

20
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

**TECNICAS CUANTITATIVAS APLICADAS A LA
ADMINISTRACION PARA LA TOMA DE DECISIONES**

**SEMINARIO DE INVESTIGACION
ADMINISTRATIVA**

**QUE EN OPCION AL GRADO DE LICENCIADO EN
ADMINISTRACION**

P R E S E N T A:

Norma Esther Nuñez Sánchez

ASESOR: L.A.E. Y C.P. VICTOR MANUEL RUBIO RAGAZZONI

1 9 9 2

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
Prólogo.....	i
Introducción.....	I
1.- Semblanza de la Administración.....	1
1.1.- Antecedentes de la Administración.....	1
1.2.- La Escuela Tradicional: "La Administración Científica".....	4
1.3.- La Escuela del Proceso Administrativo.....	7
1.4.- La Escuela del Humano Relacionismo.....	16
1.5.- La Escuela Estructuralista.....	19
1.6.- La Escuela del Neo-Humano Relacionismo.....	21
2.- La Toma de Decisiones.....	24
2.1.- La Toma de Decisiones en la Antigüedad.....	24
2.2.- Definición de la Toma de Decisiones.....	26
2.3.- Proceso de la Toma de Decisiones.....	28
2.4.- Elementos de la Toma de Decisiones.....	29
2.5.- Tipos de Toma de Decisiones.....	31
2.6.- Factores que complican la Toma de Decisiones.....	33
3.- La Investigación de Operaciones.....	34
3.1.- Origen de la Investigación de Operaciones.....	34
3.2.- Antecedentes de la Investigación de Operaciones.....	35
3.3.- Definición de la Investigación de Operaciones.....	40
3.4.- Objetivo de la Investigación de Operaciones.....	45
3.5.- El Enfoque empleado en la Solución de Problemas de Investigación de Operaciones.....	46

3.6.- El Modelo General de la Investigación de Operaciones ..	49
4.- Las Técnicas Cuantitativas	50
4.1.- La Programación Lineal	50
4.2.- Los Modelos de Programación Lineal	52
4.3.- El Método Gráfico	61
4.4.- El Método Simplex	72
4.5.- El Modelo de Asignación	93
4.6.- El Modelo de Transporte	105
4.7.- Control de Inventarios	141
5.- La Empresa y las Bases para el Planteamiento de la Investigación.....	160
5.1.- Historia de la Empresa	160
5.2.- Análisis del Modelo de Administración del Consorcio Industrial CYDSA (Celulosa y Derivados S. A. de C. V.) ..	154
5.3.- Planteamiento del Problema y Diagnóstico General	166
5.4.- Selección y Proposición de la Técnica a Aplicar	169
5.5.- Evaluación de Resultados	182
5.6.- Aplicación de Resultados	187
Conclusiones	188
Apéndice	190
Bibliografía	199

**TECNICAS CUANTITATIVAS APLICADAS A
LA ADMINISTRACION PARA LA TOMA DE
DECISIONES.**

P R O L O G O

¿Cómo puede ser que las matemáticas, que son después de todo un producto del pensamiento humano independientemente de la experiencia, se adapten tan admirablemente a los objetos de la realidad?

Albert Einstein.

El propósito de esta investigación es proporcionar una fuente-básica de aprendizaje ya que descubrir el pensamiento administrativo no ha sido una tarea nada fácil porque el hombre, aún como administrador, no conoce a la administración más que en cuatro de sus escuelas como son: La Escuela Tradicional: "La Administración Científica", la Escuela del Proceso Administrativo, la Escuela del Humano Relacionismo, la Escuela Estructuralista y la Escuela del -- Neo-Humano Relacionismo.

Y sin embargo se ha olvidado de la Escuela Cuantitativa, que en la actualidad tiene un valor incalculable ya que a través de ella el administrador puede formular los modelos matemáticos que representan ciertos problemas a que se enfrentan cada día, esta escuela le proporciona información en base a la cual toma decisiones

que sean adecuadas de acuerdo con los objetivos de la organización.

Es por ello que mi idea de seleccionar a las técnicas cuantitativas (Investigación de Operaciones) como tema de mi investigación surgió al realizar mi servicio social desempeñando la función de adjunta del profesor Ing. Luis Sánchez Urrutia quien impartió la asignatura de Investigación de Operaciones, poco a poco me fui adentrando en cada uno de los temas que integran esta materia, a lo largo de año y medio tuve la oportunidad de dar clases, revisar tareas, aplicar exámenes y calificar exámenes, así adquirí la teoría y la práctica de los diversos temas que conforman a la Investigación de Operaciones, y porque sentí la necesidad de que era el momento de realizar algo diferente a lo hecho hasta hoy.

La intención de la investigación es el deseo de transmitir los conocimientos y la experiencia adquiridos a lo largo de este tiempo, así como el demostrar que la Investigación de Operaciones no es una materia difícil, pero se hace difícil cuando no se le dedica tiempo, pero sí se tiene por disciplina repasar lo aprendido durante cada clase y desarrollar otros ejemplos que se encuentren en los libros de Investigación de Operaciones, de esta manera podrán denotar alguna duda, la cual se puede resolver preguntándole a un profesor de dicha materia.

El principal interés es que esta investigación pueda auxili-

er a los profesores al dar su cátedra, aunque sea una mínima parte, y permitir a mis compañeros de Facultad y a las próximas generaciones, el comprender en forma simple la Investigación de Operaciones, puesto que cualesquier técnica cuantitativa requiere de matemáticas básicas y elementales y un poco de álgebra, puesto que alguna de estas técnicas se pueden resolver por medio de una computadora.

I N T R O D U C C I O N

El propósito del presente trabajo, es el de conocer el origen de la Ciencia Administrativa, la cual se encuentra enfocada hacia la aplicación de una Técnica Cuantitativa en el Departamento de Almacén y Embarque del Area de Producción; - aunque antes que nada es importante, todos aquéllos factores que servirán como estudio para poder realizar dicha aplicación.

Iniciendo por que la Administración antes de ser considerada como ciencia ya existía, pero era empírica en diferentes actividades como: el hogar, en los negocios y en la industria y no es sino hasta la llegada de la Revolución Industrial en la cual se genera el cambio para lograr un control adecuado económico, político y social. Dicha Revolución se suscita en Inglaterra dándole auge y con esto reconocimiento también a la Administración como ciencia para el control más idóneo de la organización, todo esto impulsado por dos grandes precursoras y estudiosos de la misma, se crearon diferentes escuelas administrativas, siendo sus principales representantes Frederick W. Taylor, considerado el Padre de la Administración Científica y Henry Fayol.

Por su parte Taylor creó los mecanismos y principios enfocados al control del Estudio de Tiempos y Movimientos y la Selección de Obreros, entre tanto Fayol abordó la problemática

ca casi inicial de la organización en donde enfocó el proceso-administrativo que comprende cinco etapas que son: planeación, organización, coordinación, dirección y control dando así un gran desarrollo administrativo.

Posteriormente, surge la escuela del Humano Relacionismo, por medio de la cual se generan estudios de la Administración, pero ya mediante la aplicación de un método científico. Mismo que se establece como objetivo el analizar los fenómenos y aspectos psicológicos de la administración y el comportamiento de los obreros dentro de la organización.

En esta escuela sobresalen dos extraordinarios teóricos como: Mary Parker Pollert y Elton Mayo.

Con el paso del tiempo y la creación de nuevas necesidades y cambios, surge la escuela Estructuralista dentro de la cual se generan estudios de la administración, que para analizar a las organizaciones toma en cuenta la estructura de autoridad y el proceso de comunicación, ambos aspectos dan forma a la organización y atrean problemas que se originan en la estructura de los mismos. En esta escuela sus principales representantes son Max Weber y Chester I. Barnard entre otros.

Con la escuela del Neo-Humano Relacionismo, surgen las teorías "X" y "Y" siendo su máximo exponente Douglas Mc. Gregor,-

quien en su teoría "X" considera al trabajador como una máquina y no un ser humano que piensa y siente. En su teoría "Y" sostiene todo lo contrario. Considera al hombre, un capaz y apto para auto realizarse, autodirigirse y poseer disponibilidad para participar con la organización.

Pasando a otro punto, diré que la toma de decisiones es fundamental en la Administración, ya que antiguamente las decisiones eran tomadas por intuición o apreciación, con el transcurrir del tiempo y gracias a los estudios realizados por Frederick W. Taylor los administradores usaron los modelos científicos y aplicaron las técnicas cuantitativas para tomar decisiones adecuadas para la organización. Si bien, es cierto que existen varias definiciones acerca de la toma de decisiones, todas están enfocadas a la selección de un curso alternativo de acción entre un conjunto de estos, así como el describir el proceso de toma de decisiones y sus elementos, los tipos de la toma de decisiones que existen y los factores que complican a ésta.

Más adelante hablo del origen de la Investigación de Operaciones, la cual se desarrolla en su totalidad en la Segunda Guerra Mundial, de sus antecedentes que se basan en los trabajos realizados por los militares en la guerra, y al término de éstos países que intervinieron en ella como Inglaterra se enfrentaron a nuevos problemas de administración en la industria los que

las debían ser resueltos por un nuevo enfoque como era el análisis operacional (Investigación de Operaciones) y sus líderes administrativos estaban decididos a lograrlo.

Mientras en América, los Estados Unidos aplicaban la Investigación de Operaciones tanto en sus empresas públicas como privadas, todo ello gracias al éxito logrado en las operaciones militares, sin embargo los primeros estudios existentes en esta área eran los obtenidos por los militares, pero estos tuvieron que ser modificados para ser aplicados en la industria inglesa y americana.

Los estudiosos de la Investigación de Operaciones la definen como la ciencia y el arte de seleccionar, entre varias alternativas la que permite el logro de un objetivo determinado, para optimizar los recursos humanos y materiales de una organización, su objetivo es brindar al administrador un método racional para resolver problemas relacionados con el control y operación de los sistemas, poner en ejecución los resultados obtenidos y emitir las decisiones requeridas.

La Investigación de Operaciones emplea un enfoque en la solución de problemas el cual consta de seis pasos como son: formular el problema, construir un modelo matemático para representar el problema bajo estudio, deducir una solución al modelo,

experimentar el modelo y la solución resultante, establecer controles sobre la solución, poner la solución en ejecución, la Investigación de Operaciones tiene un modelo general basado en la siguiente fórmula $E = f(X_i, Y_j)$ donde E representa la efectividad del sistema, X_i representa las variables de dicho sistema que están sujetas a control, y Y_j representa las variables de ese sistema que no están sujetas a control.

Es importante reconocer que las técnicas cuantitativas - permiten al administrador, obtener información suficiente para - solucionar problemas por medio de un modelo matemático, que no - es más que la representación de la realidad, a través de un método gráfico puede representar en una gráfica por ejemplo que cantidad de pan y queso pueden componer una dieta de manera que esté - sea balanceada, con el método simplex puede saber que recursos - no son empleados en la producción por ejemplo de un cinturón, en - tonces se dice que esos recursos son capacidad ociosa, también - indica que si se invierte un peso cuanto se generaría de utili - dad, el modelo de asignación sirve para asignar una tarea a una - máquina, y dice cuánto tiempo se requiere para la máquina reali - ce esa tarea.

El modelo de transporte consiste en colocar en varios de - g - tinos las unidades situadas en varios orígenes de tal forma que - la colocación sea óptima, el modelo de transporte también sirve

para minimizar los costos, para maximizar las ganancias y para establecer la ruta para la transportación de materiales de una ciudad a otra, esto es porque a veces los caminos son muy lejanos y los dueños de las líneas de transporte se niegan a ir a esos sitios.

El modelo de control de inventarios ayuda al ejecutivo a decidir cuánto ordenar (qué cantidad de unidades) y cuándo ordenar (en qué lapso de tiempo), se pueden tener inventarios de artículos ~~terminados~~, productos en proceso y de materia prima, se puede optar por pedir cantidades grandes, para disminuir los costos en los pedidos, o pedir cantidades pequeñas para disminuir los costos cargados al inventario.

Volviendo a los técnicas cuantitativas diré que cada una de ellas ayuda a encontrar una solución factible o óptima que en ocasiones facilitan el tener que tomar una decisión por lo menos se tienen las bases para hacerlo, que si se tomará por intuición o por simple apreciación como en antaño.

Con respecto a la investigación de campo se establece la historia de la empresa, el análisis del modelo de administración de está, así como de los motivos que me llevaron a realizar la investigación ahí, de igual manera la selección y proposición de la técnica a aplicar, así como la evaluación y aplicación de

resultados, las conclusiones arrojadas por la investigación, - y el apéndice con el cual se pretende explicar cómo se corre - un programa de técnicas cuantitativas en una computadora.

Retomando lo que sería la aplicación de la técnica cuantitativa, me pude dar cuenta que en toda organización es posible implementar alguna de estas técnicas dentro del área de - producción o cualquier otra, con la ayuda de una persona con - conocimientos cuantitativos y con el equipo de cómputo necesario.

A través de mi investigación, pude también darme cuenta, que algunos ejecutivos ni siquiera han oído hablar de las técnicas cuantitativas, ya que cuando realizaron sus estudios éstas no estén contenidas en los planes de estudios.

1.- Semblanza de la Administración.

1.1.- Antecedentes de la Administración.

1.- Semblanza de la Administración.

1.1.- Antecedentes de la Administración.

La administración surge desde tiempos muy remotos, casi en el momento en que el hombre aparece sobre la faz de la tierra, es decir; cuando éste tuvo que formar grupos familiares - al principio y más tarde tribus enteras unieron sus esfuerzos para auxiliarse mutuamente en la cacería, la pesca y la recolección de frutos silvestres, así como para defenderse de sus enemigos, con todo esto se puede demostrar que el hombre primitivo se tuvo que organizar para poder sobrevivir.

La administración se aplicó de diferentes maneras, algunas de éstas aplicaciones fueron: la organización de las actividades personales en el hogar y en el manejo y control de los negocios y la industria. Tomando en cuenta que éste tipo de administración era hasta entonces empírica a su aplicación general, pero con la llegada de la Revolución Industrial, la fuerza de la máquina substituyó a la fuerza muscular ejercida por el hombre. Como consecuencia de éstos cambios se originaron nuevas ideas económicas, políticas y religiosas, etc. Es importante el no dejar pasar por alto que la Revolución Industrial se desarrolló en Inglaterra en el año de 1780.

Con respecto a las organizaciones, se puede decir que la industrialización dio por resultado un énfasis total, a la es -

trategia de acumulación de recursos y crecimiento de las organizaciones a través de una organización que ya no era empírica sino científica, todo ésto se refiere a la necesidad de estudiar íntegramente el aspecto administrativo para mejorar la eficiencia de las organizaciones, así como su desarrollo.

Así surge la necesidad de establecer nuevas formas de control de las organizaciones, ya que se requería disponer de capital y obtener una mayor productividad y contar con una división del trabajo. Este último punto exigía más atención por parte de los líderes administrativos y la especialización motivó un mayor volumen de producción y una mejor estabilidad económica, tal crecimiento produjo enormes rendimientos. Con ello el volumen de producción y la estabilidad económica se incrementaron, mientras que los costos unitarios se redujeron al máximo, todo esto sucedió gracias a la aplicación de una administración adecuada.

Con el paso del tiempo, la administración continuó evolucionando y se manifestaron otras formas de aplicación. Otros estudiosos de la administración hicieron nuevas contribuciones y nacieron las escuelas administrativas como son: la escuela tradicional "administración científica", la escuela del proceso administrativo, la escuela del humano relacionismo, la escuela estructuralista y la escuela del neo-humano relacionismo. A

continusción explico en que consiste cada una de ellas.

1.2.- La Escuela Tradicional: "La Administración Científica".

1.2.- La Escuela Tradicional "la Administración Científica".

Frederick W. Taylor quien es considerado "el Padre de la Administración Científica", por ser el iniciador de este movimiento y parte del hecho de que la administración está integrada de varios principios que pueden ser aplicados con éxito en cualquier actividad social, desde las tareas individuales más sencillas hasta el trabajo de las grandes organizaciones que requieren formas menos complejas de cooperación, comprobando de esta manera que la administración es universal.

La principal contribución de Taylor a la teoría administrativa fué el insistir en la aplicación del Método Científico para la selección de trabajadores, selección de puestos, creación de un medio ambiente apropiado de trabajo, tenía la idea de que los administradores, deberían ser capaces de substituir los métodos empíricos con el análisis científico de cada elemento que constituyen la labor individual, así como escoger y entrenar de manera científica a los subordinados, al igual que establecer un grado de cooperación entre la administración y los subordinados para realizar su labor conforme al método científico y contar con responsabilidad más equitativa entre los administradores y los subordinados, me refiero, a que la responsabilidad se comparte jánas se delega.

Puede decirse que de las funciones que asigna Taylor a los administradores, surgen los principios que aporta más adelante y que son básicos para la administración y además crea -

once mecanismos administrativos que mencionó enseguida:

PRINCIPIOS:

- De tiempos y movimientos de trabajo.
- De selección de los obreros.
- + De la colaboración en la administración.
- De la responsabilidad compartida.

MECANISMOS:

- Estudios de tiempos.
- Supervisión funcional.
- Establecimiento de un departamento de planificación.
- El principio de excepción.
- El uso de las reglas e instrumentos similares para ahorrar tiempo.
- Tarjetas de instrucción para los trabajadores.
- Bonificación para tareas exitosas, es decir; pago de incentivos por tarifas diferenciadas.
- La estandarización de todas las herramientas e instrumentos utilizados en los oficios.
- Sistemás mnemotécnicos para clasificar sus productos.
- Un sistema de rutas.
- Sistemas de costos.

La influencia de Taylor fué de tal magnitud en el pensa

miento administrativo que la administración científica no sólo se extendió en Estados Unidos, sino también en países como: Francia, Italia, Inglaterra, Holanda, Rusia y Japón. Históricamente, el Taylorismo, Como escuela respondió a las necesidades de las empresas que tienen problemas organizacionales y que no logran responder al control que se requería.

1.3.- La Escuela del Proceso Administrativo.

1.3.- La Escuela del Proceso Administrativo.

