + |
| Reducción de la Contaminación | (--) | | (-) | | (++) | | (++) | | + |
| Estabilización de precio | (+) | | (+) | | | | | | + |

El presente trabajo sólo incluyó evaluaciones en esquemas de equilibrio parcial, al utilizar esquemas de equilibrio general se ampliaría la evaluación, ya que se observarían los efectos en lo mercados de bienes relacionados con el mercado de aplicación de la política. Por ejemplo, en el caso de la aplicación de un impuesto, una consecuencia normal del incremento en el precio de mercado de un bien es el incremento de la demanda en mercados de bienes sustitutos y la reducción de la demanda de bienes complementarios.

## BIBLIOGRAFÍA

Dinwiddy Caroline,Teal Francis. **(2001) Principles of cost-benefit analysis for developing countries**. Cambridge University Press, pp.3-20.

Landsburg Steven E. , 1992, **Price Theory and Applications**, The Dryden Press pp.233-283.

Varian Hal R.,1993, **Microeconomía Intermedia**, Antoni Bosch pp. 251-268,376-390.

Ipanaqué Chero, R. y Velesmoro León, R. (2005) **Breve manual de Mathematica 5.1**. Edición electrónica a texto completo en www.eumed.net/libros/2005/ric2/.