

# **INFORME FINAL 2022**

## **Título del proyecto**

**“Métodos Cuantitativos en la toma de decisiones económicas”**

### **Investigador Responsable:**

**Mg. Saavedra García Jorge Alejandro**

### **Investigador miembro:**

**Mg. Elías Guardián Ángela Cecilia**

### **Unidad de Investigación**

**Innovación y emprendimiento**

**Facultad Ciencias Económicas  
Universidad Nacional Federico Villarreal**

**Título del Proyecto:**

**“Métodos Cuantitativos en la toma de decisiones económicas”**

**Fecha de Inicio:** Enero 2022.      **Fecha de Término:** Diciembre 2022.

**Línea de investigación**

09. Matemática pura y aplicada.

Código de la Unesco: 5307

## RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Un modelo económico es la expresión matemática de las relaciones existentes entre magnitudes económicas. Estas relaciones se presentan comúnmente en forma de sistemas de ecuaciones o como un conjunto de funciones explícitas o implícitas.

Algunas veces, como en el caso de la curva de la demanda, las relaciones se expresan en forma gráfica, que por lo general es un método más comprensible y sugestivo, pero sufre limitaciones en cuanto al número de variables, limitaciones que no existen en los sistemas de ecuaciones.

Los modelos económicos pueden ser matemáticos o econométricos.

Podemos decir también que el modelo económico es la representación abstracta, simplificada producto del raciocinio mental de una realidad completa, que expresa un sistema de funcionamiento de la actividad económica. Un modelo económico generalmente, se expresa a través de una ecuación o de un conjunto de ecuaciones en la que se plantean a través de variables y parámetros para explicar el funcionamiento de un determinado fenómeno.

Desde el punto de vista económico la conducta humana es sumamente compleja, por lo tanto, es imposible prácticamente explicar esa conducta por medio de uno o varios modelos, ya que estos revelan únicamente las relaciones existentes entre un número reducido de fenómenos económicos, pero a pesar de esto, un modelo inteligentemente planeado puede presentar en forma esas relaciones, que expresadas en otra forma resultan muy confusas.

La economía es, en particular una ciencia empírica y no experimental. Es decir construye sus teorías y modelos a partir de la observación del comportamiento empírico de los sujetos de la actividad económica en la dimensión tempo-espacial, en relación con un orden institucional o legal y una tecnología incorporada a la actividad económica.

En economía, el análisis cuantitativo es el análisis que utiliza técnicas matemáticas y estadísticas para explicar, o pronosticar, distintas variables económicas. Aplica estas técnicas usando la teoría económica como base. El análisis cuantitativo emplea como principal herramienta de trabajo la econometría

Palabras clave : Modelos económicos, análisis cuantitativo, técnicas matemáticas y estadísticas.

## **ABSTRACT Y KEY WORDS**

An economic model is the mathematical expression of the relationships between economic magnitudes. These relationships are commonly presented in the form of systems of equations or as a set of explicit or implicit functions.

Sometimes, as in the case of the demand curve, the relationships are expressed graphically, which is generally a more comprehensible and suggestive method, but suffers from limitations in terms of the number of variables, limitations that do not exist in equation systems.

Economic models can be mathematical or econometric.

We can also say that the economic model is the abstract representation, simplified product of the mental reasoning of a complete reality, which expresses a functioning system of the economic activity. An economic model is generally expressed through an equation or a set of equations in which variables and parameters are raised to explain the operation of a certain phenomenon.

From the economic point of view, human behavior is extremely complex, therefore, it is practically impossible to explain that behavior by means of one or several models, since these only reveal the relationships between a small number of economic phenomena, but despite this, an intelligently planned model can present in form those relationships, which expressed in another way are very confusing.

Economics is, in particular, an empirical and not an experimental science. In other words, he builds his theories and models from the observation of the empirical behavior of the subjects of economic activity in the temporal-spatial dimension, in relation to an institutional or legal order and a technology incorporated into economic activity.

In economics, quantitative analysis is analysis that uses mathematical and statistical techniques to explain, or forecast, various economic variables. Apply these techniques using economic theory as a foundation. Quantitative analysis uses econometrics as its main working tool.

**Keywords:** Economic models, quantitative analysis, mathematical and statistical techniques.

## **Introducción**

### **2.1 Planteamiento del problema**

#### ***Problema General***

¿De qué manera los métodos cuantitativos representan un conjunto de información de índole numérica, que el economista emplea como herramienta básica, que busca resultados apoyándose en medios prácticos para decidir??

#### ***Problema Específico***

¿De qué manera los métodos cuantitativos emplean una metodología o estrategia para la toma de decisiones en la Ciencia Económica?

### **2.2 Antecedentes**

Villacorta (2019) en su trabajo de investigación titulado “métodos cuantitativos” para conseguir el título profesional de economista, esbozó el objetivo general: Conocer la minimización del tiempo y también la minimización de los costes totales de funcionamiento de los sistema, para reducir el tiempo de espera , con el consiguiente aumento de los costes de producción. El método utilizado fue descriptivo . Además, la investigación muestra un enfoque inesperado altamente inesperado. en un enfoque inesperado basado en un enfoque inesperado basado en la recopilación y el análisis de la información para determinar la reacción a los principales problemas de investigación. Se llega a la conclusión que los métodos de investigación cualitativa se encargan del proceso de significados. Están basados en la interpretación y el constructivismo y son subjetivos ya que consideran que existen múltiples realidades o verdades basadas en una construcción de la realidad. Estos métodos tienen como objetivo la generalización de

resultados, sino que tratan de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, o su estructura dinámica.

Nina (2022) en su trabajo de investigación titulado "Evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la institución educativa emblemática Santa Rosa, Puno - 2022" para conseguir el título profesional de: ingeniera civil, esbozó el objetivo general: determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la Institución Educativa Emblemática Santa Rosa, Puno – 2022. Se aplicó la metodología desde un enfoque mixto de diseño no experimental transversal de tipo aplicativo y con un nivel descriptivo. La aplicabilidad del muestreo fue no probabilística, por conveniencia; asimismo, se emplearon los siguientes instrumentos: fichas de observación, fichas de recolección de datos para determinar los índices de vulnerabilidad de la institución educativa emblemática Santa Rosa. Se llega a la conclusión que de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Emblemática Santa Rosa por el método cuantitativo análisis estático no lineal push over, evaluado bajo los parámetros de la norma E.0.30 y sus cargas mediante la norma E.0.20, la vulnerabilidad sísmica se determinó de acuerdo a las derivas el pabellón A en la dirección x-x con una deriva de 0.009 se encuentra seguridad de vida en la dirección y-y con una deriva de 0.0005 se encuentra totalmente operacional, para el pabellón B en la dirección x-x con una deriva de 0.012 se encuentra seguridad de vida, en la dirección y-y con una deriva de 0.0007 se encuentra totalmente operacional; finalmente el pabellón C en la dirección x-x con una deriva de 0.011 se encuentra seguridad de vida, en la dirección y-y con una deriva de 0.011 se encuentra seguridad de vida.