Henry Fayol señala que la administración es universal, ya que es una actividad común en todas las organizaciones humanas - y aplicable a toda actividad de grupos. El atribuyó su éxito no a su propia capacidad, sino a su sistema administrativo, que podía ser enseñado y aprendido. Las contribuciones de Fayol fueron: analizar el proceso administrativo y los principios de administración que mencionó, en un momento, esto abrió las puertas a la escuela funcional y trajo claridad a los confusos pensamientos - sobre la naturaleza de la gerencia.

Fayol conceptualiza un proceso administrativo y lo clasifica en cinco etapas:

1) Planeación (Previsión).- Consiste en la determinación, técnicamente realizada de lo que se desea lograr por medio de un organismo social, y la investigación y la valoración de cuales - serán las condiciones futuras en que dicho organismo habrá de en-contrarse, hasta determinar los diversos cursos alternativos de acción posibles.

2) Organizar.- Consiste en agrupar las actividades necesarias para alcanzar ciertos objetivos, asignar a cada grupo un administrador con la autoridad necesaria tanto en sentido horizon-

tal como vértices en toda la estructura de la empresa.

3) Dirección.- Es el aspecto interpersonal de la administración de impulsar, coordinar y vigilar las acciones de los subordinados para que puedan comprender y contribuir con efectividad y eficacia para el logro de los objetivos de la organización

4) Coordinación.- Consiste en el proceso de conseguir individuos para un organismo social, escogiendo, introduciendo, - evaluando y desarrollando al personal apropiado y efectivo para desempeñar las actividades acordes con la empresa.

5) Control.- Consiste en el establecimiento de sistemas que permiten medir los resultados actuales y pasados en relación con los esperados, así como la corrección del desempeño de las actividades realizadas por los subordinados para asegurar que los objetivos y planes de la empresa diseñados para conseguirlos se estén llevando a cabo, de ser así se podrá formular y mejorar nuevos planes.

Fayol, da a conocer su modelo en la forma antes descrita porque pensaba que la organización era como una entidad abstracta, dirigida por un sistema racional de reglas y autoridades, y que la organización justifica su existencia a través del logro de sus objetivos, ya que si un organismo desea lograr el máximo-

sus objetivos, debe coordinar esos recursos con que cuenta. Así todo aquél que pretenda ser administrador deberá tener la capacidad para proveer, organizar, dirigir, coordinar y controlar.

Fayol presentó una teoría de Administración que podía ser utilizada como método de instrucción y dividió a la actividad en seis funciones distintas que son:

1. Técnica.- (función de producir y mantener la planta).
2. Comercial.- (compra, venta e intercambio).
3. Financiera.- (búsqueda y uso óptimo de capital).
4. De seguridad.- (protección a la propiedad y a las personas).
5. Contable.- (balance de operación, inventarios y costos).
6. Administrativo.- (proceso administrativo que consta: de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar).

Fayol complementa su teoría administrativa formulando catorce principios que pretenden ser guías para establecer una organización racional y el ejercicio de una dirección eficiente.

- División del Trabajo.- Su finalidad es producir más y mejor con el mismo esfuerzo, permite reducir el número de objetos sobre los cuales deben aplicarse la atención y el esfuerzo. Se le reconoce como el mejor de obtener el máximo provecho de los individuos y de las colectividades. No se aplica únicamente a las tareas técnicas sino a todos los trabajos, sin excepción,-

tiende a la especialización de las funciones y a la separación de los poderes.

- Autoridad y Responsabilidad.- La autoridad consiste en el derecho y en el poder de hacer obedecer.

Se distingue en un jefe, la autoridad legal inherente a la función y a la autoridad personal formada de inteligencias, de saber, de experiencias, de valor moral, de aptitud de mando, de ser vicios prestados, etc. En todo buen jefe la autoridad personal es el complemento imprescindible de la autoridad legal.

No se concibe la autoridad sin responsabilidad, es decir, sin una sanción-recompensa o penalidad que acompaña al ejercicio del poder. La responsabilidad es un corolario de la autoridad, su consecuencia natural, su contrapeso indispensable. En cualquier lugar donde se ejerza la autoridad se comparte.

- La Disciplina.- Consiste esencialmente en la obediencia, la asiduidad, la actividad, la presencia y los signos exteriores de respeto realizados de acuerdo con los convenios establecidos entre la empresa y sus subordinados, es decir, un reglamento interior de trabajo.

Estas convenciones establecen las modalidades de la disciplina, ya se trate de pactos debatidos o aceptados sin división -

previa; que sean escritos, que resulten de la voluntad de las partes, de las leyes o de la costumbre.

- Unidad de mando.- Para la ejecución de un acto cualesquiera un subordinado sólo debe recibir órdenes de un jefe.

Esa es la regla de la "unidad de mando", que es una necesidad general permanente, sobre la marcha de los negocios, el comercio, la industria y en toda asociación humana, la dualidad de mando es una fuente perpétua de conflictos, a veces muy graves que reclaman particularmente la atención de los jefes de todas las categorías.

- Unidad de dirección.- En que un sólo jefe y un sólo programa para un conjunto de operaciones que tienden al mismo fin.

Es conveniente no confundir unidad de dirección (un sólo jefe un sólo programa) con unidad de mando (un agente no debe recibir órdenes sino de un sólo jefe). La unidad de dirección se crea mediante una buena constitución del cuerpo social; la unidad de mando depende del funcionamiento del personal.

La unidad de mando no puede existir sin la unidad de dirección, pero no deriva de ésta.

- Subordinación del interés particular al interés general.-

Este principio me hace recordar que en una empresa el interés de un individuo o de un grupo de individuos, no debe prevaler con tre el interés de la empresa; que el interés de la familia debe privar ante el de uno de sus miembros y que el interés del esta-do debe preceder al de un ciudadano o de un grupo de ciudadanos.

Este aspecto no debería ser recordado. Pero la ignorancia, la ambición, el egoísmo, la pereza, las debilidades y todas las pasiones humanas tienden a hacer perder de vista el interés gene-ral en provecho del interés general en provecho del interés par-ticular.

- Remuneración del Personal.- Constituye el proceso del servicio prestado. Debe ser equitativo y, en todo lo que sea posi-ble, dar satisfacción al mismo tiempo al personal y a la empre-sa, al empleado y al empleador.

La tasa de remuneración depende de circunstancias indepen-dientes de la voluntad del patrón y del valor de las subordina-dos, tales como son: la carestía de la vida, la oferta y la de-manda de personal, la situación económica de la empresa, etc., - al igual que el modo de retribución adoptado.

-Centralización.- Como la "división del trabajo" la cen - tralización es un hecho de orden natural, la dirección es la en - cargada de establecer los objetivos de la organización y de la -

cual se deriva toda la organización, la centralización no es un sistema de administración bueno o malo en sí, puede ser adoptado o dejado al margen según la voluntad de los dirigentes o la influencia de circunstancias; en los pequeños negocios, en los cuales los órdenes del jefe van directamente a los subordinados inferiores, la centralización es absoluta.

- Jerarquía.- Está constituida por la serie de niveles - que va desde la autoridad superior a los niveles inferiores.

La vía jerárquica es el camino que se sigue, pasando por todos los niveles de la jerarquía, las comunicaciones que parten de la autoridad superior a las que le son dirigidas. Este camino está impuesto por la necesidad de una transmisión segura y por la unidad de mando.

- Orden.- Es conocida la fórmula del orden material; un lugar para cada cosa y cada cosa para cada lugar. La fórmula del orden social es similar: un lugar para persona y cada persona en su lugar.

El orden material, da por resultado evitar las pérdidas - de materiales y de tiempo, mientras que el orden social exige un conocimiento exacto de las necesidades y de los recursos sociales de la empresa y un equilibrio entre estas necesidades y estos recursos.

- Equidad.- ¿Por qué hablo de equidad y no de justicia?

La justicia es la realización de los convenios establecidos. Pero los convenios no pueden preveer todo; es necesario a menudo interpretarlos o suplir su insuficiencia.

Para que el personal sea estimulado en el sentido de emplear en el ejercicio de sus funciones toda la voluntad y el sacrificio de que es capaz, hay que tratarlo con benevolencia; la equidad es el resultado de la combinación de la benevolencia con la justicia.

- Estabilidad del personal.- Un subordinado necesita tiempo para iniciarse en una función y llegar a desempeñarla bien, admitiendo que posee las aptitudes necesarias.

Si el subordinado es desplazado cuando apenas ha concluido el ciclo de aprendizaje, o antes de que este termine, no habrá tenido tiempo de cumplir una función satisfactoriamente.

- Iniciativa.- Una de las más grandes satisfacciones que puede experimentar todo hombre es la extraordinaria virtud de concebir ideas y llevarlas a la práctica y asegurar el éxito.

A esta oportunidad de establecer planes e ideas y ejecutarlos se le da el nombre de iniciativa, la libertad de proponer y la de ejecutar son elementos que componen la iniciativa.

La iniciativa de los subordinados en un momento dado complementa la del superior y en caso necesario la suple. Por ello es conveniente tener cuidado al estimular a éstos, para que sigan aportando sus ideas dentro de los límites de respeto y disciplina impuestos por las empresas.

- La unión del personal hace la fuerza.- Este proverbio se impone a la meditación de los jefes de las empresas. La armonía y la unión del personal de una empresa constituyen una gran fuerza para ella, es decir, que si los subordinados desarrollan su función en paz y unen sus esfuerzos para lograr los objetivos de la organización podrán satisfacer sus propios objetivos.

Para Fayol una vez que la empresa estuviera organizada, ne cesitará órdenes (comunicaciones) del administrador para saber qué hacer y cómo hacerlo; que sus actividades y funciones necesitarán coordinación administrativa para unir y armonizar sus esfuerzos, y finalmente que tengan un control sobre sus actividades para asegurarse que son acordes al plan original.

1.4.- La Escuela del Humano Relacionismo.

1.4.- La Escuela del Humano Relacionismo.

La escuela del Humano Relacionismo data del año 1920, surge y toma fuerza como consecuencia del desarrollo de la industria y debido principalmente a la producción en serie. Mismas que aumente la tensión nerviosa de los obreros y bajo circunstancias como ésta, empresarios y estudiosos de la administración se vieron obligados a analizar el problema desde el punto de vista psicológico. De ahí que sus precursores sean la psicóloga Mary Parker Follert y Elton Mayo.

Mary Parker Follert señala la importancia de un método científico para investigar los fenómenos como aspectos psicológicos de la administración, también destacó la necesidad de estudiar al hombre dentro de las organizaciones, a los conceptos de autoridad y responsabilidad. Afirma, que "las organizaciones son fuente de conflictos por lo que estos deben ser manejados de una manera positiva para su mejor funcionamiento".

Parker Follert, retomó para su estudio el problema del mando, la coordinación y los factores que les condicionan como el tiempo, el lugar y el elemento humano.

Finalmente, la psicóloga Mary Parker Follert, exhortó a todos a ejercer el mando de una u otra forma para lograr métodos más eficientes que convengan a las organizaciones sin dejar de tener en cuenta, al hombre como ser humano y desterrar la idea de que e

sólo es un instrumento de trabajo.

Las aportaciones que Parker Follert, proporcionó al terreno de la administración, hicieron posible cambiar los conceptos-mecanicistas que propuso Taylor y, a su vez, abrieron la puerta a interesantes investigaciones como las realizadas por Elton Mayo.

Los estudios realizados por Mayo, dentro de la Western Electric, substituyeron las investigaciones realizadas por psicólogos que llegaron antes que él a la empresa. El análisis de Mayo, describe tres interesantes experimentos en los que:

- Destaca la importancia de la participación del ser humano y la enorme influencia que esta tiene en la buena marcha de la organización.

- Descubre lo imprescindible que es la comunicación para detectar problemas informales y aparece así, la entrevista como medio curativo y diálogo individual.

- Se da cuenta de la inevitable formación de grupos informales en las organizaciones y en su importancia en la productividad de la misma.

Partiendo de éste último punto, Mayo, también analizó los

grupos formales de trabajo. En este grupo colocó al personal y relaciones que sostiene en cualquier organización, llámesele industria comercial o estatal.

La categoría de grupo informal, se la dió a las relaciones espontáneas tomando como base la simpatía, la amistad, la comunidad de intereses y rasgos comunes de caracteres. Estos grupos además son pequeños y establecen sus costumbres, reglas, obligaciones y hasta sus rituales. Sus relaciones se pueden medir por la cohesión que existe entre ellos.

Cabe mencionar, que mientras para Elton Mayo, los grupos poseen una conducta irracional, para otros es una conducta interna en la que se gestan juicios de valor y caracteres subjetivos.

Otro aspecto que es interesante nombrar y con el cual Mayo concluye, es acerca del dinero. Mismo que para él tiene poca importancia frente a otros factores psicológicos motivacionales, sin embargo para mí su afirmación es relativa ya que el dinero es vital para cubrir las necesidades del hombre.

1.5.- La Escuela Estructuralista.

1.5.- La Escuela Estructuralista.

La Escuela Estructuralista basa su estudio en el análisis de las organizaciones. Esto se considera la estructura de autoridad y comunicación. Dentro de ésta, la autoridad es considerada como la más estable ya que existe en todas las organizaciones, - aún cuando no sean estructuradas de la misma forma debido a que la facultad de decisión se apoya en bases distintas.

Por otra parte, el sistema de comunicación en las organizaciones tiende a dirigirse en diferentes flujos y se da tanto - en sentido vertical (de arriba hacia abajo o viceversa), como en sentido horizontal fluye entre posiciones iguales. Estos aspectos se integran a causa de los fenómenos que se presentan en toda organización.

Algunos de los estudiosos de esta escuela son:

- Max Weber quien define a la burocracia como ' la racionalización de la actividad colectiva de toda organización bien estructurada ' .

- Chester I. Barnard, también incluye los conceptos de autoridad y aceptación, ya que manifiesta que la autoridad es el - índole de la comunicación (orden) en una organización formal. Puesto que la comunicación es aceptada por los miembros de la or

ganización, rige la noción de lo que debe o no debe hacerse.

Barnard, penso que la aceptación de la autoridad, se basa en que esta debe descender en las órdenes dictadas por el ejecutivo (deben ser claras y precisas) para que los subordinados entiendan los órdenes. Además indica que una orden para que sea ejecutada por un subordinado, este debe considerarle congruente con los objetivos de la organización y sus objetivos personales y -- que todo subordinado tiene la capacidad tanto física como mental para ejecutarla.

Renate Mayntz, otro precursor de la escuela estructuralista da a conocer una tipología la cuál se basa en la autoridad y toma de decisiones jerárquicas en donde las decisiones son tomadas por la alta gerencia y ejecutada por los niveles inferiores. En cuanto a su concepto de democracia en las organizaciones Mayntz afirma que las decisiones son tomadas por la mayoría y ejecutadas por la minoría.

1.6.- La Escuela del Neo-Humano Relscionismo.

I.6.-La Escuela del Neo-Humano Relacionismo.

La escuela del Neo-Humano Relacionismo ha aportado avances técnicos importantes para la práctica de la administración, - siendo su precursor Douglas Mc Gregor, sus contribuciones al pensamiento administrativo fueron las teorías "X" y "Y".

En la teoría "X", coloca al supervisor como el agente - pesimista tradicional del Taylorismo, es decir; agu subordinado-le esigne la categoría de máquina y no ser humano.

En la teoría "Y", el supervisor es optimista. Tiene confianza en los buenos deseos y amor al trabajo del ser humano. Además, le augura deseos de autorrealización en el desempeño de - sus tareas.

Más Mc Gregor en su teoría X, indica que las organizaciones son tradicionales, parte de tres postulados básicos para someter al hombre a la organización y controlar su conducta.

POSTULADOS:

- La gerencia es la responsable de la organización, de - los elementos de una empresa productiva.
- Respecto a las personas, se debe seguir el proceso de - encaminar sus esfuerzos, motivándolas, controlando sus acciones- y modificando su conducta para ajustarla a las necesidades de la organización.
- La empresa debe participar activamente, para que las per

sonas desarrollan con entusiasmo sus actividades, sin necesidad de tener que castigarlas, esto es recompensándolas o motivándolas.

En cambio Mc Gregor en su teoría "Y", sostiene que los descubrimientos teóricos modernos sobre motivación, explican las inexactitudes de la teoría "X", estas teorías dan base a nuevos modelos y patrones que en el futuro podrán generar "Estilos de mando" bajo valores más congruentes con el comportamiento real del hombre, lo que genere un trabajo altamente productivo.

Algunos años después, aparece un aspecto que viene a revolucionar la administración en su aplicación, es la teoría "Z" de de Strayss y Soleles, se basa en la escuela de las relaciones humanas de H. Murrey. La teoría "Z" la denominó: "la autocracia benevolente", la cual sostiene que:

- Se deben ensalzar los buenos trabajos.
- Mantener informados a los subordinados de los "por qué" de las órdenes.
- Estimular el ego de los subordinados para que se sientan importantes.
- Establecer un espíritu familiar.
- Vender ideas.
- Pagar buenos salarios y garantizar un nivel adecuado de vida.
- Las grandes decisiones deben centralizarse y,

-La alte dirección de las organizaciones de estar en manos
de grandes mandas.

2.- La Toma de Decisiones.

2.1.- La Toma de Decisiones en la antigüedad.

2.- La Toma de Decisiones.

2.1.- La Toma de Decisiones en la antigüedad.

Históricamente los hombres de negocios se basaban en predicciones, intuición, experiencias anteriores, adivinanzas, suerte o en evaluaciones por apreciación para tomar decisiones.

A través de los años los administradores confiaron en el enfoque científico más que en el intuitivo en la resolución de problemas y reconocieron el valor de todo el trabajo realizado por Frederick W. Taylor, y porque han desarrollado sus habilidades en el uso de modelos científicos.

Con la evolución del tiempo aparecieron diversas técnicas (Investigación de Operaciones) que permiten al administrador tomar mejores decisiones dependiendo el tipo de problemas a resolver. Las grandes empresas son más complejas motivo por el cual requieren de un proceso de decisiones también complejo acorde a sus necesidades.

Los líderes administrativos no pueden precisar exactamente que proceso de toma de decisiones emplean, ya que las decisiones son producto de sus conocimientos técnicos para obtener información básica, debido a que éstas no salen de la nada, sino que provienen de una teoría y reflejan la capacidad mental total del administrador.

Los administradores tienen información almacenada en su mente, adquirida por sus experiencias y que esta lista para ayudarle a tomar decisiones, es como si fuera un almacén reflexivo de sus conceptos, datos e impresiones, teniéndolos disponibles para su proceso de decisiones, un administrador este orientado a tomar decisiones más que hacia reealizar las actividades por sí mismo; estas son ejecutadas por otros.