Saavedra (2018) en su trabajo de investigación titulado "análisis cuantitativo y cualitativo del pbl para la obtención de competencias en dirección de proyectos" para conseguir el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, esbozó el objetivo general:

Realizar un estudio cuantitativo y cualitativo del método de aprendizaje basado en proyectos para la obtención de competencias profesionales de los estudiantes en el ámbito de la dirección de proyectos, utilizando como base a los estudiantes de la asignatura de proyectos en la facultad de ingeniería de la Universidad de Piura. El método utilizado fue descriptivo . El estudio se basa en los resultados de los estudiantes de la asignatura de proyectos de la Universidad de Piura. Se llega a la conclusión que al comparar los resultados de la asignatura en los últimos 4 años, se identificaron 9 competencias como las más desarrolladas dentro del grupo de competencias con mejora estadísticamente significativa, teniendo en mayor proporción a las competencias técnicas que las competencias de comportamiento y contextuales. En cuanto a sus competencias técnicas, los alumnos debieron su desarrollo a la resolución de sus informes de gestión de proyectos. Sobre sus competencias de comportamiento, los estudiantes debieron su desarrollo a las distintas situaciones difíciles que tuvieron que enfrentar durante el proyecto.

### **2.3 Justificación e importancia**

Se justificará el desarrollo de la presente investigación, porque es imprescindible destacar la relevancia que tiene los Métodos Cuantitativos en la toma de Decisiones Económicas, y también para poder inculcar reflexión y debate académico en función a la relevancia de estos métodos como herramienta importante basados en números y estadísticas matemáticas

La información que se obtenga en el desarrollo de la presente investigación, favorecerá para investigaciones próximas que tengan relación con el tema de estudio, que tengan la intención de resolución de problemas de gestión y administración de sistemas complejos, con especial énfasis en la toma de decisiones.

## 2.4 Marco Teórico

### *Evolución del Concepto de métodos cuantitativos en economía*

La ciencia económica se desenvuelve en el mundo empresarial, es decir en las finanzas de la empresa, toda empresa sea comercial o industrial optimiza funciones y minimiza costos, se llama programación matemática, el objetivo puede ser maximizar las ventas y minimizar los costos e insumos en elaborar un producto.

A través de la historia del pensamiento económico se han incorporado las matemáticas, pero esta es una palabra general, las matemáticas plantean soluciones a los problemas microeconómicos -macroeconómicos, existe el método matemático utilizado en muchos aspectos en la ciencia económica a través de ecuaciones, derivadas, gráficos, y el nivel es generalmente de funciones algebraicas no trigonométricas de seno, coseno, tangente o cotangente de funciones.

El método matemático se utiliza en las fases o etapas de todo proceso económico: producción, circulación, distribución, consumo e inversión. Por eso el aspecto de la producción es fundamental lo realiza la empresa sea pública o privada.

La empresa y la producción se constituyen en aspecto importante a través del método cuantitativo que lo hemos llamado método matemático y comienza con conceptos de empresa, producción, productividad, producto sea en ecuaciones o gráficas el ejercicio de la productividad total, media y marginal, porque la teoría da lugar a los modelos.

El segundo método más utilizado en las ciencias económicas es el creado e inventado por George Bernardino Dantzig, hijo de inmigrantes europeos, el método simplex, que surge después de la formulación de un programa lineal es de programación matemática porque utiliza el método simplex para optimizar funciones de



diferentes grados, sean lineales, exponenciales, de primer grado o de n grados, utilizando las matrices donde el Hessiano matriz de derivadas parciales de segundo orden nos muestran la maximización o minimización de funciones en la empresa. Es un método muy amplio y a través de la computación con el software LINDO los cálculos se realizan en forma rápida para  $n(n_1, n_2, n_3, \dots, n_n)$ ; variables, es necesario aclarar que Dantzig es matemático no economista.

### ***Análisis Cuantitativo.***

#### ***El método matemático***

Taha (2004) indica que:

El modelo matemático es uno de los tipos de modelos científicos que emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables de las operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad. El término modelización matemática es utilizado también en diseño gráfico cuando se habla de modelos geométricos de los objetos en dos (2D) o tres dimensiones (3D). (p.45)

#### ***El método simplex***

Taha (2004) quien precisa que el Método Simplex es un método analítico de solución de problemas de programación lineal, capaz de resolver modelos más complejos que los resueltos mediante el método gráfico, sin restricción en el número de variables y con una mayor capacidad de análisis de sensibilidad. (p.57)

#### ***El método del Insumo -Producto***

Szychowski (1978) El método de análisis insumo producción es sin duda , uno de los instrumentos de la Economía que más entusiasmo ha despertado en el último cuarto de siglo. Constituye la posibilidad que brinda de captar el proceso real de la interdependencia económica y que antes no se podía lograr satisfactoriamente a través de los totales agregados o de enfoques parciales. (p.37)

### ***La empresa y la producción***

“La empresa es aquella entidad del sistema económico que produce bienes de capital, insumos y bienes de consumo para ser transados en el mercado”. (Saavedra, 2010, p. 10.)

“La empresa es aquella entidad del sistema económico que produce bienes y servicios para ser transados en el mercado”. (Saavedra, 2010, p. 10.)

La empresa es decisiva para el crecimiento y desarrollo de acuerdo con Schumpeter, la empresa se refiere a la utilización económica de una inversión como una nueva técnica de producción para elaborar un nuevo producto, un mejor producto o el mismo producto a un costo bajo.

El empresario es así una persona que percibe las nuevas oportunidades económicas y crea una nueva ventura o dirige una existente para concretar estas oportunidades el empresario moderno es aquel que acepta el riesgo, reúne en una persona todas o algunas de las cualidades de organizador, es capitalista, financista, administrador de empresas, comerciante, vendedor.

Esta alerta, es competente, seguro de sí mismo.

Su motivación es el logro de la utilidad y el poder económico.

### ***Funciones de toda empresa***

Técnica, comercial, financiera, seguridad y control.

### ***Características de todo gerente***

Previsión, Organización, Dirección, Coordinación, Control.

- Empresa privada alto nivel: gerente
- Empresa pública alto nivel: funcionario

En algunas de las más grandes e importantes naciones subdesarrolladas como India, Pakistán, Brasil, el gobierno ejecuta una función empresarial, especialmente en las industrias básicas a gran escala, como la explotación de acero, generación energía eléctrica, cemento, aluminio, los puertos, etc.

Brasil: PETRO BRAZIL, Perú: PETRO PERU, Venezuela: PETRÓLEOS VENEZOLANOS, Perú: CENTROMIN PERU, ENAPU PERU.

### ***Rol empresarial del estado***

Musgrave (1983) afirmó que:

Las empresas públicas también juegan un papel importante en la mayoría de los países europeos aunque su importancia es más reducida en los estados unidos de Norteamérica.

La economía capitalista moderna es en consecuencia; un sistema mixto en el que las fuerzas públicas y privadas interactúan en forma tal. De hecho, el sistema económico no es público ni privado, sino que supone una combinación de los sectores. (p.4)

### ***Factores de la producción***

#### **Concepto de Producción.**

Producir es crear o elaborar bienes aptos para poder utilizarlos, ya que muy pocos pueden ser consumidos ó usados en su estado primitivo o natural. Entonces es necesario realizar diversas actividades u operaciones se denomina producción.

También se llama producción a la cantidad de bienes que el hombre ha producido. Por eso se oye decir: “aumentó la producción de hierro” “disminuyó la producción de lana”, hay que incrementar la producción minera.

### **Productividad.**

Es la relación que existe entre los medios de producción y los resultados que se han obtenido. Siempre los pueblos han procurado conseguir la forma de obtener mayor productividad, es decir, un mayor rendimiento del esfuerzo humano. Se han ideado, en este afán, los más diversos sistemas, métodos y formas posibles, con esta única finalidad: reducir los costos y obtener un mayor y mejor rendimiento, vale decir, una mayor productividad. Este aumento de la productividad beneficia por igual a obreros y empresarios, pues es la mejor manera de reducir precios, con lo que se conseguirán mayores ventas, y, por lo tanto, un aumento de salarios reales (no los nominales) de los trabajadores.

### ***Los factores de la producción***

Antiguamente solo se señalaban tres factores de la producción: Naturaleza, trabajo y capital; hoy se han añadido uno más, y de gran importancia: la empresa, llamado también – y con más propiedad- “espíritu de empresa” que, según Scott, “Actúa sobre los demás factores como un imán sobre el hierro que se encuentra dentro de su radio de acción: los organiza y convierte en unidades productivas”

### ***La noción de Factor de la Producción***

Se llama factor de la producción a todo lo que contribuye a hacer eficaz el proceso productivo. Veamos en que consiste cada uno de ellos.

### **La naturaleza.**

Es todo aquello que nos rodea y que no se debe a la acción del hombre; lo forman los elementos pre – existentes a ser humano, es decir, que han existido mucho antes que el hombre habitara sobre la tierra. Los bosques, el mar, los valles, los animales, la vegetales, las montañas, ríos, lagos, nubes, etc. Constituyen lo que denominamos “naturaleza”, que son esenciales para la vida del hombre.

### **El trabajo.**

Es la actividad física o mental que el hombre realiza con el fin de crear riqueza para la satisfacción de las necesidades. Es un valioso servicio prestado a la humanidad, y un factor activo o dinámico sin el cual nada puede crearse, pues si la naturaleza y el capital son esenciales para la producción, por si solos valen muy poco; permanecen inertes, estáticos, inprovechables. Solamente el trabajo, el esfuerzo humano, los transforma en riqueza aprovechable.

### **El capital.**

Es todo instrumento o bien material destinado a la producción de nuevas riquezas. Es el resultante de la acción del hombre sobre la naturaleza. Un pico, un tractor, un ladrillo, son capital, porque son instrumentos de producción; son bienes que el hombre ha creado con el objeto de utilizarlos en la producción. No debe confundírseles con los bienes que se producen para consumo directo del individuo, que no constituyen capital.

### **La empresa .**

Es la entidad encargada de organizar y dirigir las actividades económicas tendientes a la creación de bienes económicos. En la actualidad la producción esta, generalmente, a cargo de la empresa, y de ella depende el mayor o menor volumen de la producción. Y el motor, el cerebro de la empresa, es el empresario, que es personaje directamente responsable de todos los actos del proceso productivo. Él está al frente de

los negocios, decide todo lo necesario para llevar a buen término la empresa; es autónomo, pues nadie depende, a nadie más que a sí mismo tiene que dar cuenta de sus actos. Si tiene éxito, a él se debe gran parte de su triunfo; y si fracasa; él carga con todo el peso de la responsabilidad. Además, es el elemento de enlace de todos los factores de la producción (materia prima, mano de obra), y de esta con la masa de los consumidores, desorganizados también.

De estos cuatro factores de la producción, los dos primeros (naturaleza y trabajo) son originarios porque no dependen de otro factor; en cambio los dos últimos (capital y empresa) son derivados, pues resultan de la acción del hombre sobre la naturaleza.

### **El Estado.**

También considerado por algunos economistas contemporáneos como otro factor de la producción, debido a su rol tutelar de las actividades productivas; por la garantía que representa para el mantenimiento del orden social (sin el cual no es factible producir), y por su función de organismo conciliador entre el trabajador y el capital privado. Finalmente, el estado es fuente jurisdiccional de todas las normas legales que posibilitan las relaciones de producción.

## **2.5 Objetivos**

### ***Objetivo General***

Analizar los diferentes métodos cuantitativos que representan información de índole numérica para las diferentes empresas, como una herramienta básica para el economista en la toma de decisiones económicas

### ***Objetivo específico***

Determinar similitudes entre los diferentes métodos cuantitativos que emplean una metodología, que nos permiten identificar alternativas disponibles en la toma de decisiones económicas - empresariales.