Pero todo administrador en la actualidad tiene ante sí el reto de ser más responsable o eficiente, a la hora de tomar decisiones, dichas decisiones deben ser encruzadas a los fines de la organización y personalmente racionales cuando tienen por objetivo las metas de los individuos.

2.2.- Definición de Tome de Decisiones.

2.2.- Definición de Toma de Decisiones.

Los estudiosos de la administración definen a la toma de decisiones indistintamente desde el punto de vista que posee cada uno de ellos, ya que en ocasiones las decisiones que se toman afectan no sólo a la organización sino también a los elementos - que laboran en ella.

Joseph L. Masie en su obra titulada "Bases Esenciales de la Administración", define a la toma de decisiones:

Como un curso de acción conscientemente escogido entre - las alternativas disponibles con el propósito de lograr el resultado deseado.

Herold Koontz y Cyril O'donnell, en su libro de "Administración" definen a la toma de decisiones:

Es la selección de un curso de acción entre varias alternativas.

Por su parte uno de los estudiosos de la Investigación de Operaciones como es Charles A. Gallagher, en su libro "Métodos - Cuantitativos para la Toma de Decisiones en Administración" conceptualiza a la toma de decisiones:

Como la selección de una alternativa de entre un conjunto de ellas.

Creo que los tres autores coinciden en que la toma de decisiones, es un camino a través del cual se puede escoger una alternativa de entre varias posibles, más considero que tales definiciones no están completas. Quizá la siguiente definición que ofrezco esta apropiada para describir lo que es en sí la toma de decisiones.

Toma de Decisiones:

Es un proceso por medio del cual un administrador que se enfrenta a un problema, puede seleccionar un curso alternativo específico de acción entre un conjunto de posibles cursos alternativos de acción disponibles, ya sea que dicho curso alternativo de acción pueda ser el adecuado para optimizar los recursos de un organismo.

2.3.- Proceso de la Toma de Decisiones.

2.3.- Proceso de la Toma de Decisiones.

Con el énfasis otorgado al proceso de toma de decisiones- los estudiosos de la administración remarcen la importancia a la decisión que a la acción dentro de la dinámica, por su parte los teóricos modernos descomponen el proceso en tres pasos sucesivos a saber:

- a) Describir el problema
- b) Analizar las alternativas
- c) Adoptar la mejor alternativa.

Entre tanto Herbert A. Simón, amplía estos tres pasos citados en los renglones anteriores e identifica tres fases del - proceso de decisión que son:

1. Actividad de Inteligencia.- Consiste en aplicar el significado militar de inteligencia, ya que busca las condiciones del medio que requerirá.

2. Actividad de Diseño.- Consiste en idear, desarrollar y analizar los diversos cursos alternativos de acción posibles.

3. Actividad de Elección.- Consiste en escoger de entre varios cursos alternativos de acción, un curso alternativo de acción en particular o determinado.

2.4.- Elementos de la Toma de Decisiones.

2.4.- Elementos de la Toma de Decisiones.

El trabajo de la toma de decisiones se ve afectado por el papel que asuma, es conveniente conocer de antemano los elementos que conforman la toma de decisiones y los aspectos que constituyen a estos.

Elementos de la toma de decisiones.

1. Un conjunto de dos o más cursos alternativos de acción que representen el rango de las diferentes decisiones que se pueden tomar.

2. Un conjunto de dos o más cursos alternativos de acción que deben considerarse al tomar la decisión.

3. Un conjunto de dos o más estados futuros que representan los posibles resultados que pueden lograrse en la decisión que se tome en la situación planteada.

4. Una función de pérdidas y ganancias que representa el valor subjetivo de la utilidad que se da a cada uno de los estados futuros de la situación planteada.

5. Un conjunto de informaciones o datos que reflejen el conocimiento sobre el posible resultado de las decisiones.

Aspectos que constituyen los elementos de la toma de decisiones:

- Una unidad de la toma de decisión (individual, grupo, -

organización o sociedad).

- Un conjunto posible de acciones que pueden tomarse para resolver el problema de decisión.

- Un conjunto posible de estados que pueden ocurrir.

- Un conjunto de consecuencias asociadas con cada acción y estado posible que puedan ocurrir.

- La relación entre las consecuencias y los valores de la unidad de la toma de decisiones.

2.5.- Tipos de Toma de Decisiones.

2.5.- Tipos de Toma de Decisiones.

Para los administradores el saber cuántos tipos de toma de decisiones que existen es una ventaja pues podrá determinar la relación de causa-efecto entre cada acto, y su consecuencia al tomar la decisión al problema al cual se esta enfrentando, de todo esto se desprenden los tipos de toma de decisiones:

1. Si se conocen y se consideran todos los cursos alternativos de acción posibles, y si además se conocen los estados futuros de la situación como consecuencia de la decisión, (se dice que se toma una decisión bajo certeza).

2. Si no se conocen los estados futuros de la decisión, pero se conoce la probabilidad de que cada uno de ellos se presente, (se dice que se toma una decisión bajo riesgo).

3. Si se conoce la probabilidad, calculada objetivamente, de que cada uno de los estados futuros se presente, (se dice que se toma una decisión riesgo objetivo).

4. Si se conocen los estados futuros de la situación, pero se conoce la probabilidad calculada subjetivamente, de que se presente cada uno de dichos estados, (se dice que se toma una decisión bajo riesgo subjetivo).

5. Si no se conoce la probabilidad ni objetiva, ni subjetiva de los estados futuros, (se dice que se toma una decisión - bajo incertidumbre).

6. Si no se conocen los estados futuros de la situación, y la probabilidad no sólo se desconoce sino que este influenciada por un oponente cuya meta es vencer, (se dice que se toma una de cisión bajo conflicto).

2.6.- Factores que complican la Toma de Decisiones.

2.6.- Factores que compliquen la toma de decisiones.

Otros factores que pueden complicar la toma de decisiones son la organización que puede perseguir metas incompatibles, la responsabilidad y la autoridad para la toma de decisiones dentro de la organización que pueden estar confundidas y otros factores que considero y son:

1. A los responsables de la decisión y a las unidades de toma de decisiones, sus valores y metas, actitudes de riesgo y sus creencias o conocimiento de la situación.

2. A los recursos limitados y la capacidad de la organización y de su gente.

3. A la dificultad de la situación decisoria:

. La naturaleza múltiple de las metas y objetivos que se intentan lograr.

. El número de cursos alternativos de acción posibles que se deben escoger.

. Los eventos o estados posibles que pueden ocurrir.

. Las posibles consecuencias múltiples que pueden resultar cuando se toma un curso alternativo de acción y ocurre un conjunto de eventos.

4. A las diferentes estructuras de preferencia de individuos de la organización.

5. A la interacción de las decisiones hechas por diferentes tomadores de decisiones.

3.- La Investigación de Operaciones.

3.1.- Origen de la Investigación de Operaciones.

3.- La Investigación de Operaciones.

3.1.- Origen de la Investigación de Operaciones.

El origen de la Investigación de Operaciones (Técnicas - Cuantitativas) data de antes de la Revolución Industrial, ya que durante este movimiento surgieron algunos problemas que más tarde resolvería la Investigación de Operaciones.

Cabe hacer mención que Frederick W. Taylor, fue el primero en aplicar el método científico dentro de una organización, - sin embargo la Investigación de Operaciones se desarrolla en su totalidad en la Segunda Guerra Mundial, ya que de no haber sido por los progresos logrados en las organizaciones al inicio de esta guerra, la Investigación de Operaciones hubiese tardado en desarrollarse en el campo de la Administración Industrial, ya que dicha falta de crecimiento continuaría, siendo indefinida.

3.2.- Antecedentes de la Investigación de Operaciones.

3.2.- Antecedentes de la Investigación de Operaciones.

La Investigación de Operaciones florece en el año de 1939 al iniciar la Segunda Guerra Mundial, los científicos ingleses - eran los encargados de reealizar las investigaciones pertinentes - para determinar el tamaño óptimo de una caravana, es decir; el - número de navíos militares que la debían de componer par. minimi zar las pérdidas por ataques submarinos y la determinación del - grado de calor de los submarinos, así también ayudaron a los mi- litares a descubrir la mejor manera de utilizar el radar para lo- calizar aviones enemigos, estos fueron considerados el núcleo -- del primer grupo de Investigación de Operaciones, ampliaron con- tinuamente su área de actividad hasta abarcar más allá del pro- blema original del radar y de su integración con los observado- res de tierra.

En este mismo año los científicos norteamericanos efectua- ron algunos estudios para la solución de problemas logísticos, - la invención de nuevos patrones de vuelo, la planeación de colo- cación de minas marinas y la utilización efectiva de equipo elec- trónico.

En 1941 el profesor P. M. S. Blackett de la Universidad de- Manchester, encabezaba el grupo que debía de estudiar la actua- ción del equipo de control de cañones en el campo de batalla, espe- cialmente durante su empleo por las tropas enemigas, algunos de -

los miembros del grupo eran fisiólogos, físico-matemáticos, oficiales del ejército, físicos generales y matemáticos entre otros y se le conoció como "el circo de Blackett".

La gamma de disciplinas de ese grupo era extensa, pues la constituían únicamente hombres de ciencia.

A este tipo de actividades científicas se le conoció como Investigación Operacional, porque los primeros estudios se dedicaron a la utilización del radar, en las operaciones de radar y los efectuaron científicos expertos en estas investigaciones.

En 1943 a petición del general Spatz, las diferentes fuerzas militares incluyeron en sus staffs grupos de Análisis Operacional (Análisis Operacionales), la primer fuerza que contó con un equipo de Investigación de Operaciones fue la Real Fuerza Aérea en el octavo comando bombardero, casi simultáneamente la Marina norteamericana formó equipos de Investigación de Operaciones en la Ordenanza Naval y en la Décima Flota, las cuales se ocuparon de realizar investigaciones para localizar minas marinas y e laborar planes estratégicos para la guerra submarina.

En 1945 al término de la guerra Inglaterra enfrentaba nuevos problemas de administración, creados por la nacionalización de la Industria y la necesidad de reconstruir grandes segmentos -

de las instalaciones industriales de la nación, las cuales requerían un nuevo enfoque para su tratamiento, el cual les permitiera aumentar la productividad y las utilidades, los administradores - ingleses estaban dispuestos a aplicar el Análisis Operacional para lograrlo.

Mientras tanto en los Estados Unidos la Investigación de Operaciones paso a ser empleada en las empresas públicas y después se extendió a las empresas privadas, debido al éxito obtenido en las operaciones militares. Reconociaron la importancia del Análisis Cuantitativo en la toma de decisiones administrativas, el Instituto Tecnológico de Massachusetts. Instituyó el primer curso de Investigación de Operaciones con fines no militares.

En 1950 el interés por la Investigación de Operaciones crece de tal magnitud que se formaron sociedades de esta área como son: la Sociedad de Investigación de Operaciones Inglesa, la Sociedad de Investigación de Operaciones de América y el Instituto de Ciencias de la Administración.

La industria norteamericana toma en serio el estudio de la Investigación de Operaciones, ya que es en esta década cuando la computadora electrónica hace su aparición en el Gobierno y la Industria, por ello se dice que los Estados Unidos entran a una Segunda Revolución Industrial del automatismo, ya que la computadora trajo consigo una multitud de nuevos problemas de sistemas-

dentro de las organizaciones, que tenían que ser resueltos, para lo cual ninguna experiencia pasada era completamente la adecuada.

En 1951 en los Estados Unidos se efectuó la Primera Conferencia sobre la Investigación de Operaciones, celebrada en el Instituto Case de Tecnología de Cleveland, dependió de los estudios militares, porque fue imposible encontrar estudios industriales para presentarlos.

En el año de 1957 se sostuvo la Primera Conferencia Internacional de Investigación de Operaciones, patrocinada conjuntamente por la Sociedad de Investigación de Operaciones del Reino Unido, la Sociedad de Investigación de Operaciones de América y el Instituto de la Ciencia Administrativa.

En 1960 se celebra la Segunda Conferencia Internacional de Investigaciones Operacionales, tuvo lugar en la Universidad de Aix-Marseille, en Aix provincia de Francia, siendo anfitriones los miembros de la Sociedad Francesa de Investigaciones Operacionales.

Surge una tecnología más general para crear una estructura lógica en el razonamiento en que se basan los conceptos de teoría de decisión. Ha sido denominada "Análisis de Decisión" aunque esta técnica parece se originó con Bernoulli: su aplicación a problemas de decisión fue desarrollada más tarde y en el año de 1968 se crea el Instituto de Ciencias de la Decisión.

3.3.- Definición de la Investigación de Operaciones

3.3.- Definición de la Investigación de Operaciones.

La Investigación de Operaciones se inicia en la Segunda - Guerra Mundial y de hecho se desarrolla en este lapso de tiempo - y al término de éste, se dieron cambios muy importantes, como - fue la aparición del computador digital (computadors) ya que pro - porciono al tomador de decisiones la capacidad de almacenar in - formación que puede emplear para resolver algunos problemas a - que se enfrente la empresa y al progreso sustancial que se logro al mejorar las técnicas disponibles de la Investigación de Opera - ciones.

Todo esto provocó el tener que dotar de una definición pre - cisa a la Investigación de Operaciones, pero antes de hacerlo es conveniente considerar varias definiciones ya que los teóricos - de esta área la definen de acuerdo con su punto de vista.

Los autores Herbert J. Thierauf y Richard A. Grosse, en su libro "Toma de Decisiones por medio de la Investigación de Opera - ciones", establecen las siguientes definiciones de Investigación - de Operaciones:

Investigación de Operaciones:

Es un método científico para dar a los departamentos ejecu - tivos una base cuantitativa para las decisiones relacionadas con - las operaciones que están bajo su control.

Investigación de Operaciones:

Como la aplicación de métodos, técnicas e instrumentos, a los problemas relacionados con la operación de los sistemas, a fin de proporcionar a los que controlan las operaciones, soluciones para los problemas.

Por su parte G. D. Eppen y F. J. Gould en su libro "Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa" también definen a la Investigación de Operaciones:

Como la aplicación del método científico al estudio de alternativas en un determinado problema con vista a proveer una base cuantitativa para llegar a la solución óptima en términos de las metas perseguidas.

En el libro de Herbert Moskowitz, titulado "Investigación de Operaciones" se define a la Investigación de Operaciones de la siguiente manera:

Como la ciencia y el arte de seleccionar, entre varias alternativas, la que le permite el logro de un objetivo determinado, a la vez que se optimiza la utilización de los recursos humanos y materiales con que se cuenta.

Otra definición es la proporcionada por el profesor: Ing.- Luis Sánchez Urrutia en el curso de Investigación de Operaciones,

esta definición es:

Investigación de Operaciones:

Es la utilización del método científico y del grupo interdisciplinario a fin de representar las complicadas relaciones funcionales, como modelos matemáticos para suministrar una base cuantitativa para la toma de decisiones y descubrir nuevos problemas para su análisis cuantitativo.

Al hacer un estudio minucioso de las definiciones anteriores, pude observar que todos los teóricos de la Investigación de Operaciones, hacen hincapié en el uso del Método Científico, en el análisis de los factores y el tener varias cursos alternativos de acción a la hora de tomar la decisión.

En la siguiente definición trato de que estén incluidos todos los aspectos que constituyen a un organismo, sin ceder mayor o menor importancia a cada uno de ellos:

Como el conjunto de métodos, técnicas y herramientas científicas que se apliquen a problemas relacionados con el control de las organizaciones e inherentes a la operación de los sistemas (hombre-máquina), por un grupo interdisciplinario, a fin de que se produzcan soluciones óptimas que sirvan al logro de los objetivos de la organización.

En conclusión lo que puedo decir es que el resultado obtenido puede ser una guía que debe seguir el administrador sin tener que realizar ninguna modificación, en otras situaciones las técnicas de Investigación de Operaciones brindan al administrador una gama de soluciones factibles entre las que puede seleccionar la que más le convenga.

3.4.- Objetivo de la Investigación de Operaciones.

3.4.- Objetivo de la Investigación de Operaciones.

Toda teoría o escuela administrativa debe satisfacer un objetivo y la Investigación de Operaciones no es la excepción, - dado que capacita al administrador de técnicas por medio de las cuales hallará respuesta a sus problemas que tendrá que resolver. Las técnicas cuantitativas (los métodos matemáticos) jamás sustituirán el criterio del administrador, sobre todo en la apreciación de los aspectos humanos y que en último término, las matemáticas nunca pueden perder su carácter meramente instrumental desímbolismo para que la mente del hombre maneje con eficiencia - ciertas relaciones; pero la coordinación es en esencia el problema primordial del ser humano.

Por lo tanto el objetivo de la Investigación de Operaciones es el siguiente:

Proporcionar al administrador un método racional y sistemático para resolver problemas fundamentales del control u operación de los sistemas, los resultados obtenidos de la investigación deben de ponerse en ejecución, y si éstos constituyen soluciones que formen reglas para emitir decisiones respectivas, que se piensan aplicar durante cierto tiempo, dichos resultados deberán dirigirse o controlarse.

Poco ha poca ha cambiado la impresión que se tenía acerca de la Investigación de Operaciones, pues al principio los adminis

tradores dudaban que se pudiese solucionar algún problema que se presentaba dentro de su organización, o preferían vivir con el problema que no podían resolver antes que aplicar una técnica - cuantitativa que no comprendían, ya que la técnica debía mostrar la cantidad requerida de poder descriptivo y la cantidad de tiempo que se tenía que emplear para llegar a tomar una decisión.

**3.5.- El Enfoque empleado en la Solución de Problemas
de Investigación de Operaciones.**

1.5.- El Enfoque empleado en la Solución de Problemas de Investigación de Operaciones.

La Investigación de Operaciones ha sustentado al administrador de técnicas que parten de la aplicación del método científico para resolver los problemas de la empresa, pero los investigadores de operaciones ofrecieron un elemento novedoso en la forma ordenada y completa de sus enfoques, y han hecho énfasis en la aplicación del problema y metas, colectando y evaluando cuidadosamente hechos, desarrollando y comprobando las predicciones basadas en la hipótesis y diseñando medidas para evaluar la efectividad de un curso alternativo de acción.