## **Método**

El método que utilizamos en la presente investigación es el método científico: analítico, sintético, inductivo y deductivo también el método matemático y tangencialmente la investigación bibliográfica

El método analítico nos permite desagregar el hecho o fenómeno económico y expresarlo en forma cuantitativa, a través de una o más variables económicas como es el caso de la función producción desarrollada con los factores de producción trabajo, capital y recursos naturales.

El método de la síntesis dado un conjunto de hechos o fenómenos económicos nos permite determinar el comportamiento global de las diferentes variables macroeconómicas expresados en input-output (entradas y salidas), entre los diferentes sectores productivos de la economía.

El método de la inducción nos permite partir de los fenómenos o hechos económicos en el sector empresarial a través del modelo de programación lineal que lo muestra el estudio del simplex, base de la investigación de operaciones en la administración científica. Es decir nos permite partir del caso particular de la empresa para llegar a comportamientos generales empresariales.

Los métodos inductivo y deductivo no están separados de los hechos o fenómenos económicos, más bien se complementan sólo se separan para análisis particulares y luego se unen. Es el caso que se parte de la producción y se toma en cuenta los factores de producción, pero si no existieran los factores capital, trabajo, recursos naturales no habría producción.



### ***Ámbito espacial y temporal del estudio***

El ámbito espacial que corresponde es a las ciencias económicas y se ha determinado el aspecto temporal del estudio 2022.

### ***Universo o muestra de estudio***

Es un proyecto de investigación descriptivo-Documental bibliográfico, perteneciente a las ciencias sociales, no experimental, en consecuencia no tiene muestra , no tiene un análisis de correlación de variables, solamente se refiere a los métodos cuantitativos que se realizan en la ciencia económica: el método matemático, el método simplex y el método del insumo producto.

### ***Técnicas de recolección de datos o instrumentos***

La recolección de los datos se realizará en las instituciones correspondientes al objeto de estudio del proyecto de investigación y también basado en la fuentes bibliográficas especializadas respecto al tema de estudio o proyecto de investigación respectivo.

### ***Procedimiento***

La investigación será descriptiva , documental y con referencias bibliográficas proporcionadas por las bibliotecas de estudios especializadas en estos métodos, el banco central de reserva del Perú tiene la dirección de métodos cuantitativos en Economía.

## Resultados

### *La producción en el aspecto económico*

Producción.- Es un proceso mediante el cual transformamos los recursos materiales (materias primas, mano de obra, gastos de fabricación, etc.) para obtener un bien o servicio económico. También podemos decir que es un proceso técnico de combinación óptima de insumos para obtener una cierta mercancía.

La producción también se puede considerar como un stock (cantidad de bienes).

La Función de Producción.- Es un modelo que describe la relación de dependencia entre el producto y la cantidad de factores utilizados. Puede ser expresado de la siguiente forma:

$$Q = f(K, L, T, Cg, E, \text{etc.})$$

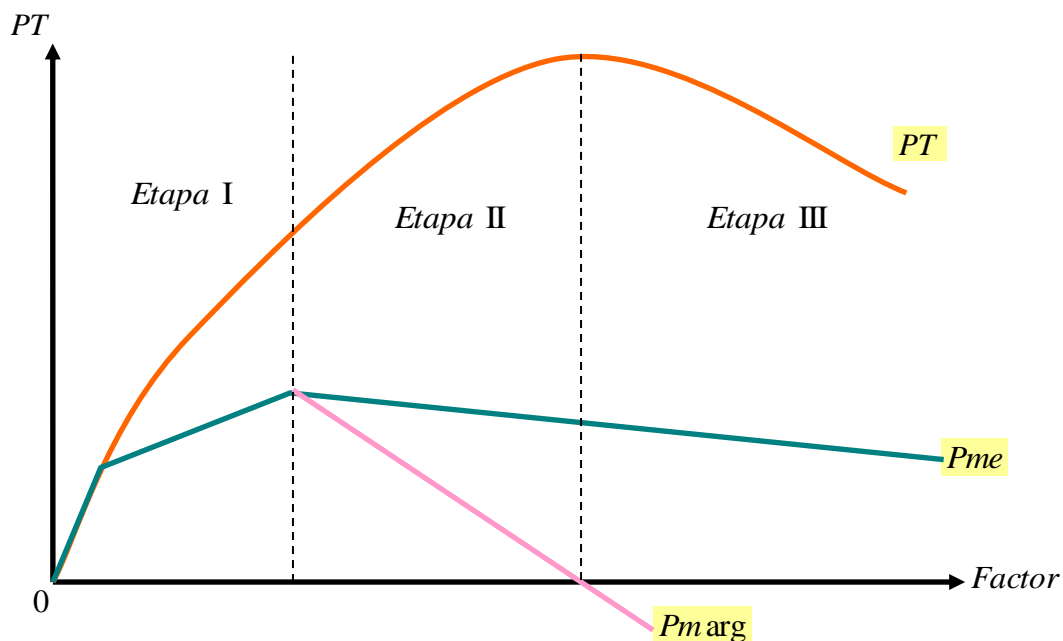
Donde:

- K = capital
- L = trabajo
- T = tecnología
- Cg = capacidad gerencial
- E = empresas

### Etapas de la producción:

Las etapas de la producción son tres. La primera etapa va del origen al punto en que  $P_{me}$  es máximo. La etapa II va desde el punto máximo de  $P_{me}$  hasta el punto en que  $P_{marg}$  es cero. La III etapa comprende el intervalo en que  $P_{marg}$  es negativo. El productor no operara en la etapa III, aun cuando contara con mano de obra gratuita, por que podría aumentar el producto total empleando menos trabajo por hectárea de tierra. Tampoco operara en la etapa I, porque en esta etapa para el trabajo corresponde a la etapa III para la tierra (el  $P_{marg}$  tierra es negativo). Entonces, la etapa II es la etapa de producción para el productor nacional.

Gráficamente:



Sea, la función:  $PT = 3x^2 - 0.2x^3$  (función de productividad)

Hallar:

- a. La función de productividad marginal. P.marg.
- b. La función de productividad media. P.med.
- c. El nivel de x de máxima productividad total.
- d. La productividad total máxima.
- e. El nivel de x de máxima productividad marginal.
- f. La máxima productividad marginal.
- g. El nivel de x de máxima productividad media.
- h. La productividad media máxima.
- i. Hacer el cuadro y la gráfica para los valores:  
 $x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7.5, 8, 9, 10, 11, 12.$

**Solución:**

- a. La función de productividad marginal. P.marg

$$Pm \text{ arg} = \frac{dPT}{dx}$$

$$Pm \text{ arg} = 6x - 0.6x^2$$

- b. La función de productividad media. P.med.

$$Pme = \frac{PT}{x}$$

$$Pme = 3x - 0.2x^2$$

- c. El nivel de x de máxima productividad total.