En otras palabras el enfoque aplicado para la solución de problemas utilizando la Investigación de Operaciones consiste en:

1. Formular el problema.- El administrador debe analizar los objetivos, los sistemas, las metas y los cursos alternativos de acción para definir el problema bajo estudio.

2. Construir un modelo matemático para representar el sistema o problema bajo estudio.- Este modelo exprese la efectividad del sistema como función de un conjunto de variables, de las cuales cuando menos una debe estar sujeta a control.

3. Deducir una solución del modelo.- Existen dos tipos de

procedimientos para derivar una solución óptima (o aproximadamente óptima) de un modelo: el proceso analítico y el proceso matemático o algebraico.

4. Experimentar el modelo y la solución resultante.- Un modelo nunca es más que la representación parcial de la realidad, el modelo es bueno cuando, aunque tenga esa deficiencia, es decir; no es más que una abstracción de la realidad, es capaz de prever con exactitud, el efecto que los cambios en el sistema tienen sobre la eficiencia general del mismo.

5. Establecer controles sobre la solución.- Esto envuelve el desarrollo de herramientas para determinar cuándo ocurren cambios significativos en las variables y funciones de las cuales depende la solución a la luz de dichos cambios.

6. Poner la solución en ejecución.- La solución experimentada necesita ser transformada en una serie de procesos operacionales susceptibles de ser entendidos y aplicados por la gente responsable de llevarlo a la práctica.

Los usuarios de la Investigación de Operaciones han encontrado dos obstáculos; uno el que nadie desea emprender el duro trabajo de revisar la naturaleza de la información básica, el otro es que las personas se arriesguen a usar, a entender y sobre todo aprecien las técnicas de la Investigación de Operaciones

sin ningún temor.

3.6.- El Modelo General de la Investigación de Operaciones.

3.6.- El Modelo General de la Investigación de Operaciones.

En la Investigación de Operaciones para el logro de un objetivo simple, por lo menos deben estar sujetas a control algunas variables, y así se puede presentar un modelo general que será representativo del sistema que se estudie, el modelo de Investigación de Operaciones tiene la siguiente fórmula:

$$E=f(X_i, Y_j)$$

En donde:

E.- Representa la efectividad del sistema (utilidad, costo, etc.).

X_i.- Representa las variables del sistema que están sujetas a control.

Y_j.- Representa las variables del sistema que no están sujetas a control.

El modelo anterior puede ser clasificado como un modelo de optimización, es decir; cuando se utiliza un modelo de optimización, los valores que se insertan para las variables no controlables (Y_j) y las variables controlables (X_i) se deben de manipular para optimizar la efectividad de (E).

4.- Las Técnicas Cuantitativas.

4.1.- La Programación Lineal.

4.- Las Técnicas Cuantitativas.

4.1.- La Programación Lineal.

El Administrador puede aplicar las Técnicas Cuantitativas - que están contenidas dentro de la Programación Lineal para resolver los problemas que son complejos y que con anterioridad difícilmente podían ser solucionados, todo administrador posee las mismas habilidades que caracterizan a los expertos de Investigación de Operaciones, lo único que debe dejar a un lado es su temor al manejar nuevas técnicas, porque tiene la capacidad para comprender y - y para entender dichas técnicas.

Las Técnicas Cuantitativas (Investigación de Operaciones) - juegan un papel importante en el área administrativa, ya que no sólo se utilizan como guía en la toma de decisiones, sino como ayuda en la toma de decisiones y para automatizar la toma de decisiones, de aquí que la Investigación de Operaciones permita a cualquier individuo guiar su pensamiento racionalmente aún cuando nunca haya - escrito una ecuación.

Un factor que es de vital importancia para el administrador es el tiempo disponible con que cuenta antes de llegar a una decisión, es decir; que si no tiene tiempo suficiente no podrá aplicar un método simplex por ejemplo de manera manual por ser muy laborioso, a menos que tenga un computador digital (computadore).

La Programación Lineal trata sobre la asignación óptima de recursos (ya que estos son limitados) entre fines competitivos, el término lineal se refiere simplemente a problemas con las siguientes características:

1. Las variables que constituyen el modelo (variables de decisión) son de no negatividad $\rightarrow X \geq 0$, es decir; se requiere que todas las variables sean positivas o cero.

2. El criterio de optimización puede ser descrito como una función lineal de estas variables, o sea una función que no contengan términos mayores de primer grado.

3. Las reglas del proceso pueden ser descritos como un conjunto de desigualdades lineales.

4.2.- Los Modelos de Programación Lineal.

4.2.- Los Modelos de Programación Lineal.

El Administrador a través de un Modelo de Programación Lineal obtiene la cantidad requerida de poder descriptivo, o sea la información suficiente para solucionar un problema específico, éste se puede modelar con precisión, y entonces se puede desarrollar una fórmula matemática o un conjunto de ellas para resolverlo.

Lo fundamental de un modelo es que constituye una representación objetiva y cuantitativa del sistema, para facilitar el comprender claramente al sistema y sobre todo, analizar el mayor número posible de combinaciones que de él pueden hacerse y tener los límites de una óptima efectividad del sistema.

Considero que es necesario explicar qué es un modelo y cómo se clasifican éstos, para poder continuar con la formulación de los modelos, por lo general los modelos resuelven problemas de Programación Lineal, que tratan de dietas, de mezclas de productos y de selección de productos, para formular un problema en forma matemática, deben expresarse afirmaciones lógicas en términos matemáticos.

Modelo:

Es una representación (abstracción) de un sistema real, de-

de ser representativo de aquéllos aspectos que están investigándose, sirve para predecir y comparar los resultados de las decisiones.

Los modelos pueden ser clasificados por: sus dimensiones, sus propósitos, el tema y por su grado de abstracción, por lo cual se clasifican en:

1. Normativos.- son los que dicen como deben construirse los sistemas.

2. Descriptivos.- son los que hablan sobre el comportamiento real de algunos sistemas.

3. Concretos.- son los que tienen algunas características físicas en común con la realidad que se está modelando.

4. Abstractos.- son los que no tienen características físicas comunes con el original, los modelos abstractos pueden ser verbales, se puede hacer una descripción de ellos.

Ejemplo No. 1

Problema de Mezcla de Productos:

Una industria produce dos artículos A y B. La elaboración de una unidad del artículo A se lleva \$20.00 de mano de obra y \$10.00 el artículo B. De materia prima se lleva \$10.00 el A y --

\$30.00 el B. El desgaste del equipo es de \$5.00 por cada unidad de A y \$1.00 por cada unidad de B. La utilidad es de \$8.00 para el artículo A y de \$5.00 para el artículo B. Si solamente se cuenta con \$100,000.00 para salarios, \$180,000.00 para materia prima y solamente se cuenta con \$40,000.00 para el desgaste del equipo. Desarrolle el modelo de programación lineal que optimice la producción de la industria.

Los datos de este problema los presenté a continuación en la siguiente tabla:

ARTICULO	M. O.	M. P.	DESGASTE	UTILIDAD
A	\$20.000	\$10.00	\$5.00	\$8.00
B	\$10.00	\$30.00	\$1.00	\$5.00
EFFECTIVO DISPONIBLE	\$100,000	\$180,000	\$40,000	X

Los pasos para la Formulación de Modelos de Programación Lineal son los siguientes:

1. Identificación de las variables desconocidas (de decisión).
2. Identificación de las restricciones (igualdades o desigualdades).

3. Identificación de la función objetivo (siempre será una igualdad).

4. Identificación de las restricciones de no negatividad - (las variables pueden ser positivas o cero).

SOLUCION:

Modelo Verbal:

Variables de decisión:

Producción artículo A

Producción artículo B

Modelo Matemático:

Artículo A = x_1

Artículo B = x_2

Restricciones:

Mano de Obra

$$20x_1 + 10x_2 \leq 100,000$$

Materia Prima

$$10x_1 + 30x_2 \leq 180,000$$

Desgaste del Equipo

$$5x_1 + 1x_2 \leq 40,000$$

Función Objetivo:

Maximizar la utilidad

$$Z(\text{MAX}) = 8x_1 + 5x_2$$

P. de no negatividad:

Artículo A

$$= 0$$

Artículo B

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Interpretación de Resultados:

La industria para la elaboración del artículo A y B, debe considerar que para la mano de obra el artículo A se lleva \$10.00 más que el artículo B, en la materia prima el artículo A requiere solamente de \$10.00 mientras que el B requiere de \$30.00, para el desgaste del equipo el artículo A necesita de \$50.00 y el artículo B solo \$1.00 y la utilidad obtenida por cada unidad de A es de \$8.00 y por cada unidad de B es de \$5.00.

CONCLUSION DEL EJEMPLO No. 1

Para este ejemplo el administrador de la industria debe tomar en cuenta que para la producción de los artículos A y B, no puede gastar más dinero, dado que las restricciones de mano de obra, materia prima y desgaste del equipo le indican que las variables de decisión deben ser menores a las cantidades dispuestas por el área de producción, y de esta manera poder maximizar su utilidad.

Ejemplo No. 2

Problema de Mezcla de Productos:

Un fabricante está tratando de decidir sobre las cantidades de producción para dos artículos: mesas y sillas. Se cuenta con 96 unidades de material y con 72 horas de mano de obra.

Cada mesa requiere 12 unidades de material y 6 horas de mano de obra.

Por otra parte, las sillas usan 8 unidades de material cada una y requieren 12 horas de mano de obra por silla. El margen de contribución es el mismo para las mesas que para las sillas, \$5.00 por unidad. El fabricante prometió construir por lo menos dos mesas. Desarrolle el modelo de programación lineal que optimice la producción del fabricante.

A continuación presento los datos de este problema.

ARTICULOS	No. DE UNIDADES DE MATERIAL	No. DE HORAS DE M. O.	MARGEN DE CONTRIBUCION.
Mesas	12	6	\$ 5.00
Sillas	8	12	\$ 5.00
Capacidad disponible	96	72	X

SOLUCION:

Modelo Verbal

Modelo Matemático

Variables de decisión:

Cantidad de mesas producidas

Mesas producidas = x_1

Cantidad de sillas producidas

Sillas producidas = x_2

Restricciones:

Cantidad de material

$12x_1 + 8x_2 \leq 96$

Total de horas de M. O.

$6x_1 + 12x_2 \leq 72$

Construir por lo menos 2 mesas

$x_1 \geq 2$

Función - objetivo:

Maximizar la utilidad

$Z (\text{MAX}) = 5x_1 + 5x_2$

F. de no negatividad:

Mesas

$x_1, x_2 \geq 0$

≥ 0

Sillas

Interpretación de Resultados.

El fabricante debe considerar que por cada mesa que elabore requerirá 4 unidades de material más que por cada silla, en cuanto a las horas de mano de obra empleadas en la elaboración de cada mesa requerirá 6 horas de mano de obra más que por cada silla, y que por cada mesa y silla que elabore obtendrá un margen de contribución de \$5.00 por cada unidad.

Conclusión del Ejemplo No. 2.

Para este ejemplo el fabricante debe tener presente que so lo dispone de 96 unidades de material para producción de mesas y sillas, que sólo puede contar con 72 horas de mano de obra, y que además que si prometió elaborar por lo menos dos mesas debe hacer lo, para así poder maximizar el margen de contribución.

4.3.- El Método Gráfico.

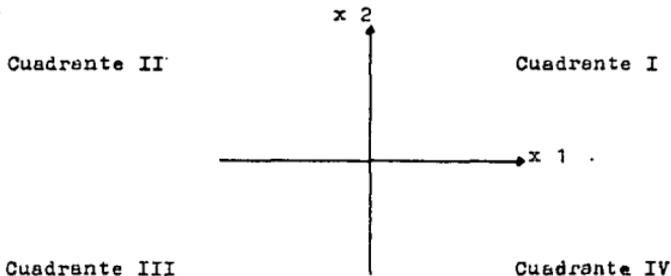
4.3.- El Método Gráfico.

El Método Gráfico tiene como característica principal el eje de las coordenadas cartesianas, en donde se representen las cantidades de cada producto que se debe producir o la cantidad de alimentos que deben componer una dieta balanceada, esto es de acuerdo con el tipo de problema que se tenga que resolver, mientras que en los cuadrantes se encuentra la región factible, ya que esta área puede contener las soluciones posibles.

Para resolver un Modelo de Programación Lineal por el método gráfico es necesario tomar en cuenta:

1. Sólo se pueden trazar restricciones con dos incógnitas.

2. Debido a las restricciones de no negatividad sólo se escoge la superficie que se genera en el primer cuadrante. Esto se hace para escoger sólo valores positivos para x_1 y x_2 .



NOTA:

- Sólo en el cuadrante I se encuentran valores positivos.
- Las ecuaciones generan rectas.
- Las restricciones generan superficies.
- La superficie se forma con la recta generada por la - restricción y una o las dos coordenadas.

Ejemplo No. 3

El Ing. Alberto Rodríguez Martínez con la siguiente restricción desea determinar, cuál es la cantidad de tornillos que debe comprar.

$$2x_1 + 6x_2 \leq 12$$

Los pasos del Método Gráfico son:

1. Se convierte la desigualdad o restricción en igualdad.
2. Se da un valor de cero a x_1 y se encuentra el valor de x_2 , esto genera un punto en las coordenadas.
3. Se da un valor de cero a x_2 y se encuentra el valor de x_1 , esto genera otro punto en las coordenadas.
4. Se trazan los dos puntos en un eje de coordenadas cartesianas y se traza una línea recta entre dos puntos.

Solución:

$$2x_1 + 6x_2 \leq 12$$

$$2x_1 + 6x_2 = 12$$

$$2(0) + 6x_2 = 12$$

$$x_2 = \frac{12}{6}$$

$$2$$

$$x_2 = 2$$

$x_1 = 0$
 $x_2 = 2$ } Estos dos datos generan un punto en las coordenadas.

$$2x_1 + 6x_2 = 12$$

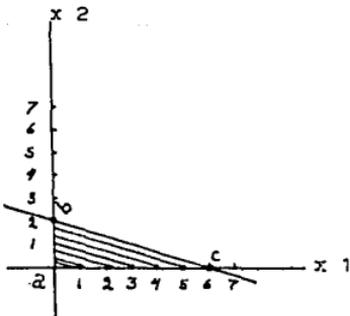
$$2x_1 + 6(0) = 12$$

$$x_1 = \frac{12}{2}$$

$$6$$

$$x_1 = 6$$

$x_1 = 6$
 $x_2 = 0$ } Estos dos datos generan otro punto en las coordenadas.



Esta figura contiene tres
vértices que son:

$$a = (0, 0)$$

$$b = (0, 2)$$

$$c = (6, 0)$$

Interpretación de Resultados:

A través del método gráfico se puede seleccionar un valor - que este contenido en la región factible, por ejemplo el punto -- (2,1) este valor se puede substituir en la restricción.

$$2 \times 1 + 6 \times 2 \leq 12$$

$$2 (2) + 6 (1) \leq 12$$

$$4 + 6 \leq 12$$

$$10 \leq 12$$

Esto indica que el valor de este punto es menor o igual a 12.

Conclusión del Ejemplo No. 3.

Al substituir los datos en la restricción dada el Ingeniero podrá saber cuál es la cantidad que debe comprar.

$$2 \times 1 + 6 \times 2 \leq 12$$

$$a) 2 (0) + 6 (0) \leq 12$$

$$0 + 0 \leq 12$$

$$0 \leq 12$$

$$b) 2 (0) + 6 (2) \leq 12$$

$$0 + 12 \leq 12$$

$$12 \leq 12$$

$$c) 2 (6) + 6 (0) \leq 12$$

$$12 + 0 \leq 12$$

$$12 \leq 12$$

El Ingeniero tiene dos opciones que son los incisos b y c y los dos incisos satisfacen la restricción, así el ingeniero puede -

contestar su pregunta.

Ejemplo No. 4.

El Lic. Fernando Cuellar Díaz desea saber por medio de la siguiente restricción cuál es el número de escritorios que debe pedir a su proveedor para varios de sus empleados.

$$2 x 1 + 6 x 2 \geq 12$$

SOLUCION:

$$2 x 1 + 6 x 2 \geq 12$$

$$2 x 1 + 6 x 2 = 12$$

$$2 (0) + 6 x 2 = 12$$

$$x 2 = \frac{12}{6}$$

$$6$$

$$x 2 = 2$$

$$x 1 = 0$$

$$x 2 = 2$$

Estos dos datos generan un punto en las coordenadas.

$$2 x 1 + 6 x 2 = 12$$

$$2 x 1 + 6 (0) = 12$$

$$x 1 = \frac{12}{2}$$

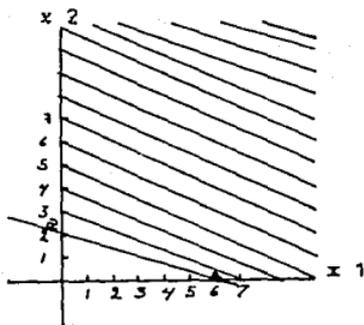
$$2$$

$$x 1 = 6$$

$$x 1 = 6$$

$$x 2 = 0$$

Estos dos datos generan otro punto en las coordenadas.



Esta figura contiene dos vértices que son:

a. (0,2)

b. (6,0)

NOTA:

- Cuando el signo de una desigualdad o restricción es del tipo \leq debe contener al origen.
- Cuando el signo de una desigualdad o restricción es del tipo \geq no debe contener al origen, sino tenderá al infinito.

Interpretación de resultados:

Por medio del método gráfico se puede seleccionar un valor que esté contenido en la región factible, por ejemplo el punto -- (3,4), este valor se puede substituir en la restricción.

$$2x_1 + 6x_2 \geq 12$$

$$2(3) + 6(4) \geq 12$$

$$6 + 24 \geq 12$$

$$30 \geq 12$$

Esto indica que el valor de este punto es mayor igual que la restricción.

Conclusión del Ejemplo No. 4.

Al substituir los datos obtenidos después de aplicar el método gráfico, el licenciado sabrá cuántos escritorios debe comprar al proveedor para sus empleados.

$$2x_1 + 6x_2 \geq 12$$

$$a) 2(0) + 6(2) \geq 12$$

$$0 + 12 \geq 12$$

$$12 \geq 12$$

$$b) 2(6) + 6(0) \geq 12$$

$$12 + 0 \geq 12$$

$$12 \geq 12$$

El licenciado tiene dos opciones que son los incisos a y b y los incisos satisfacen la restricción, así el licenciado puede comprar seis o dos escritorios dependiendo cuántos empleados requieran un escritorio.

Ejemplo No. 5.

Este ejemplo se basa en el planteamiento del ejemplo No. 1, a continuación se dan la función objetivo y las restricciones respectivas a este ejemplo.

$$Z (\text{Max}) = 5 x_1 + 5 x_2$$

$$12 x_1 + 8 x_2 \leq 96$$

$$6 x_1 + 12 x_2 \leq 72$$

$$x_1 \geq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$12 x_1 + 8 x_2 \leq 96$$

$$12 x_1 + 8 x_2 = 96$$

$$12 (0) + 8 x_2 = 96$$

$$x_2 = \frac{96}{8}$$

$$8$$

$$x_2 = 12$$

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 12$$

$$12 x_1 + 8 x_2 = 96$$

$$12 x_1 + 8 (0) = 96$$

$$x_1 = \frac{96}{12}$$

$$8$$

$$x_1 = 8$$

$$x_1 = 8$$

$$x_2 = 0$$

$$6 x_1 + 12 x_2 \leq 72$$

$$6 x_1 + 12 x_2 = 72$$

$$6 (0) + 12 x_2 = 72$$

$$x_2 = \frac{72}{12}$$

$$6$$

$$x_2 = 6$$

$$x_1 = 0$$

$$x_2 = 6$$

$$6 x_1 + 12 x_2 = 72$$

$$6 x_1 + 12 (0) = 72$$

$$x_1 = \frac{72}{6}$$

$$12$$

$$x_1 = 12$$

$$x_1 = 12 \quad x_2 = 0$$

$$x_1 \geq 2$$

$$x_1 = 2$$

Para trazar un Modelo de Programación Lineal se realizan -
los siguientes pasos:

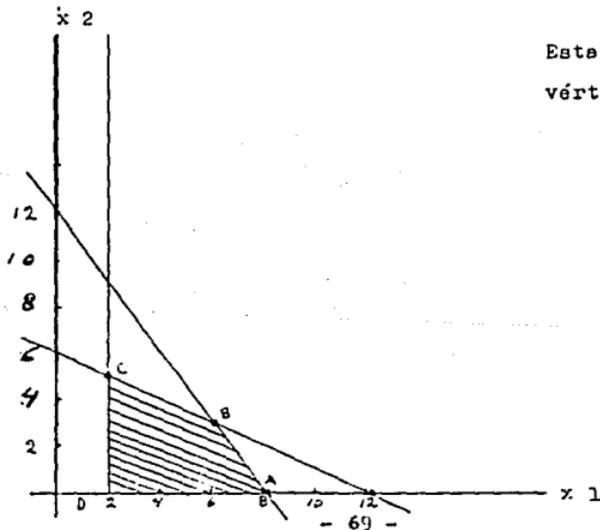
a. Se trazan cada una de las restricciones en el eje de las coordenadas cartesianas.

b. La superficie formada por las restricciones nos genera un polígono de soluciones factibles.

c. Se substituye cada uno de los vértices del polígono en la función objetivo y se escoge el valor que convenga ya sea que se este maximizando o minimizando.

d. La respuesta óptima son los valores generados por el paso anterior.

Después de haber obtenido las coordenadas de las restricciones, el paso siguiente es aplicar lo antes enunciado:



Esta figura contiene 4 vértices que son:

$$a = (8, 0)$$

$$b = (6, 3)$$

$$c = (2, 5)$$

$$d = (2, 0)$$

Ahora la tarea es substituir las coordenadas obtenidas de cada uno de los vértices en la función objetivo y se escoge el - más grande (ya que en este caso se está maximizando).

$$Z (\text{MAX}) = 5x_1 + 5x_2$$

$$A = 5(8) + 5(0)$$

$$A = 40 + 0$$

$$A = 40$$

$$B = 5(6) + 5(3)$$

$$B = 30 + 15$$

$$B = 45$$

$$C = 5(2) + 5(5)$$

$$C = 10 + 25$$

$$C = 35$$

$$D = 5(2) + 5(0)$$

$$D = 10 + 0$$

$$D = 10$$

Por lo tanto la respuesta óptima es:

$$Z = 45$$

$$x_1 = 6$$

$$x_2 = 3$$

El valor más grande es 45, así el vértice B es el óptimo; por lo cual se deben producir 6 mesas y 3 sillas.

Interpretación de Resultados:

El fabricante debe tener en cuenta que para decidir el número de meses y sillas que desea producir, el material está limitado a 96 unidades y que cada mes se lleva 12 unidades de material y cada silla usa 8 unidades, así mismo el número de horas de mano de obra está limitado a 72 horas puesto que cada mes para su elaboración se lleva 6 horas de mano de obra y cada silla 12 horas de mano de obra.

Conclusión del ejemplo No. 5.

Al tomar las coordenadas obtenidas del polígono de soluciones factibles y al haberlos substituído cada una de ellas el resultado arrojado indica que el fabricante debe producir 6 meses y 3 sillas para de esta manera maximizar su utilidad que sería de \$45.00

4.4.- El Método Simplex.

4.4.- El Método Simplex.

El Método Simplex fue desarrollado por el matemático norteamericano, Jorge B. Dantzig en el año de 1947, para resolver problemas de Programación Lineal, dicho método se puede aplicar gracias a los avances tecnológicos puede ser realizado a través de una computadora.

Demostó que podía usarse una ecuación criterio, (la función objetivo) para seleccionar de manera sistemática una solución "óptima" de entre muchas soluciones posibles, además este era un método que se podía aplicar a problemas de cualquier tamaño y sus limitaciones prácticas son: el tiempo y el costo.

Ejemplo No. 6.

Un granjero cría: pavos y gallinas, el costo de la crianza de una gallina es de \$2.00 y de un pavo de \$4.00 respectivamente, hasta el momento de su venta, las gallinas se venden a \$1.00 y los pavos a \$5.00 cada uno. Sabiendo que la granja puede alojar sólo 150 aves y el granjero sólo desea tener 60 pavos a la vez. Desarrolle el modelo de programación lineal que optimice el funcionamiento de la granja.

ANIMALES	COSTO	VENTA	UTILIDAD
PAVO	\$2.00	\$1.00	\$3.00
GALLINA	\$4.00	\$5.00	\$10.00

Solución:

Modelo Verbal.

Variables de decisión:

Número de pavos

Número de gallinas

Restricciones:

Solo 150 aves

Más de 80 pavos

Función objetivo:

Maximizar la utilidad

F. de no negatividad:

Pavos

≥ 0

Gallinas

Modelo matemático.

Pavo = x_1

Gallinas = x_2

$$2x_1 + 4x_2 \leq 80$$

$$1x_1 + 5x_2 \leq 70$$

$$Z \text{ (MAX)} = 3x_1 + 10x_2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Con los datos de este ejemplo me servirán para aplicar el método simplex.

$$Z \text{ (MAX)} = 3x_1 + 10x_2$$

$$2x_1 + 4x_2 \leq 80$$

$$1x_1 + 5x_2 \leq 70$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

Fases del Método Simplex:

1. Convertir las desigualdades en igualdades agregando variables de holgura, y los lugares donde no aparezca alguna variable (de decisión) agregando la variable que falta con coeficiente cero:

2. Se forma una tabla o matriz simplex con los siguientes datos: en el primer renglón primera columna siempre se usa la variable X_0 y columna por columna se pondrá por encabezado cada una de las variables usadas en el modelo, primero se escriben las variables de decisión y posteriormente las variables de holgura, la columna final tendrá por encabezado b_i .

La primera columna tendrá renglón a renglón los siguientes encabezados: en el primer renglón X_0 , en el segundo renglón Z (utilidad o función objetivo), en el tercer renglón se escribirá la primera variable de holgura, que se agregó a la primera restricción, en el cuarto renglón se escribirá la variable de holgura que se agregó a la segunda restricción y así sucesivamente.

3. La tabla se llena de la siguiente forma:

a). En el renglón Z se escriben los coeficientes de la función objetivo, en la columna b_i se escribirá cero.

b). En el siguiente renglón se escriben los coeficientes de la restricción asociada a la variable de holgura que este renglón indique; en la columna b_i se coloca el segundo miembro de la ecuación.

c). Todos los demás renglones se desarrollan con el mismo procedimiento.

4. Se encuentra la columna pivote; se busca en el renglón 2 el valor más alto (positivo), de éste se dice que es la variable que entra a la solución.

5. Se encuentra el renglón pivote de la siguiente manera:

a) Se divide cada elemento de la columna bi entre el elemento correspondiente en ese renglón a la columna pivote. De este renglón se dice que es la variable que sale de la solución - (el cociente es sólo entre números positivos).

b) A la intersección de la columna pivote con el renglón-pivote se le denomina elemento pivote. A todos los demás elementos de la columna pivote se les denomina elementos semipivotes.

6. Se forma una nueva tabla o matriz simplex:

a) En el primer renglón los encabezados son los mismos que los de la tabla anterior.

b) En la columna X_0 todo queda igual, excepto que ya no se coloca la variable que sale y en su lugar se coloca la variable que entra.

7. Para desarrollar la tabla se desarrollan los siguientes pasos:

a) Se inicia resolviendo el renglón de la variable que en-

tro.

b) Los datos que van este renglón son el resultado de dividir cada uno de los elementos del renglón pivote entre el elemento pivote. El resultado se coloca en el renglón de la variable que entro, a este renglón en la nueva tabla se le llamará - renglón principal.

8. El siguiente procedimiento es aplicable a todos los demás renglones que faltan desarrollar incluyendo Z y es el siguiente:

a) A cada uno de los elementos del renglón original se le resta el producto de él elemento semipivote de este renglón multiplicado por el elemento correspondiente en el renglón principal:

RENGLON ORIGINAL - (SEMIPIVOTE X RENGLOON PRINCIPAL).

9. En este paso se vuelve a iniciar el procedimiento desde el paso 4, se escoge el elemento pivote. Se llega a la solución óptima en el renglón Z no se encuentren números positivos.

Solución per Método Simplex:

$$Z \text{ (MAX)} = 3 x_1 + 10 x_2$$

$$2 x_1 + 4 x_2 \leq 80$$

$$1 x_1 + 5 x_2 \leq 70$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$\begin{aligned}
 Z \text{ (MAX)} &= 3x_1 + 10x_2 + 0x_3 + 0x_4 \\
 2x_1 + 4x_2 + x_3 + 0x_4 &= 80 \\
 1x_1 + 5x_2 + 0x_3 + x_4 &= 70
 \end{aligned}$$

Nota:

A esta forma se le llama forma estándar.

$$\begin{array}{cccccc}
 3 & 10 & 0 & 0 & 0 & \\
 2 & 4 & 1 & 0 & 80 & \\
 1 & 5 & 0 & 1 & 70 &
 \end{array}$$

Nota:

Aquí se forma una matriz identidad.

Variable	Variable
de	de
Decisión	Holgura

	x1	x2	x3	x4	bi
Z	3	10	0	0	0
x3	2	4	1	0	80
x4	1	5	0	1	70

$$80/4=20$$

$$70/5=14$$

$$\begin{array}{cccccc}
 & 1/5 & 5/5 & 0/5 & 1/5 & 70/5 \\
 x_2 = & 0.2 & 1 & 0 & 0.2 & 14
 \end{array}$$

La variable que sale es $x_4 = 70/5 = 14$

La variable que entra es x_2 .

El elemento pivote es el número 5.

Los elementos semipivotes son los números 10 y 4.

El renglón pivote es: $1/5 \quad 5/5 \quad 0/5 \quad 1/5 \quad 70/5$.

El renglón principal es: $0.2 \quad 1 \quad 0 \quad 0.2 \quad 14$.

$$Z = 3 - (10 \times 0.2) = 3 - 2 = 1$$

$$10 - (10 \times 1) = 10 - 10 = 0$$

$$0 - (10 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$0 - (10 \times 0.2) = 0 - 2 = -2$$

$$0 - (10 \times 14) = 0 - 140 = -140$$

$$x_3 = 2 - (4 \times 0.2) = 2 - 0.8 = 1.2$$

$$4 - (4 \times 1) = 4 - 4 = 0$$

$$1 - (4 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$0 - (4 \times 0.2) = 0 - 0.8 = -0.8$$

$$80 - (4 \times 14) = 80 - 56 = 24$$

↓

x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	b_1
Z	1	0	0	-2	-140
x_2	0.2	1	0	0.2	14
x_3	1.2	0	1	-0.8	24

$$14/0.2 = 70$$

$$24/1.2 = 20$$

$$\left(\begin{array}{c} 14 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{array} \right) = \frac{14 \times 5}{1 \times 1 \times 1} = \frac{70}{1} = 70$$

$$\left(\begin{array}{c} 24 \\ 1 \\ 6 \\ 5 \end{array} \right) = \frac{24 \times 5}{6 \times 1} = \frac{120}{6} = 20$$

$$1.2/ \quad 1.2 \quad 0/1.2 \quad -0.8/1.2 \quad 24/1.2$$

$$x \ 1 = \quad 1 \quad 0 \quad 0.83 \quad -0.66 \quad 20$$

$$2 = 1 - (1 \times 1) = 1 - 1 = 0$$

$$0 - (1 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$0 - (1 \times 0.83) = 0 - 0.83 = -0.83$$

$$-2 - (1 \times -0.66) = -2 + 0.66 = -1.34$$

$$-140 - (1 \times 20) = -140 - 20 = -160$$

$$x \ 2 = 0.2 - (0.2 \times 1) = 0.2 - 0.2 = 0$$

$$1 - (0.2 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$0 - (0.2 \times 0.83) = 0 - 0.166 = -0.166$$

$$0.2 - (0.2 \times -0.66) = 0.2 + 0.132 = 0.332$$

$$14 - (0.2 \times 20) = 14 - 4 = 10$$

x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	b_i
z	0	0	-0.83	-1.34	-160
x_1	1	6	0.83	-0.66	20
x_2	0	1	-0.16	0.33	10

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Solución:

$$Z = 160$$

$$x_1 = 20$$

$$x_2 = 10$$

$$x_3 = 0$$

$$x_4 = 0$$

Comprobación:

$$2x_1 + 4x_2 \leq 80$$

$$2(20) + 4(10) \leq 80$$

$$40 + 40 \leq 80$$

$$80 \leq 80$$

$$1x_1 + 5x_2 \leq 70$$

$$1(20) + 5(10) \leq 70$$

$$20 + 50 \leq 70$$

$$70 \leq 70$$

CONCLUSION DEL EJEMPLO No. 6.

Por medio del método simplex después de haber desarrollado todo el proceso el administrador puede obtener la cantidad con - que su utilidad se maximiza y la cantidad de pavos y gallinas con que puede satisfacer las necesidades de su granja.

Ejemplo No. 7

Estos datos son tomados del ejemplo no. 1.

$$Z \text{ (MAX)} = 8 x_1 + 5 x_2$$

$$20x_1 + 10x_2 \leq 100,000 \Rightarrow x_3$$

$$10x_1 + 30x_2 \leq 180,000 \Rightarrow x_4$$

$$5x_1 + 1x_2 \leq 40,000 \Rightarrow x_5$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$Z \text{ (MAX)} = 8x_1 + 5 x_2 + 0x_3 + 0x_4 + 0x_5$$

$$20x_1 + 10 x_2 + x_3 + 0x_4 + 0x_5 = 100,000$$

$$10x_1 + 30 x_2 + 0x_3 + x_4 + 0x_5 = 180,000$$

$$5x_1 + 1 x_2 + 0x_3 + 0x_4 + x_5 = 40,000$$

8	5	0	0	0	0
20	10	1	0	0	100,000
10	30	0	1	0	180,000
5	1	0	0	1	40,000

↓

Xo	x1	x2	x3	x4	x5	bi
Z	8	5	0	0	0	0
x3	20	10	1	0	0	100,000
x4	10	30	0	1	0	180,000
x5	5	1	0	0	1	40,000

$$100,000 / 20 = 5,000$$

$$180,000 / 10 = 18,000$$

$$40,000 / 5 = 8,000$$

	20/20	10/20	1/20	0/20	0/20	100,000/20
x1 =	1	0.5	0.05	0	0	5,000

$$z = 8 - (8 \times 1) = 8 - 8 = 0$$

$$5 - (8 \times 0.5) = 5 - 5 = 1$$

$$0 - (8 \times 0.05) = 0 - 0.4 = -0.4$$

$$0 - (8 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$0 - (8 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$0 - (8 \times 5,000) = 0 - 40,000 = -40,000$$

$$x_4 = 10 - (10 \times 1) = 10 - 10 = 0$$

$$30 - (10 \times 0.5) = 30 - 5 = 25$$

$$0 - (10 \times 0.05) = 0 - 0.5 = -0.5$$

$$1 - (10 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$0 - (10 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$180,000 - (10 \times 5,000) = 180,000 - 50,000 = 130,000$$

$$x_5 = 5 - (5 \times 1) = 5 - 5 = 0$$

$$1 - (5 \times 0.5) = 1 - 2.5 = -1.5$$

$$0 - (5 \times 0.05) = 0 - 0.25 = -0.25$$

$$0 - (5 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$1 - (5 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$40,000 - (5 \times 5,000) = 40,000 - 25,000 = 15,000$$