Para resolver tenemos que igualar la primera derivada de PT a cero. Es decir:

$$\frac{dPT}{dx} = 6x - 0.6x^2 = 0$$

Si consideramos una de las raíces cero por no haber tercer elemento, tenemos:

$$6x - 0.6x^2 = 0$$

$$x(6 - 0.6x) = 0$$

$$x = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$6 - 0.6x = 0$$

$$x = \frac{6}{0.6}$$

$$x = 10 \dots \dots \dots (2)$$

d. La productividad total máxima

Si el nivel de  $x = 10$

$$PT_{m\acute{a}x.} = 3x^2 - 0.2x^3$$

$$PT_{m\acute{a}x.} = 3(10)^2 - 0.2(10)^3$$

$$PT_{m\acute{a}x.} = 300 - 200$$

$$PT_{m\acute{a}x.} = 100$$

e. El nivel de  $x$  de máxima productividad marginal.

La primera derivada de la productividad marginal que es la segunda de la productividad total es:

$$\frac{dP_{marg}}{dx} = 6 - 1.2x = 0$$

$$6 - 1.2x = 0$$

$$x = \frac{6}{1.2}$$

$$x = 5$$

f. La máxima productividad marginal.

$$Pm \text{ arg. } máx = 6(x) - 0.6x^2$$

$$Pm \text{ arg. } máx = 6(5) - 0.6(5)^2$$

$$Pm \text{ arg. } máx = 30 - 15$$

$$Pm \text{ arg. } máx = 15$$

g. El nivel de x de máxima productividad media

$$Pme = 3x - 0.2x^2$$

$$\frac{dPme}{dx} = 3 - 0.4x = 0$$

$$0.4x = 3$$

$$x = \frac{3}{0.4}$$

$$x = 7.5$$

h. La productividad media máxima.

$$Pme. máx. = 3x - 0.2x^2$$

$$Pme. máx. = 3(7.5) - 0.2(7.5)^2$$

$$Pme. máx. = 22.5 - 11.25$$

$$Pme. máx. = 11.25$$

i. Hacer el cuadro y la gráfica para los valores:

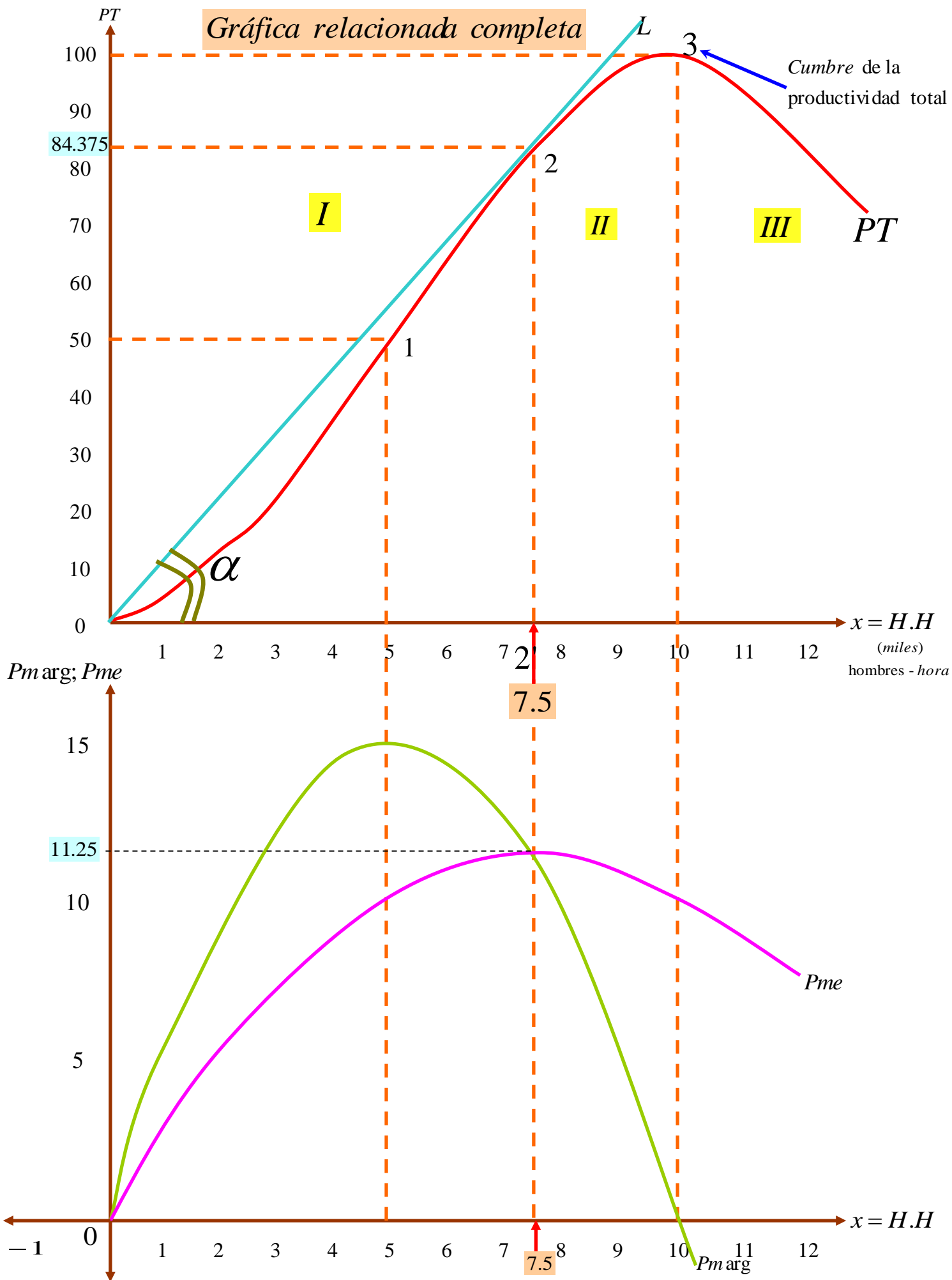
x = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 7.5, 8, 9, 10, 11, 12.