↓

x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	bi
Z	0	1	-0.4	0	0	-40,000
x_1	1	0.5	0.05	0	0	5,000
x_4	0	25	-0.5	1	0	130,000
x_5	0	-1.5	-0.25	0	1	15,000

$$5,000/0.05 = 10,000$$

$$130,000/25 = 5,200$$

	0/25	25/25	-0.5/25	1/25	0/25	130,000/25
$x_2 =$	0	1	-0.02	0.04	0	5,200

$$Z = 0 - (1 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$1 - (1 \times 1) = 1 - 1 = 0$$

$$-0.4 - (1 \times -0.02) = -0.4 + 0.02 = -0.38$$

$$0 - (1 \times 0.04) = 0 - 0.04 = -0.04$$

$$0 - (1 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$-40,000 - (1 \times 5,200) = -40,000 - 5,200 = -45,200$$

$$x_5 = 0 - (-1.5 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$-1.5 - (-1.5 \times 1) = -1.5 + 1.5 = 0$$

$$-0.25 - (-1.5 \times 0.02) = -0.25 + 0.03 = -0.22$$

$$0 - (-1.5 \times 0.04) = 0 + 0.06 = 0.06$$

$$1 - (-1.5 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$15,000 - (-1.5 \times 5,200) = 15,000 + 7,800 = 22,800$$

$$x_1 = 1 - (0.5 \times 0) = 1 - 0 = 1$$

$$0.5 - (0.5 \times 1) = 0.5 - 0.5 = 0$$

$$0.05 - (0.5 \times 0.02) = 0.05 + 0.01 = 0.06$$

$$0 - (0.5 \times 0.04) = 0 - 0.02 = -0.02$$

$$0 - (0.5 \times 0) = 0 - 0 = 0$$

$$5,000 - (0.5 \times 5,200) = 5,000 - 2,600 = 2,400$$

x0	x1	x2	x3	x4	x5	b1
3	0	0	-.38	-.04	0	-45,200
x1	1	0	.06	-.02	0	2,400
x2	0	1	-.02	.04	0	5,200
x3	0	0	-.28	-.06	1	22,800

Solución:

$$Z = 45,200$$

$$x_1 = 2,400$$

$$x_2 = 5,200$$

$$x_3 = 0$$

$$x_4 = 0$$

$$x_5 = 22,800$$

Comprobación:

$$20x_1 + 10x_2 \leq 100,000$$

$$20(2,400) + 10(5,200) \leq 100,000$$

$$48,000 + 52,000 \leq 100,000$$

$$100,000 \leq 100,000$$

$$10x_1 + 30x_2 \leq 180,000$$

$$10(2,400) + 30(5,200) \leq 180,000$$

$$24,000 + 156,000 \leq 180,000$$

$$180,000 \leq 180,000$$

$$5x_1 + 1x_2 \leq 40,000$$

$$5(2,400) + 1(5,200) \leq 40,000$$

$$12,000 + 5,200 \leq 40,000$$

$$17,200 \leq 40,000$$

Análisis de sensibilidad:

	Producto A	Producto B	Producto C
Mano de obra	20	10	100,000
Materia Prima	10	30	180,000
Equipo	5	1	40,000
Utilidad	8	5	X

Cantidad de Producto A = x_1

Cantidad de Producto B = x_2

$$Z (\text{MAX}) = 8x_1 + 5x_2$$

$$20x_1 + 10x_2 \leq 100,000$$

$$10x_1 + 30x_2 \leq 180,000$$

$$5x_1 + 1x_2 \leq 40,000$$

$$Z = 8x_1 + 5x_2$$

$$M.O. \quad 20 x_1 + 10 x_2 + x_3 = 100,000$$

$$M.P. \quad 10 x_1 + 30 x_2 + x_4 = 180,000$$

$$\text{Equipo} \quad 5 x_1 + 1 x_2 + x_5 = 40,000$$

(Después de efectuar el método ~~simplex~~ es la respuesta).

M.O. - aumenta

M.P.

	x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	b_1
Utilidad	Z	0	0	-.38	-.04	0	45,200
	x_1	1	0	.06	.02	0	2,400
	x_2	0	1	-.02	.04	0	5,200
	x_5	0	0	-.28	.06	1	22,800

- disminuye

+ aumenta

Precio Sombra:

$$M.O. \quad .38 \times 100,000 = 38,000$$

$$M.P. \quad .04 \times 180,000 = \underline{7,200}$$

45,200 Utilidad

x1 = 2,400	x3 = 0
x2 = 5,200	x4 = 0
z = 45,200	x5 = 22,800

Debo producir:

2,400 articulo A

5,200 articulo B

Como especie de comprobación

$$\begin{aligned}
 \text{M.O. } 20 \times 1 + 10 \times 2 + x3 &= 100,000 \\
 20 (2,400) + 10 (5,200) &= \\
 48,000 + 52,000 + x3 &= 100,000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{M.P. } 10 \times 1 + 30 \times 2 + x4 &= 100,000 \\
 10 (2,400) + 30 (5,200) &= \\
 24,000 + 156,000 + x4 &= 180,000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Equipo } 5 \times 1 + 1 \times 2 + x5 &= 40,000 \\
 5 (2,400) + 1 (5,200) &= \\
 12,000 + 5,200 + x5 &= 40,000 \\
 17,200 + 22,800 &= 40,000
 \end{aligned}$$

Variable de holgura:

Estas variables me indican los recursos sobrantes (capacidad ociosa).

Precios sombra:

Son los valores que se encuentran localizados en la tabla de solución óptima en el renglón Z, (solamente los valores relacionados con las variables de holgura o supérfluas).

Me indican la utilidad que me generaría una unidad que se invirtiera en el recurso al cual está relacionada la variable de holgura. En este ejemplo: 0.38 es la utilidad que se generaría si invirtiera una unidad de x 3 (M. O.) \$ 1.00 en mano de obra.

0.04 me indique la utilidad que me generaría una unidad de x1 (Materia prima) \$ 1.00.

Si yo invirtiera \$ 1.00 en x3 lo único que tendría es más cantidad de holgura.

Los precios sombra me generan nuestra utilidad.

$$\text{M.O. } 0.38 \times 100,000 = 38,000$$

$$\text{M.P. } 0.04 \times 180,000 = \underline{7,200}$$

$$45,200$$

Preguntas:

1. ¿ Quién me limita ? x 5 equipo
2. ¿ Cuánto dinero debo pedir ? \$ 81,428
3. ¿ En cuánto varía mi utilidad ? Mi cantidad producto A y mi cantidad producto B holgura de equipo.

Divido para obtener la multiplicación:

x1	2,400	2,400.06
		2,400.12
x1	5,200/0.02	5,199.98
	260,000	5,199.96
x5	22,800/0.28	22,799.72

81,428

↳ llega primero a cero

Debo pedir \$ 81,428.00

$81,428 \times 0.38 = 30,942$ utilidad

$81,428 \times 0.06 = 4,886$ producirse más artículo A

$81,428 \times 0.02 = 1,628$ menos del actual artículo B

Utilidad = 45,200

30,942

\$76,142

Artículo A

2,400

4,886

7,286

Artículo B

5,200

1,628

3,572

Equipo = 0

X1 2,400 / .02 = 120,000 Debo producir 120,000

Me limite X

O artículo A

Artículo A

0

120,000 / .04 = 4,800

Artículo B

Artículo B

10,000

120,000 / .06 = 7,200

Equipo

Equipo

30,000

120,000 / .04 = 4,800

Utilidad

Utilidad

50,000

Si tengo que sacar dinero de la empresa:

Decrementar

Aumento (los signos cam

x32,400 / 0.06

= 40,000

81,428 bien).

x45,200 / 0.04

=130,000

120,000

- 45,200

0.04 X 130,000

5,200

40,000 utilidad

- 45,200

0.38 X 40,000

15,200

30,000

Para encontrar que recurso me va a limitar en cuanto a un aumento o su disminución se divide cada elemento de la columna bi en

tre el elemento correspondiente a analizar exceptuando Z y el co
 ciente negativo (valor absoluto más pequeño me dirá hasta donde
 puedo crecer, el positivo más pequeño me dirá hasta donde puedo
 crecer).

90 = - 102 aumento
 -0.88

90 = + 120 disminución
 0.75

10 = + 76 disminución
 0.13

10 = + 40 aumento
 0.25

635 = - 10583
 -0.06

635 = + 1024
 0.62

Conclusión del ejemplo No. 7.

A través del análisis de sensibilidad se el número de artí-
 culos A que debo producir (o sea 2,400) y el número de artículo
 B que también debo producir (o sea 5,200), así como saber que -
 las variables de holgura me indican la capacidad ociosa, los pre -
 cios sombra me indican que si invierte \$ 1.00 en mano de obra me-
 redituaria \$ 38,000 y si invierte \$ 1.00 en materia prima me redi-
 tuaria \$ 7,200 por lo cual mi utilidad sería de \$ 45,200.

4.5.- El Modelo de Asignación.

4.5.- El Modelo de Asignación.

El Modelo de Asignación forma una subclase especial de los problemas de Programación Lineal, para quedar clasificado como un problema de asignación 1 a 1, como su nombre lo indica consiste en asignar o dar destino a distintos recursos, el problema es dedicar un grupo de recursos a diferentes fines, de manera que todos los fines se logren y a cada uno de ellos se destine un recurso solamente.

El objetivo que persigue el Modelo de Asignación es que el costo o el tiempo sean mínimos, o por otro lado que las utilidades sean máximas.

Los problemas típicos de esta naturaleza incluyen: él designar trabajadores a máquinas, trabajos a máquinas, equipos de trabajo a proyectos, agentes de ventas a distritos, contratos a contratistas, telefonistas para atender llamadas de servicios, editores para los manuscritos y modelos para agencias de publicidad, además los problemas de asignación pueden resolverse con la enumeración de todas las posibles combinaciones y la selección de la mejor. Para un problema de $n \times n$, existen $n!$ soluciones posibles, aún problema de 5×5 , tiene 120 soluciones.

Este tipo de modelo tiene aplicaciones en los negocios de

bido a que, como se vera tratan directamente con las tareas de la organizaci3n del trabajo y la distribuci3n de los bienes.

Las caracteristicas del Modelo de Asignaci3n son:

1. Es caracteristica principal de este tipo de modelos la indivisibilidad de los recursos.

2. El n3mero de recursos debe ser igual al n3mero de destinos, o sea que a cada recursos corresponde uno y s3lo un destino.

Ejemplo No. 8.

La compa1a X de ambulancias tiene cuatro ambulancias en diferentes lugares de la ciudad. Existen cuatro pacientes que requieren servicio, tambi3n en lugares dispersos. Se conoce el tiempo de traslado para cada ambulancia. La compa1a X de ambulancias quiere asignar las ambulancias de manera que minimice el tiempo total de traslado.

AMBULANCIA \ PACIENTE	PACIENTE			
	1	2	3	4
A	5	6	5	5
B	6	8	5	3
C	10	7	2	4
D	8	12	4	5

Minimizar los costos.

Método Húngaro:

1. Se determina cual es el menor elemento de cada fila y se resta a todos los elementos de esa fila.

2. De la tabla anterior se escoge el menor elemento de cada columna y se resta a cada uno de los demás elementos.

3. En la tabla anterior se cancela con líneas rectas (horizontales, verticales, pero no diagonales), los ceros fijándose en usar el menor número posible de líneas rectas posibles, cuando el número de líneas rectas es igual al número de equipos o trabajos, se ha llegado a la asignación óptima (si no se cumple se realiza el siguiente paso).

4. De los elementos no cancelados de la tabla anterior se escoge el de valor más pequeño y con este se hace lo siguiente se resta a los elementos no cancelados y se suma a los elementos cruzados por dos líneas rectas, los elementos cruzados por una sola línea recta no se afectan (pasan igual). se vuelve a cancelar con líneas rectas.

5. Si en el paso anterior aún no se ha llegado a la solución óptima, se realiza otra vez el paso 4. Cuando el número de líneas rectas usadas es igual al número de filas o columnas, esto indica que la solución es ya la óptima.

Las asignaciones se escogerán en los lugares donde hay ceros, teniendo en cuenta que a cada trabajo corresponde uno y sólo un equipo y viceversa.

Después de haber asignado en lugares en donde hay ceros,

se procede a señalar las asignaciones en la tabla original.

Solución:

$$\begin{array}{llll}
 5 - 5 = 0 & 5 - 6 = 1 & 5 - 5 = 0 & 5 - 5 = 0 \\
 6 - 3 = 3 & 8 - 3 = 5 & 5 - 3 = 2 & 3 - 3 = 0 \\
 10 - 2 = 8 & 7 - 2 = 5 & 2 - 2 = 0 & 4 - 2 = 2 \\
 8 - 4 = 4 & 12 - 4 = 8 & 4 - 4 = 0 & 5 - 4 = 1
 \end{array}$$

0	1	0	0
3	5	2	0
8	5	0	2
4	8	0	1

$$\begin{array}{llll}
 0 - 0 = 0 & 1 - 1 = 0 & 0 - 0 = 0 & 0 - 0 = 0 \\
 3 - 3 = 0 & 5 - 1 = 4 & 2 - 0 = 2 & 0 - 0 = 0 \\
 8 - 0 = 8 & 5 - 1 = 4 & 0 - 0 = 0 & 0 - 0 = 0 \\
 4 - 0 = 4 & 8 - 1 = 7 & 0 - 0 = 0 & 1 - 0 = 1
 \end{array}$$

0	0	0	0
3	4	2	0
8	4	0	2
4	7	0	1

es el elemento de valor más pequeño.

0	0	1	1
0	1	2	0
4	1	0	2
1	4	0	1

es el elemento de valor más pequeño.

0	0	2	1
0	1	3	0
3	0	0	1
0	3	0	0

Solución:

Ambulancia	paciente	tiempo
A	2	6
B	4	3
C	3	2
D	1	8
		19 Horas

Conclusión del Ejemplo N. 8.

Por medio del modelo de asignación se puede determinar para este ejemplo, que ambulancia será la responsable de llevar al paciente a un hospital ubicado en un lugar diferente de la ciudad entonces el objetivo es llevar a cada paciente a cada hospital en el menor tiempo posible, para que sean atendidos satisfactoriamente. O sea que cada ambulancia trasladará sólo a un paciente.

Ejemplo N. 9.

Asignar equipos de trabajo a proyectos.

La empresa constructora X tiene cuatro equipos de trabajo ubicados en diferentes puntos de la ciudad, existen cuatro proyectos de construcción que deben de ser realizados, también en varios sitios de la ciudad, se conocen los costos de construcción de cada

proyecto. La empresa constructora X quiere asignar los equipos - de trabajo de manera que se minimicen el costo total de construcción.

EQUIPOS \ PROYECTOS	PROYECTOS			
	I	II	III	IV
A	32	50	40	24
B	60	28	52	40
C	45	60	35	50
D	55	35	45	58

Minimizar los costos.

8	26	18	0
32	0	24	12
10	25	0	15
20	0	10	23

0	26	18	0
24	0	24	12
2	25	0	15
12	0	10	23

10 es el elemento de valor más pequeño.

0	26	18	0
14	0	14	2
2	35	0	15
2	0	0	13

2 es el elemento de valor más pequeño.

0	38	20	0
12	0	14	0
0	35	0	13
0	0	0	11

Solución:

Equipos de

Trabajo

Proyectos

Costos:

A	IV	24
B	II	28
C	III	35
D	I	55
		\$142.00

Conclusión del ejemplo N. 9.

Con el modelo de asignación la empresa constructora X si minimizo sus costos de construcción pues asigno el equipo - de trabajo adecuado a cada proyecto, de manera que a cada equi po de trabajo le corresponderá efectuar sólo un proyecto.

Ejemplo N. 10.

Asignar trabajos a máquinas.

Este ejemplo está relacionado con el ejemplo anterior ahora la empresa constructora X se enfrenta al dilema de tener que asignar a cuatro equipos de trabajo que se encuentran en --

diferentes puntos de la ciudad, cuatro trabajos diferentes - existentes en otros puntos de la ciudad, se conoce el tiempo para realizar cada trabajo, la empresa constructora X desea asignar los equipos de trabajo (máquinas) de manera que se reduzca el tiempo de realización.

TRABAJO EQUIPO	EJC. PRGF	E. NO PROP	DES- MON.	RE- LLE.	NIVE LAC.
Bulldozer	12	17	4	10	11
Moto escarpa	7	1	3	10	1
Pala mecánica	5	3	1	9	16
Trascavo	14	3	1	11	16
Grúa	12	12	4	4	16

Minimizar el tiempo.

8	13	0	6	7
6	0	2	9	0
4	2	0	8	15
13	2	0	10	15
8	8	0	0	12

4	13	0	6	7
2	0	2	9	0
0	2	0	8	15
9	2	0	10	15
1	8	0	0	12

2	11	0	4	5
2	0	4	9	0
0	2	2	8	15
7	0	0	8	13
4	0	2	0	12

Solución:

Equipo:	Trabajo:	Horas:
Bulldozer	Desmonte	4
Moto escrepa	Nivelación	1
Pala mecánica	Exc. profunda	5
Trascavo	Exc. no profunda	3
Grúa	Relleno	<u>4</u>
		17 Horas

Conclusión del ejemplo No. 10.

En este modelo de asignación la empresa constructora X reduce el tiempo al realizar cada trabajo al asignar el equipo adecuado así el trabajo de desmonte se realizará en 4 horas, el trabajo de nivelación se realizará en 1 hora, la excavación profunda se realizará en 5 horas, la excavación no profunda se realizará en 3 horas y el relleno en 4 horas, así se reduce el tiempo en 17 horas.

Ejemplo No. 11.

Asignar vendedores a cada distrito.

Cuatro vendedores acaban de terminar el curso de ventas de la compañía y se les va a asignar a cuatro diferentes distritos. Basándose en su experiencia, acutación en el curso conoci -

miento del producto y los clientes potenciales, la administración ha hecho estimaciones del éxito esperado de cada uno en cada distrito. Las estimaciones son las siguientes:

DISTRITOS	A	B	C	D
VENDEDORES				
1	14	8	12	9
2	12	9	13	13
3	13	13	11	10
4	11	10	12	13

Si el objetivo es minimizar los costos de las estimaciones, ¿quién debe asignarse a qué distrito?

6	0	4	1
3	0	4	4
3	3	1	0
1	0	2	3

5	0	3	1
2	0	3	4
2	3	0	0
0	0	1	3

4	0	2	0
1	0	3	3
2	4	0	0
0	1	1	3

Solución:

Vendedor	Distrito	Costos
1	D	9
2	B	9
3	C	11
4	A	11
		<u>\$40.00</u>

Conclusión del ejemplo N. 11.

En este ejemplo se asignaron los vendedores mejor capacitados a diferentes distritos, la administración confía en cada uno de los vendedores pues son experimentados, ponocen el producto en su máxima capacidad, el objetivo es reducir los costos.

Ejemplo N. 12.

Tomando como base el planteamiento del ejemplo anterior únicamente modificando algunos datos como se puede ver en - seguida.

DISTRITO \ VENDEDOR	1	2	3
A	26	6	4
B	11	12	1
C	3	2	18
D	12	3	5

Minimizar los costos.

Problema No Balanceado:

Es posible que se encuentre una situación no balanceada. Esto se maneja en la misma forma que en un problema de transporte, se agrega una celda ficticia para balancear la tabla antes de hacer las reducciones tanto en las filas como en las columnas, se asigna un valor de cero a cada columna ficticia.

Para realizar el método húngaro es necesario colocar una columna ficticia que tendrá un valor de cero en cada celda ficticia, y después se aplican todos los pasos antes tratados.

DISTRITO \ VENDEDOR	I	2	3	4
A	26	6	4	0
B	11	12	1	0
C	3	2	18	0
D	12	3	5	0

En este ejemplo no se realiza el paso número 1, porque los valores de las celdas quedarían igual, puesto que el elemento de valores más pequeño es el cero, por lo cual se aplica el método húngaro a partir del paso número 2.

23	4	3	0
8	10	0	0
0	0	17	0
9	1	4	0

Es el elemento de valor más pequeño

22	3	2	0
8	10	0	1
0	0	17	1
8	0	3	0

Solución:

Vendedor	Distrito	Costo
A	4	0
B	3	1
C	1	3
D	2	7.00

Conclusión. del Ejemplo N. 12.

En este ejemplo se asignaron los vendedores mejor capacitados a diferentes distritos, la administración confía en sus vendedores puestos que son los mejor experimentados que tienen, y espera reducir los costos de viáticos de sus vendedores.

Ejemplo N. 13.

El vicepresidente de administración de productos tiene que asignar cuatro nuevos productos a los gerentes de producto. Para mantener la carga de trabajo balanceada se asigna a cada producto una persona distinta. Se dispone de cuatro gerentes de producto. El vicepresidente ha estimado, en términos de porcentajes, la medida en que cada producto se compra con los otros productos y la experiencia de los gerentes de producto, en seguida se muestran estas estimaciones:

G. De PROD. PRODUCTO	LUIS	PABLO	JUAN	PEDRO
A	75	75	50	75
B	50	50	50	35
C	75	25	40	30

En este ejemplo se coloca una fila ficticia, la que tendrá por valor en las celdas ficticias de cero, en este caso se realizará el paso número 1, pero no así el paso número 2 dado que el elemento de valor más pequeño en cada columna es el cero.

GERENTE PRODUCTO	LUIS	PABLO	JUAN	PEDRO
A	75	75	50	75
B	50	50	50	35
C	75	25	40	30
D	0	0	0	0

¿Cómo se debe hacer la asignación?

25	25	0	25
25	25	25	0
50	0	15	5
0	0	0	0

En este ejemplo la asignación resulta en la primera tabla - paso número 1, o sea que se tiene la solución óptima en donde el número de líneas rectas con que se cancelo es igual al número de de - filas o columnas.

Solución:

PRODUCTO	GERENTE DE PRODUCCION	COSTO
A	JUAN	50
B	Pedro	25
C	Pablo	25
D	Luis	0
		\$100.00

Conclusión del Ejemplo N. 13.

En este ejemplo la asignación de productos a cada gerente de producto resulto en la primera tabla así el producto A se asignó al gerente de producción llamado Juan, el producto B se asignó al gerente de producción llamado Pedro, el producto C se asignó al Gerente de Producción llamado Pablo y el producto C se asignó al Gerente de producción llamado Luis.

4.6- El Modelo de Transporte

4.6- El Modelo de Transporte.

El Modelo de Transporte forma parte de la programación lineal y éste desempeña un papel importante en las decisiones que se toman en el ámbito administrativo de la empresa, la organización con frecuencia se enfrenta al dilema de no tener disponible transporte económico, le afecta hasta el grado de no poder sobrevivir.

La manera más fácil de identificar un problema de transporte es por su naturaleza o por su estructura "de- hacia": de un origen hacia un destino, de una fuente hacia un usuario, del presente hacia el futuro, y de aquí hacia allá.

Al tener un problema de transporte, la intuición dice que debe de haber una manera de obtener una solución, se conocen las fuentes y los destinos, las capacidades y demandas y los costos de cada trayectoria. Puede haber una combinación óptima que minimice el costo (o maximice la ganancia). La dificultad estriba en el gran número de combinaciones posibles.

Modelo de Transporte:

El modelo de transporte consiste en colocar en varios destinos las unidades situadas en varios orígenes de tal forma que la colocación sea óptima.

Ejemplo N. 14.

La empresa Beta tiene que transportar materias primas de algunas fábricas hacia ciertos puntos de la República Mexicana, por lo cuál en un mapa ilustró esta situación que me ayudará a entender el modelo de transporte.



Fab 1	D 1
150 toneladas	100 toneladas
Fab 2	D 2
250 toneladas	250 toneladas
Fab 3	D 3
100 toneladas	150 toneladas

En la figura anterior se tiene tres fábricas situadas en diferentes lugares y tres distribuidores localizados en diferentes lugares también, se debe satisfacer la demanda de los distribuidores con la oferta de las fábricas y dado que varían las distancias entre fábricas y distribuidores los costos serán diferentes.

Las fábricas pueden sustituir de diferentes formas a los distribuidores, dos de estas formas son las siguientes:

Forma N. 1

150	{	Fab 1 <u>50</u>	D 1
		Fab 1 <u>75</u>	D 2
		Fab 1 <u>25</u>	D 3

250	{	Fab 2 <u>25</u>	D 1
		Fab 2 <u>150</u>	D 2
		Fab 2 <u>75</u>	D 3

100	{	Fab 3 <u>25</u>	D 1
		Fab 3 <u>25</u>	D 2
		Fab 3 <u>50</u>	D 3

Forma N. 2.

	Fab 1	<u>100</u>	D 1	--	100
150	Fab 1	<u>50</u>	D 2	}	250
250	Fab 2	<u>50</u>	D 3	}	150

Conclusión del Ejemplo N. 14.

En este modelo de transporte se puede observar que de 2 maneras la empresa Beta puede transportar las materias primas de cada fábrica hacia cada distribuidor de manera que la demanda de

los distribuidores sean satisfechos con las ofertas de las fábricas

Los modelos de transporte presentan la siguiente estructura :

tura :

0 \ D	D1	D2	D3	Oferta
F1	c_{11} x 11	c_{12} x 12	c_{13} x 13	o_1
F2	c_{21} x 21	c_{22} x 22	c_{23} x 23	o_2
F3	c_{31} x 31	c_{32} x 32	c_{33} x 33	o_3
DEMAN- Da	d_1	d_2	d_3	$\sum d_i = \sum o_j$

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &= o_1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &= o_2 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} &= o_3 \end{aligned} \right\} \text{Restricciones de oferta}$$

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} + x_{13} &= d_1 \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} &= d_2 \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} &= d_3 \end{aligned} \right\} \text{Restricciones de demanda}$$

$$Z(\text{MIN}) = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + c_{13}x_{13} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + c_{23}x_{23} + c_{31}x_{31} + c_{32}x_{32} + c_{33}x_{33}$$

En la tabla de transporte el costo se puede colocar en un rectángulo o bien otra forma de colocarlos es como viene en los libros de texto de investigación de Operaciones, es decir, se utiliza una diagonal en cada celda o casilla para anotar el costo. Lomen-

ciónado en este párrafo, se puede observar un poco más adelante.

El presente capítulo no cubre todo el campo de los problemas de transporte ya que es muy extenso, más bien doy relevancia a una clase especial de problemas de transporte y en cómo pueden resolverse.

Existen varios métodos para hallar la solución óptima de los problemas de transporte como son:

-Tanteos

-Esquina noroeste, celda superior izquierda o escalonado.

-Aproximación Vogel

-Aproximación Russel

-Costo mínimos.

-Todos estos métodos generan soluciones factibles, y para checar si es factible o es óptima, se debe aplicar el método de modificación de distribución (MODI).

Para efectos de esta investigación utilizaré el método de esquina noroeste.

Ejemplo N. 15.

Un fabricante tiene plantas que producen materia prima situadas en diferentes lugares, estas plantas a su vez mandan la materia prima a cinco-bodegas localizadas en diferentes lugares también. Cada planta tiene una capacidad limitada y cada bodega tiene una demanda máxima. Cada planta puede mandar materia prima a todas las bodegas, pero el costo de transportación varía con las diferentes combinaciones. El problema es determinar la cantidad que cada planta debe mandar a cada bodega, con el fin de minimizar los costos de transporte.

El número de unidades de la capacidad disponible de la materia prima para envío de cada una de las tres plantas es como sigue:

Planta:	Capacidad Disponible:
1	8
2	10
3	5

33 unidades

El número de unidades requeridas de materia prima en cada una de las bodegas es como sigue:

Bodega:	Demanda:
V	5
w	4
x	6
y	4
z	4
	23 unidades.

Los costos de envío son los siguientes:

De	Costo de envío (\$/unidad)				
	V	W	X	Y	Z
1	70	60	60	60	0
2	50	80	60	70	0
3	80	50	80	60	0

PASOS DEL METODO DE ESQUINA NOROESTE:

1. Se inicia dando la mayor asignación posible a la celda superior izquierda.
2. Si todavía existe oferta dar otra asignación horizontalmente.
3. Cuando la oferta haya sido satisfecha. Se continua asignando en el siguiente renglón exactamente abajo de la última asignación hecha y así renglón por renglón.

m n $- I$ Número de celdas con asignación.
número de + número de - I Número de celdas con asigna-
filas columnas ción.

Para desarrollar el método de modificación de la distribución(MODI) son necesarias las siguientes condiciones:

1. Haberlo resuelto al modelo previamente por algún método que genere solución óptima.
2. De las asignaciones realizadas en el paso anterior no - forwencillos(se recomienda el método de esquina noroeste).
3. Qué el número de filas más columnas menos I sea igual al número de celdas con asignación.

$$m + n - I = \text{celdas con asignación.}$$

Método para encontrar la optimalidad:

1. Form ar un matriz que contenga los costos asociados con las casillas(celdas) en las cuales se han hecho asignaciones.

2. Utilizando esta matriz establecer un conjunto de números V_j y otro conjunto de números U_i tales que su suma igualen los costos de la tabla original.

Matemáticamente:

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

3. Se desarrolla una matriz en la cuál se usarán las casillas sin asignación y en estas se realiza la siguiente operación:

$$M_{ij} = U_i + V_j$$

4. Se desarrolla una matriz en la cuál interesan las casillas sin asignación en estas se coloca el resultado de restarle al costo correspondiente de la matriz original el valor de $U_i + V_j$.

$$C_{ij} - (U_i + V_j)$$

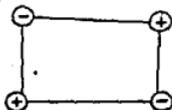
Nota:

Si alguno de los valores encontrados en esta tabla son negativos, la solución que se había encontrado no es óptima.

Para encontrar una solución óptima se realiza los siguientes pasos:

1. Identificar la casilla de la tabla $C_{ij} - (U_i + V_j)$ que tenga el menor valor (el más negativo) en caso de encontrarse 2 o más valores iguales se selecciona cualquiera de ellos arbitrariamente.

2. Se traza una trayectoria más o menos en la matriz de transporte, esta trayectoria debe iniciar en la casilla identificada en el paso anterior como la más negativa.



La trayectoria debe cumplir lo siguiente:

- a. La casilla (celda) de donde se parte es positiva.
- b. Las demás esquinas de la trayectoria (donde está cambiando de dirección) se designa alternadamente menos y más.
3. En todas las esquinas de la trayectoria deben de existir asignaciones excepto en las casillas identificadas como la más negativa.
4. Seleccionar de las esquinas marcadas con signos menos la cantidad más pequeña y hacer una asignación sumando o restando esta cantidad de la esquina (dependiendo el signo que tengan respectivamente).

D	V	W	X	Y	Z	O
0						
1	70	60	60	60	0	8
2	50	90	60	70	0	10
3	80	50	90	60	0	5
D	5	4	6	4	4	23

Minimizar los costos.

$$m + n - 1 = \text{celdas con asignación.}$$

$$3 + 5 - 1 = 7$$

$$8 - 1 = 7$$

$$7 = 7$$

$$C_t = 5(70) + 3(60) + 1(90) + 6(60) + 3(70) + 1(60) + 4(0)$$

$$C_t = 350 + 180 + 90 + 360 + 210 + 60 + 0$$

$$C_t = \$1,240.00$$

$U_i \backslash V_j$	$v_1 = 0$	$v_2 = -10$	$v_3 = -30$	$v_4 = -20$	$v_5 = -80$
$U_1 = 70$	70	60	40 20	50 10	10 -10
$U_2 = 90$	90 -40	80	60	70	10 -10
$U_3 = 80$	80 00	70 -20	50 30	60	0

$$4 = I \quad \begin{array}{c} \ominus \\ \text{---} \\ \oplus \end{array} \quad \begin{array}{c} \oplus \\ \text{---} \\ \ominus \end{array} + I = 4$$

$$I = I + \begin{array}{c} \oplus \\ \text{---} \\ \ominus \end{array} \quad \begin{array}{c} \ominus \\ \text{---} \\ \oplus \end{array} - I = 0$$

$\left. \begin{array}{l} 5 \\ 1 \end{array} \right\} \frac{I}{I}$ es el menor elemento y se suma y se resta.

Aplicando la fórmula matemática:

$$c_{11} = u_1 + v_1$$

$$C_{12} = u_1 + v_2$$

$$70 = u_1 + 0$$

$$60 = 70 + v_2$$

$$70 - 0 = u_1$$

$$60 - 70 = v_2$$

$$70 = u_1$$

$$-10 = v_2$$

$$c_{22} = u_2 + v_2$$

$$c_{23} = u_2 + v_3$$

$$c_{24} = u_2 + v_4$$

$$80 = u_2 + (-10)$$

$$60 - 90 = v_3$$

$$70 - 90 = v_4$$

$$80 + 10 = u_2$$

$$60 - 90 = v_3$$

$$70 - 90 = v_4$$

$$90 = u_2$$

$$-30 = v_3$$

$$-20 = v_4$$

$$\begin{aligned}c34 &= U3 + U4 \\ 60 &= U3 - 20 \\ 60 + 20 &= U3 \\ 80 &= U3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C35 &= U3 + U5 \\ 0 &= 80 + U5 \\ 0 - 80 &= U5 \\ -80 &= U5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h13 &= U1 + V3 \\ h13 &= 70 - 30 \\ h13 &= 40\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h14 &= U1 + U4 \\ h14 &= 70 - 20 \\ h14 &= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h15 &= U1 + V5 \\ h15 &= 70 - 80 \\ h15 &= -10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h21 &= U2 + V1 \\ h21 &= 90 + 0 \\ h21 &= 90 + 0 \\ h21 &= 90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h25 &= U2 + V5 \\ h25 &= 90 - 30 \\ h25 &= 90 - 80 \\ h25 &= 10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h31 &= U3 + V1 \\ h31 &= 80 - 0 \\ h31 &= 80\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h32 &= V3 + V2 \\ h32 &= 80 - 10 \\ h32 &= 70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h33 &= U3 + V3 \\ h33 &= 80 - 30 \\ h33 &= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C13 &= U1 + V3 \\ C13 &= 60 - 40 \\ C13 &= 20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C14 &= U1 + V4 \\ C14 &= 60 - 50 \\ C14 &= 10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C15 &= U1 + V5 \\ C15 &= 0 - 10 \\ C15 &= -10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C21 &= U2 + V1 \\ C21 &= 50 - 90 \\ C21 &= -40\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C25 &= U2 + V5 \\ C25 &= 0 + 10 \\ C25 &= 10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C31 &= U3 + V1 \\ C31 &= 80 - 80 \\ C31 &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C32 &= U3 + V2 \\ C32 &= 50 - 70 \\ C32 &= -20\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}C33 &= U3 + V3 \\ C33 &= 80 - 50 \\ C33 &= 30\end{aligned}$$

	D						
0		V	W	X	Y	Z	0
1	(4)	70	60	60	50	0	8
2	(1)	50	80	60	80	0	10
3		80	50	80	60	0	5
d		5	4	6	4	4	23

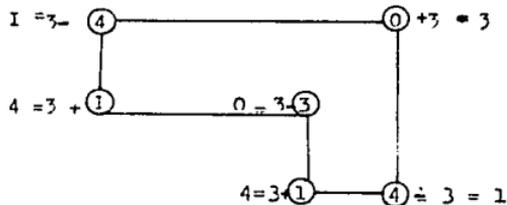
1er. Iteración.

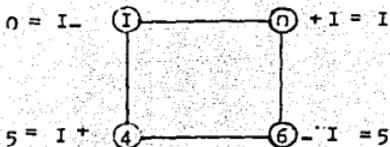
$$C_t = 4(70) + 4(60) + 1(50) + 6(60) + 3(70) + 1(60) + 4(0)$$

$$C_t = 280 + 240 + 50 + 360 + 210 + 60 + 0$$

$$C_t = \$1,200.00$$

	V_j	$V_1=0$	$V_2=-10$	$V_3=10$	$V_4=20$	$V_5=-40$
U_i						
$U_1=70$		70	60	80	90	30
			40	-20	-30	-30
$U_2=50$		50	40	60	70	10
			40			-10
$U_3=40$		40	30	50	60	0
		40	20	30		





$\left. \begin{matrix} I \\ 5 \end{matrix} \right\} \underline{5}$ es el menor elemento y se suma o se resta.

D \ O	V	W	X	Y	Z	o
1	70	60	60	60	0	8
2	50	80	60	70	0	10
3	80	50	90	60	0	5
d	5	4	6	4	4	23

3a. Iteración.

$$Ct = 4(60) + 1(60) + 3(0) + 5(50) + 5(60) + 4(60) + 1(0)$$

$$Ct = 240 + 60 + 0 + 250 + 300 + 240 + 0$$

$$Ct = \$1,090.00$$

$U_i \backslash V_j$	$V_1 = -10$	$V_2 = 0$	$V_3 = 0$	$V_4 = 0$	$V_5 = -60$
$U_1 = 60$	60 10	60	60	60 0	0
$U_2 = 60$	50	20	60	60 10	0
$U_3 = 60$	50 30	60	60 20	60	0



$\frac{-4}{I}$ I es el menor elemento
 y se suma o resta.