$$PT = 3x^2 - 0.2x^3$$

$$Pm \text{ arg} = 6x - 0.6x^2$$

$$Pme. = 3x - 0.2x^2$$

<b>x</b>	<b>PT</b>	<b>Pmarg</b>	<b>Pme</b>
0	0	0	0
1	2.8	5.4	2.8
2	10.4	9.6	5.2
3	21.6	12.6	7.2
4	35.2	14.4	8.8
5	50.0	15.0	10.0
6	64.8	14.4	10.8
7	78.4	12.6	11.2
<b>7.5</b>	<b>84.375</b>	<b>11.25</b>	<b>11.25</b>
8	89.6	9.6	11.2
9	97.2	5.4	10.8
10	100.0	0	10.0
11	96.8	-6.6	8.8
12	86.4	-14.4	7.2



## *El método simplex*

### *Definición.*

Se entiende por programa lineal aquel que optimiza

$$Z = cX \quad (\alpha)$$

sujeto a

$$AX \begin{matrix} < \\ > \end{matrix} b \quad (\beta)$$

$$X \geq 0 \quad (\gamma)$$

donde la función lineal  $(\alpha)$  se llama *función objetivo*; las desigualdades  $(\beta)$  se llaman *restricciones* y a  $(\gamma)$  se le conoce como *condiciones de no-negatividad*. La palabra optimizar puede significar *maximizar o minimizar*.

En el programa lineal definido arriba se tiene que  $X$  es un vector columna con  $n$  componentes. A este vector se le denomina el vector de actividades y sus  $n$  componentes son variables de decisión. Sea entonces

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

Al vector reglón  $\mathbf{c}$ , también con  $n$  componentes  $(c_1, c_2, \dots, c_n)$  se le denomina el *vector de precios o costos unitarios*. El vector columna  $\mathbf{b}$ , con  $m$  componentes, se le denomina el *vector de disponibilidad de recursos*. El vector  $\mathbf{0}$  es un vector *columna de n ceros*. Por último la matriz  $\mathbf{A}$ , con  $m$  renglones y  $n$  columnas se le denomina la *matriz de coeficientes tecnológicos*. Cada elemento  $a_{ij}$  en la matriz  $\mathbf{A}$ , con  $i = 1, \dots, m$  y



$j = 1, \dots, n$  representa la cantidad de recursos  $j$  que se necesita por unidad de la actividad  $i$ .

El método simplex publicado por George. B. Dantzig en 1947; consiste en un algoritmo iterativo que secuencialmente a través de iteraciones se va aproximando al óptimo del problema de programación lineal en caso de existir esta última.

Matricialmente se reescribe al programa lineal como

$$\text{Opt}(c_1, c_2, \dots, c_n) \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

sujeto a

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \begin{matrix} > \\ < \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ > \\ < \end{matrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_m \end{bmatrix} \quad (3)$$

y

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_n \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Ejercicio:

Una Cía manufacturera elabora dos tipos de bates para béisbol: uno de peso ligero usado en los juegos de las ligas menores y otro de peso mediano que se vende a los equipos de las ligas mayores. La producción de un bate requiere una operación de torno para darle forma, un proceso de lija para suavizar la madera, y para los medianos solamente; una mano de laqueado como tratamiento final.

Un bate para la liga menor requiere 1 minuto en un torno de alta velocidad en tanto que el bate para la liga mayor toma 2 minutos de tiempo torneado, puesto que se le debe dar la forma con tolerancias muy estrechas.

Debido a la rápida demanda en los juegos de las ligas menores, el bate de tipo de peso ligero requiere 3 minutos en la maquina lijadora en tanto que el mediano necesita solo 2 minutos para ser lijado.

El laqueado es hecho a mano y como resultado de esto solo pueden utilizarse 400 minutos para los bates medianos durante una semana.

Para una semana promedio de trabajo debe utilizarse 1 000 minutos de tiempo de torno y 1 800 minutos de tiempo de lijado.

Asúmase que la Cía puede vender tantos bates de cada tipo como los que pueden producir además se conoce que la utilidad es de \$3.00 por cada bate de peso ligero y \$4.00 por cada bate de peso mediano.

**Solución:**

$X_1$  : Número de bates de peso ligero producidas por semana.

$X_2$  : Número de bates de peso mediano producidas por semana.

$$\text{Máx. } Z = 3X_1 + 4X_2$$

s.a

$$1X_1 + 2X_2 \leq 1000$$

Torno

$$3X_1 + 2X_2 \leq 1800$$

Lijado

$$X_2 \leq 400$$

Laqueado

$$X_1, X_2 \geq 0$$

*Método del insumo – producto y la estructura productiva*

**Modelo de input – output (Insumo – Producto).**

Dada la siguiente tabla de Insumo – Producto:

<b>O \ D</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Df</b>	<b>Xi</b>
<b>I</b>	4	1	3	2	10
<b>II</b>	0	2	1	2	5
<b>III</b>	0	0	5	7	12
<b>VABpm</b>	6	2	3		
<b>Xj</b>	10	5	12		27

1. Seguir el proceso que reencuentre los valores  $X_1, X_2, X_3$  que nos demuestre que la matriz

$$L = (I - C) \text{ ha sido bien invertida.}$$

2. Introducir el nuevo vector columna de las demandas finales:

$$D'f = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 8 \end{bmatrix}$$

y hallar los nuevos valores de  $X'_1, X'_2, X'_3$

3. Empleando la ecuación de actualización:

$$A' = a_{ij} * D'x$$

Reconstruir totalmente el nuevo cuadro de Transacciones Económicas.

**Solución:**

1° Planteando la matriz básica.

$$A = \begin{bmatrix} 4 & 1 & 3 \\ 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 5 \end{bmatrix}$$

2° Hallando la matriz de coeficientes técnicos.

$$C = a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} = \begin{bmatrix} \frac{4}{10} & \frac{1}{5} & \frac{3}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{2}{5} & \frac{1}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{0}{5} & \frac{5}{12} \end{bmatrix}$$

3° Hallando la matriz de Leontieff:

$$L = [I - C] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{4}{10} & \frac{1}{5} & \frac{3}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{2}{5} & \frac{1}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{0}{5} & \frac{5}{12} \end{bmatrix}$$

$$L = \begin{matrix} & + & - & + \\ \begin{matrix} \frac{6}{10} \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} -\frac{1}{5} \\ \frac{3}{5} \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} -\frac{3}{12} \\ -\frac{1}{12} \\ \frac{7}{12} \end{matrix} \end{matrix}$$

4° Hallando el modulo de la matriz de Leontieff.

$$\Delta = \frac{6}{10} \left( \frac{21}{60} - 0 \right) + \frac{1}{5} (0 - 0) - \frac{3}{12} (0 - 0)$$

$$\Delta = \frac{6}{10} \left( \frac{21}{60} \right) + 0 + 0 = \frac{1(21)}{10(10)} = \frac{21}{100}$$

$$\Delta = \frac{21}{100}$$

Planteando la ecuación matricial solución:

Para lo cual tenemos que hallar la inversa de una matriz por el método de la adjunta.

$$L^{-1} = \frac{1}{\Delta} \text{Adj } t^s$$

$$L = \begin{bmatrix} \frac{6}{10} & -\frac{1}{5} & -\frac{3}{12} \\ 0 & \frac{3}{5} & -\frac{1}{12} \\ 0 & 0 & \frac{7}{12} \end{bmatrix}$$

Adjunta. Está conformada por la sustitución de cada elemento de la matriz por su menor.

$$\text{Adj} = \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & 0 & 0 \\ -\frac{7}{60} & \frac{42}{120} & 0 \\ \frac{10}{60} & -\frac{6}{120} & \frac{18}{50} \end{bmatrix}$$

$Adj^t$ : Adjunta Transpuesta. Las filas como columnas.

$$Adj^t = \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & -\frac{7}{60} & \frac{10}{60} \\ 0 & \frac{42}{120} & -\frac{6}{120} \\ 0 & 0 & \frac{18}{50} \end{bmatrix}$$

$Adj^{t^s}$ : Adjunta Transpuesta Signada.  
Se analiza los signos en la  $Adj^t$

$$Adj^{t^s} = \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & \frac{7}{60} & \frac{10}{60} \\ 0 & \frac{42}{120} & \frac{6}{120} \\ 0 & 0 & \frac{18}{50} \end{bmatrix}$$

$L^{-1} = \frac{1}{\Delta} Adj^{t^s}$  : Inversa de la matriz.



Hallando la ecuación matricial solución:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{\frac{1}{21} \cdot 100} \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & \frac{7}{60} & \frac{10}{60} \\ 0 & \frac{42}{120} & \frac{6}{120} \\ 0 & 0 & \frac{18}{50} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 7 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \frac{100}{21} \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & \frac{7}{60} & \frac{10}{60} \\ 0 & \frac{42}{120} & \frac{6}{120} \\ 0 & 0 & \frac{18}{50} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 7 \end{bmatrix}$$

$$X_1 = \frac{100}{21} \left( \frac{42}{60} + \frac{14}{60} + \frac{70}{60} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{126}{60} \right) = \frac{1260}{126} = 10$$

$$X_2 = \frac{100}{21} \left( 0 + \frac{84}{120} + \frac{42}{120} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{126}{120} \right) = \frac{1260}{252} = 5$$

$$X_3 = \frac{100}{21} \left( 0 + 0 + \frac{126}{50} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{126}{50} \right) = \frac{1260}{105} = 12$$

Los valores reencontrados son  $X_1 = 10$ ;  $X_2 = 5$ ;  $X_3 = 12$ , que nos demuestra que la matriz  $L = [I - C]$  ha sido bien invertida.

Introduciendo el nuevo vector columna de las demandas finales:

$$D'f = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 8 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X'_1 \\ X'_2 \\ X'_3 \end{bmatrix} = \frac{100}{21} \begin{bmatrix} \frac{21}{60} & \frac{7}{60} & \frac{10}{60} \\ 0 & \frac{42}{120} & \frac{6}{120} \\ 0 & 0 & \frac{18}{50} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \\ 8 \end{bmatrix}$$

$$X'_1 = \frac{100}{21} \left( \frac{63}{60} + \frac{21}{60} + \frac{80}{60} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{164}{60} \right) = \frac{1640}{126} = 13.01$$

$$X'_2 = \frac{100}{21} \left( 0 + \frac{126}{120} + \frac{48}{120} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{174}{120} \right) = \frac{1740}{252} = 6.904$$

$$X'_3 = \frac{100}{21} \left( 0 + 0 + \frac{144}{50} \right) = \frac{100}{21} \left( \frac{144}{50} \right) = \frac{1440}{105} = 13.71$$

Ecuación de actualización: Que es igual al producto de la matriz de coeficientes técnicos por la matriz diagonal de los nuevos productos.

$$A' = C = a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \cdot D'x$$

$$A' = \begin{bmatrix} \frac{4}{10} & \frac{1}{5} & \frac{3}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{2}{5} & \frac{1}{12} \\ \frac{0}{10} & \frac{0}{5} & \frac{5}{12} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 13.01 & 0 & 0 \\ 0 & 6.904 & 0 \\ 0 & 0 & 13.71 \end{bmatrix}$$

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \rightarrow x_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$$

$$x_{11} = \frac{4}{10}(13.01) = 5.204 \quad x_{12} = \frac{1}{5}(6.904) = 1.3808 \quad x_{13} = \frac{3}{12}(13.71) = 3.4275$$

$$x_{21} = 0(13.01) = 0 \quad x_{22} = \frac{2}{5}(6.904) = 2.7616 \quad x_{23} = \frac{1}{12}(13.71) = 1.1425$$

$$x_{31} = 0(13.01) = 0 \quad x_{32} = 0(6.904) = 0 \quad x_{33} = \frac{5}{12}(13.71) = 5.7125$$

Reconstruyendo totalmente el nuevo cuadro de transacciones económicas

(Insumo – Producto)

		<b>D</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>D'f</b>	<b>Xi</b>
		<b>O</b>					
<i>SI</i>	<b>I</b>		5.204	1.3808	3.4275	3	13.01
	<b>II</b>		0	2.7616	1.1425	3	6.904
	<b>III</b>		0	0	5.7125	8	13.71
<i>VABpm</i>	<b>VABpm</b>		7.806	2.7616	3.4275		
<i>VBPPm</i>	<b>Xj</b>		13.01	6.904	13.71		33.624

Hallando el VABpm de cada sector por diferencias.

$$VBPPm = SI + VABpm$$

$$VABpm_1 = VBPPm_1 - SI_1 = 13.01 - 5.204 = 7.806$$

$$VABpm_2 = VBPPm_2 - SI_2 = 6.904 - 4.1424 = 2.7616$$

$$VABpm_3 = VBPPm_3 - SI_3 = 13.71 - 10.2825 = 3.4275$$

## DISCUSIÓN

Diversos autores ha brindado una serie de definiciones en torno a los diversos métodos cuantitativos en la toma de decisiones económicas.

Tenemos a Hamdy Taha que en su libro de investigación de operaciones , presenta la terminología básica de la investigación de operaciones (IO), que comprende el modelado matemático , soluciones factibles , optimización y cálculos iterativos. Él recalca que la definición correcta del problema es la fase más importante y más difícil de practicar la investigación de operaciones. Así también indica que si bien el modelado matemático es la piedra angular de la IO, en la decisión final se deben abordar factores incuantificables , cómo el comportamiento humano por ejemplo.

Sin embargo, para Según Morten Blomhoj (2004) un modelo matemático es la relación existente entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones, por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática

Por otro lado, la definición Szychowski, coincide con el propósito que ha precidido la obra de su autor , Wassily Leontief, un intento de aplicación de la teoría del equilibrio económico general o, mejor dicho, de la interdependencia general a un estudio empírico de las interrelaciones entre las diferentes partes de una economía nacional, según se revelan a través de las covariaciones de precios, productos, inversiones y rentas.

El Método Simplex como un mecanismo de programación lineal fue evolucionado para la época de los años cuarenta por George Dantzing, un joven matemático. El método establece una forma sistemática y de búsqueda intensiva a través de todas las posibles soluciones para obtener una solución factible y favorable. Ello resulta de gran utilidad debido a suficiencia. Además es fácil programarlo en una computadora. En contraste con el análisis gráfico, este método permite el uso de muchas variables. También permite la aplicación de cantidades de restricciones lineales con signos; mayores e igual, menores e igual y de igualdad.

En comparación con el método gráfico, el método símplex tiene como punto de partida el origen siendo este la solución inicial al problema. El método prueba todos los puntos

extremos gráficos aunque no necesariamente se detiene en todos los vértices. Por otro lado utiliza el concepto de álgebra de matrices en una serie de tablonos.

En la facultad de ciencias económicas es necesario implementar la asignatura de métodos cuantitativos en la economía para agrupar las diferentes tendencias del análisis matemático enseñado con las teorías económicas los que nos permite una visión cuantificada del comportamiento bio-psico-económico-social.

Actualmente en la enseñanza de la ciencia económica no se profundiza con los métodos del Simplex en lo que se refiere a investigación de operaciones y solamente se hace programación lineal pero no programación no lineal, geométrica y estocástica o de probabilidades.

El método del insumo producto y la estructura productiva debe ser de enseñanza obligatoria en las facultades de ciencias económicas. Se deja de lado la enseñanza de cuentas nacionales teniendo como base el método de Vassily Leontief sin tener en cuenta que el estudio de la demanda global de la economía se realiza teniendo en cuenta los coeficientes técnicos.

En el caso de las empresas sean públicas o privadas se debe incidir directamente sobre el estudio de la formulación en programación lineal para maximizar las ganancias o minimizar los costos. Muchas empresas obtienen sus ganancias o pérdidas al tanteo desechando el método científico del método Simplex.

El método matemático debe estar presente en todas las organizaciones empresariales y en la enseñanza en los primeros ciclos de los currículum de estudios de las facultades de ciencias económicas.

Con las tecnologías de la información del conocimiento parecería que los cálculos son más rápidos pero no todos tienen acceso a esos software especialmente en universidades públicas por falta de recursos financieros y económicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. (1992). *Análisis Matemático para Economistas*. Editorial Aguilar .
- Blomhoj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En Clarke, B.; Clarke, D. Emanuelsson, G.; Johnansson, B.; Lambdin, D.; Lester, F. Walby, A. & Walby, K. (Eds.) *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*. National Center for Mathematics Education. Suecia, 145-159.
- Castañeda, J. (1972). *Lecciones de teoría económica*. 2da reimpresión. Edit. Aguilar. Madrid. España.
- David, I. (2006). *Problemas de investigación operativa*. RAM S.A. Editorial y Publicaciones
- De Soto, H. (2011). *Los 12 economistas más importantes de la historia*. Primera reimpresión, mayo de 2011. Editorial Norma.
- Haeussler, E. (1997). *Matemáticas para Administración y Economía. Ciencias sociales y de la Vida*. Editorial: P.H.H, Edición: octava. Impreso: México, Año: 1997
- Hernández Roberto, Fernández Carlos y Baptista Pilar.(1997). *Metodología de la Investigación*. Editorial Mc Graw Hill.
- Hungerford, L.(2000). *Matemáticas para Administración y Economía*. Editorial: Prentice Hall, Edición: Séptima. Impreso: México, Año: 2000
- Intriligator, M. (1973). *Optimización Matemática y Teoría Económica* .Edit.Prentice, Hall Internacional.
- Leithold, H. (1998). *El Cálculo*. Editorial: Oxford. USA.

Mejía, M. (2002). *Investigación de operaciones I*. Pontifica Universidad Católica del Perú

Leontief, W. (1951). *Input-output economics*, reimpresso por Scientific American., oct., p.3.

Musgrave R, y Musgrave P. “*Hacienda Pública Teórica y Aplicada*”. 5ta edición.

Nina, G. (2022). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica aplicando métodos cualitativos y cuantitativos en la institución educativa emblemática Santa Rosa, Puno - 2022*. Recuperado de: [file:///C:/Users/Angela/Downloads/Nina\\_EGM-SD.pdf](file:///C:/Users/Angela/Downloads/Nina_EGM-SD.pdf)

Saavedra, J. (2009). “*Importancia del Análisis Matemático para Economistas*”. Impresiones: Fotocopiado.

Saavedra, J. (2009). “*Investigación de Operaciones*”. Impresiones: Fotocopiado.

Saavedra, J. (2004-2005). *Separatas y ejercicios de análisis matemático* –UNFV – F.C.E.

Szychowski, M (1978). *El método de análisis insumo producto*.

Taha, H. (2004). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México. Pearson Educación. 7a Ed.

Villacorta, A. (2019). *Métodos cuantitativos*. Recuperado de: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6316/Al\\_exis\\_Informe\\_T%c3%adtulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6316/Al_exis_Informe_T%c3%adtulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)