D \ n	V	W	X	Y	Z	o
1	70 ③	60	60 I	60 ④	0	8
2	50 5	80	60 5	70	0	10
3	80 ①	50	80	60 ④	0	5
d	5	4	6	4	4	23

4a. iteración.

$$C_t = 3(60) + I(60) + 4(0) + 5(50) + 5(60) + I(50) + 4(60)$$

$$C_t = 180 + 60 + 0 + 250 + 300 + 50 + 240$$

$$C_t = 1,080.00$$

$U_i \backslash V_j$	$V_1 = -10$	$V_2 = 0$	$V_3 = 0$	$V_4 = -10$	$V_5 = -60$
$U_1 = 60$	50 20	60	50	70 -10	0
$U_2 = 60$	50	60 20	60	70 0	0
$U_3 = 50$	40 40	50	50 30	60	-10 10

$$0 = 3 - 3 + 0 + 3 = 3$$

$$4 = 3 + 1 - 3 = 1$$

El 3 es el menor elemento y se suma o se resta.

D \ D	V	W	X	Y	Z	o
1	70	60	60	60	0	8
2	50	80	60	70	0	10
3	80	50	80	60	0	5
d	5	4	6	4	4	23

5ta. Iteración.

$$C_t = 1(60) + 4(0) + 3(60) + 5(50) + 5(60) + 4(50) + 1(60)$$

$$C_t = 60 + 180 + 0 + 250 + 300 + 200 + 60$$

$$C_t = \$1,050.00$$

V_1	$V_2 = -10$	$V_3 = 10$	$V_4 = 0$	$V_5 = 0$	$V_6 = -60$
$U_1 = 60$	50	50	60	60	0
	20	10			
$U_2 = 50$	50	50	60	10	0
		30			
$U_3 = 60$	50		60	60	0
	30	50	20		

Nota:

Cuando en las casillas donde no se hicieron asignaciones ya no existe un valor negativo, esto indica que se ha llegado a la solución óptima.

Conclusión del Ejemplo N. 15.

El fabricante obtiene un ahorro de \$190.00, ya que en la matriz original el costo total es de \$1.050.00 lo cuál indica que la asignación hecha en la última iteración es la solución óptima a su problema.

Problema No balanceado.

El modelo de transporte al igual que el modelo de asignación, presenta la situación de un problema que no este balanceado.

Para balancear un problema de transporte se debe agregar una fila o una columna según se necesite, la cuál tendrá como costos en las celdas un valor de cero, y en la oferta o la demanda el valor necesario para balancear la matriz de transporte.

D \ O	V	W	X	Y	O
1	70	60	60	60	8
2	50	80	60	70	10
3	80	50	80	60	5
d	5	4	6	4	19
					23

Nota:

El número que hace falta pasará a nivelar la oferta y la demanda.

En este caso la matriz no está balanceada, porque la demanda es menor que la oferta, por lo cual se requiere colocar una columna, para que la demanda y la oferta sean idénticas y así se equilibre la matriz, las celdas de costos de esta columna tendrán un valor de cero porque es ficticia.

	D	V	W	X	Y	PICTICIA	o
0							
I		70	60	60	60	0	8
2		50	80	60	70	0	10
3		80	50	80	60	0	5
4	5	4	6	4	4		23

Cuando la demanda es menor se agrega una columna y cuando la oferta es inferior se aumenta un renglón.

Nota:

Después de balancear la matriz de transporte se aplica el método de la esquina noroeste o escalonado y posteriormente el método de modificación de la distribución (MODI).

D	V	W	X	Y	Z	o
0						
I	50	80	60	70	30	8
2	70	60	60	60	40	10
d	5	4	6	4	4	23

Aquí la matriz no está balanceada dado que la oferta es menor que la demanda, por ello se debe colocar una fila (renglón) para que la oferta y la demanda se igualen y las celdas de costos de ésta fila tienen un valor de cero ya que es ficticia.

D	V	W	X	Y	Z	o
0						
I	50	80	60	70	30	8
2	70	60	60	60	40	10
FICTICIA	0	0	0	0	0	5
d	5	4	6	4	4	23

Degeneración:

Otro problema que presenta el modelo de transporte es la degeneración, es decir; existe degeneración cuando el número de celdas (casillas) con asignación es menor al número de filas más el número de columnas menos 1, o sea:

$$m + n - 1 = \text{Número de celdas con asignación.}$$

Para resolver la degeneración "en cualquier etapa" de la solución se coloca una epsilon ϵ (es una letra griega, llamada épsilon - infinitamente pequeña colocada en una celda apropiada).

Cuando la solución se ha encontrado ϵ se hace igual a cero, para efectos de esta investigación en el siguiente ejemplo, en el cual se asigna ϵ desde que se inicia el modelo de transporte y por medio de este se comprenderá la degeneración.

Ejemplo No. 16.

Un fabricante tiene cinco plantas que producen clavos situadas en diferentes lugares, estas bodegas mandan a su vez los clavos a cinco bodegas localizadas en diferentes lugares también. Cada planta tiene una capacidad limitada y cada bodega tiene una demanda máxima. Cada planta puede mandar clavos a todas las bodegas, pero el costo de transportación varía con las diferentes combinaciones. El problema es determinar que cantidad de clavos enviará cada planta a cada bodega. Con el fin de minimizar los costos de transportación.

El número de unidades de la capacidad disponible de los clavos para envío de cada una de las cinco plantas es como sigue:

Planta:	Capacidad Disponible:
1	7
2	8
3	4
4	5
5	<u>8</u>
	32 unidades.

Nota:

El número de unidades de cada planta están dadas en miles de unidades.

El número de unidades requeridas de clavos en cada una de las bodegas como sigue:

Bodega:	Demanda:
I	12
II	3
III	2
IV	6
V	9
	<hr style="width: 10%; margin: 0 auto;"/> 32 unidades.

Nota:

El número de unidades requeridas por cada bodega están dadas en miles de unidades.

Los Costos de Envío son los siguientes:

Costos de envío (\$/unidad)

DE	A				
	I	II	III	IV	V
1	10	16	17	10	14
2	16	10	12	10	12
3	14	12	16	16	12
4	12	10	12	16	14
5	0	0	0	0	0

Nota: Los costos de envío están dados en millones de pesos.

La degeneración se realiza a partir de la siguiente página.

J	I	II	III	IV	V	0
1	10	16	17	10	14	7
2	16	10	12	10	12	8
3	14	12	16	16	14	4
4	12	10	12	16	14	5
5	0	0	0	0	0	8
d	12	3	2	6	9	32

Minimizar los costos.

↑
 $m + n - 1 =$ Celdas con asignación.

$$5 + 5 - 1 = 9$$

$$10 - 1 = 9$$

$$9 \neq 9$$

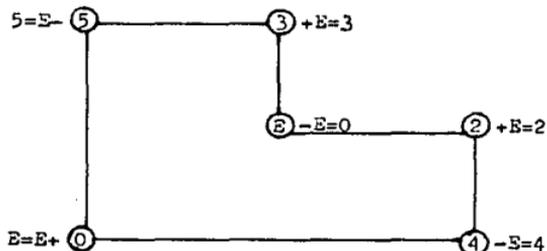
En este ejemplo existe degeneración porque el número de celdas con asignación es menor al número de filas más columnas menos uno, por este motivo se debe de asignar épsilon donde sea más conveniente.

$$Ct = 7(10) + 5(16) + 3(10) + 2(12) + 2(16) + 2(16) + 4(16) + 1(14) + 8(0)$$

$$Ct = 70 + 80 + 30 + 0 + 32 + 32 + 64 + 14 + 0$$

$$Ct = \$322.00$$

$U_i \backslash V_j$	$V = 0$ 1	$V = -6$ 2	$V = -3$ 3	$V = -2$ 4	$V = -4$ 5
$U = 10$ 1	10	4 12	8 9	8 2	6 8
$U = 16$ 2	16	10	14 -2	14 -4	12 0
$U = 18$ 3	18 -4	12	16	16	14 -2
$U = 18$ 4	18 -6	12 -2	16 -4	16	14
$U = 4$ 5	4 -4	-2 2	2 -2	2 -2	0



$\begin{cases} 5 \\ -E \\ 4 \end{cases}$ \underline{E} es el menor elemento y se suma o se resta.

Nota:

Enseguida continuaré desarrollando las iteraciones (o sea el número de tablas) hasta llegar a la solución óptima del modelo de transporte.

D \ 0	I	II	III	IV	V	ρ
0						
1	7	10	16	17	10	14
2	5	16	10	12	10	12
3	3	14	12	16	16	12
4	2	12	10	12	16	14
5	2	0	0	0	0	0
D	12	3	2	6	9	32

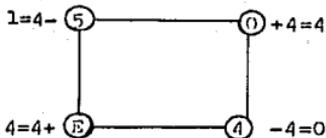
1er. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 5(16) + 3(10) + 2(16) + 2(16) + E(12) + 4(16) + 1(14) + 8(0)$$

$$Ct = 70 + 80 + 30 + 32 + 32 + 0 + 64 + 14 + 0$$

$$Ct = \$322.00$$

Vj	V ₁ = 0	V ₂ = -6	V ₃ = 4	V ₄ = 4	V ₅ = 2
U _i					
U ₁ = 10	10	4	14	14	12
		12	3	-4	2
U ₂ = 16	16	10	20	20	18
			-8	-10	-6
U ₃ = 12	12	6	16	16	14
	2	6			-2
U ₄ = 12	12	6	16	16	14
		4	-4		
U ₅ = -2	2	-8	2	2	0
	-2	0	-2	-2	



$\left\{ \begin{array}{l} 5 \\ -4 \end{array} \right.$ 4 es el menor elemento y se suma o se resta.

D	I	II	III	IV	V	0
0						
1	10	16	17	10	14	7
2	16	10	12	10	12	8
3	14	12	16	16	12	4
4	12	10	12	16	12	5
5	0	0	0	0	0	8
	12	3	2	6	9	32

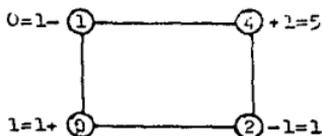
2a. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 1(16) + 3(10) + 4(10) + 2(16) + 2(16) + 4(12) + 1(14) + 1(0)$$

$$Ct = 70 + 16 + 30 + 40 + 32 + 32 + 48 + 14 + 0$$

$$Ct = \$282.00$$

$v_j \backslash u_i$	$v_1 = 0$	$v_2 = -6$	$v_3 = -6$	$v_4 = -6$	$v_5 = 2$
$U_1 = 10$	10	4 12	4 13	4 6	12 2
$U_2 = 16$	16	10	10 2	10	18 -6
$U_3 = 22$	22 -8	16 -4	16	16	24 -12
$U_4 = 12$	12	6 4	6 6	6 10	14
$U_5 = -2$	-2 2	-8 8	-8 8	-8 8	0



$\begin{cases} 1 \\ -2 \end{cases}$ $\frac{1}{-2}$ es el menor elemento y se suma o se resta.

D	I	II	III	IV	V	0
0						
1	10 7	16	17	10	14	7
2	16	10 $\textcircled{3}$	12	10	12	8
3	14 1	12 $\textcircled{2}$	16	16 $\textcircled{1}$	12	4
4	12 4	10	12	16	14 1	5
5	0	0	0	0	0 8	8
D	12	3	2	6	9	32

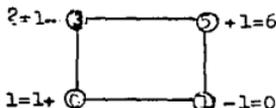
3a. Iteración

$$C_t = 7(10) + 3(10) + 5(10) + 1(14) + 2(16) + 1(16) + 4(12) + 1(14) + 8(0)$$

$$C_t = 70 + 30 + 50 + 14 + 32 + 16 + 48 + 14 + 0$$

$$C_t = \$274.00$$

$v_j \backslash U_i$	$v_1 = 0$	$v_2 = 2$	$v_3 = 2$	$v_4 = 4$	$v_5 = 2$
$U_1 = 10$	10	12 4	12 5	12 -2	12 2
$U_2 = 8$	8 8	10	10 2	10	10 2
$U_3 = 14$	14	16 -6	16	16	16 -4
$U_4 = 12$	12	14 -4	14 -2	14 2	14
$U_5 = 2$	-2 2	0	0	0	0



$\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ } \underline{1} \text{ es el menor elemento} \\ -1 \text{ y se suma o se resta.} \end{array} \right.$

	D	I	II	III	IV	v	o
0							
1		10	16	17	10	14	7
2		16	10	12	10	12	8
3		14	12	16	16	12	4
4		12	10	12	16	14	5
5		0	0	0	0	0	8
L		12	3	2	6	9	32

4a. iteración.

$$Ct = 7(10) + 2(10) + 6(10) + 1(14) + 1(12) + 2(16) + 4(12) + 1(14) + 8(0)$$

$$Ct = 70 + 20 + 60 + 14 + 12 + 32 + 48 + 14 + 0$$

$$Ct = \$270.00.$$

V_j	$v_1 = 0$	$v_2 = -2$	$v_3 = 2$	$v_4 = -2$	$v_5 = 2$
U_i					
$U_1 = 10$	10	8 8	12 5	8 2	12 2
$U_2 = 12$	12 4	10	14 -2	10	14 -2
$U_3 = 14$	14	12	16	12 4	16 -4
$U_4 = 12$	12	10 0	14 -2	10 6	14
$U_5 = -2$	-2 2	-4 4	0 0	-4 4	0

$$3 = 2 + \textcircled{1} - \textcircled{2} = 0$$

$$2 = 2 - \textcircled{4} + \textcircled{5} = 2$$

$\left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 4 \end{array} \right.$ 2 es el menor elemento
 y se suma o se resta.

D	I	II	III	IV	V	0
0						
1	10 7	16	17	10	14	7
2	16	10 2	12	10 6	12	8
3	14 3	12	16	16	12	4
4	12 2	10	12	16	14 1	5
5	0	0	0	0	0 8	8
D	12	3	2	6	9	32

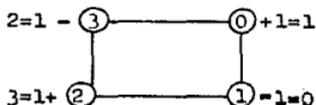
5a. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 2(10) + 6(10) + 3(14) + 1(12) + 2(12) + 2(12) + 1(14) + 8(0)$$

$$Ct = 70 + 20 + 60 + 42 + 12 + 24 + 24 + 14 + 0$$

$$Ct = \$266.00$$

$V_j \backslash U_i$	$V_1 = 0$	$V_2 = -2$	$V_3 = 0$	$V_4 = -2$	$V_5 = 2$
$U_1 = 10$	10	8	10	8	12
$U_2 = 12$	12	10	12	10	14
$U_3 = 14$	14	12	14	12	16
$U_4 = 12$	12	10	12	10	14
$U_5 = -2$	-2	-4	-2	-4	0



$\begin{matrix} -3 \\ 1 \end{matrix}$ $\frac{1}{1}$ es el menor elemento y se suma o se resta.

$D \backslash$	I	II	III	IV	V	0
0						
1	10	16	17	10	14	7
2	15	10	12	10	12	8
3	14	12	16	16	12	4
4	12	10	12	16	14	5
5	0	0	0	0	0	8
d	12	3	2	6	9	32

6a. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 2(10) + 6(10) + 2(14) + 1(12) + 1(12) + 3(12) + 2(12) + 8(0)$$

$$Ct = 70 + 20 + 60 + 24 + 12 + 12 + 36 + 24 + 0$$

$$Ct = \$262.00$$

$U_i \backslash V_j$	$v_1 = 0$	$v_2 = 12$	$v_3 = 0$	$v_4 = -2$	$v_5 = -2$
$U_1 = 10$	10	8	10	8	8
-1		8	7	2	6
$U_2 = 12$	12	10	12	10	10
2	4		0		2
$U_3 = 14$	14	12	14	12	12
			2	4	
$U_4 = 12$	12	10	12	10	10
		0		6	4
$U_5 = 2$	2	0	2	0	0
	-2	0	-2	0	

$$0 = 1 - \textcircled{1} \quad \textcircled{3} + 1 = 2$$

$\left\{ \begin{array}{l} 8 \\ -1 \end{array} \right.$ es el menor elemento
y se suma o se resta.

$$1 = 1 + \textcircled{0} \quad \textcircled{6} - 1 = 7$$

$D \backslash$	I	II	III	IV	V	0
0						
1	10	15	17	10	14	7
2	15	10	12	10	12	8
3	14	12	16	16	12	4
4	12	10	12	16	14	8
5	0	0	0	0	0	5
d	12	3	2	6	9	32

7a. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 2(10) + 6(10) + 2(14) + 2(12) + 3(12) + 2(12) + 1(0) + 7(0)$$

$$Ct = 70 + 20 + 60 + 28 + 24 + 36 + 24 + 0 + 0$$

$$Ct = \$262.00.$$

$v_j \backslash u_i$	$v_1 = 0$	$v_2 = -2$	$v_3 = 0$	$v_4 = -2$	$v_5 = -2$
$U = 10$	10	8 8	10 7	8 2	8 6
$U = 12$	12 4	10	12 0	10	10 2
$U = 14$	14	12 0	14 2	12 4	12
$U = 12$	12	10 0	12	10 6	10 4'
$U = 2$	2 -2	0	2 -2	0 0	0

$$3 = 1 + \textcircled{2} \quad \textcircled{6} - 1 = 5$$

$$0 = 1 - \textcircled{1} \quad \textcircled{0} + 1 = 1$$

$\left\{ \begin{array}{l} 6 \\ -1 \end{array} \right.$ 1 es el menor elemento
 y se suma p se resta.

D \ D	I	II	III	IV	V	0
1	10 7	16	17	10	14	7
2	16	10 3	12	10 5	12	5
3	14 $\textcircled{2}$	12	16	16	12 $\textcircled{2}$	4
4	12 3	10	12 2	16	16	5
5	0 \textcircled{x}	0	0	0	0 $\textcircled{7}$	8
D	12	3	2	6	9	32

8a. Iteración.

$$Ct = 7(10) + 3(10) + 5(10) + 2(14) + 2(12) + 3(12) + 2(12) + 1(0) + 7(0)$$

$$Ct = 70 + 30 + 50 + 28 + 24 + 36 + 24 + 0 + 0$$

$$Ct = \$262.00.$$

$U_i \backslash V_j$	$V = 0$	$V = -2$	$V = 0$	$V = -2$	$V = -2$
$U = 10$	10	<u>8</u> 8	<u>10</u> 7	<u>8</u> 2	<u>8</u> 6
$U = 12$	<u>12</u> 4	10	<u>12</u> 0	10	<u>10</u> 2
$U = 14$	14	<u>12</u> 0	<u>14</u> 2	<u>12</u> 4	12
$U = 12$	12	<u>10</u> 0	12	<u>10</u> 6	<u>10</u> 4
$U = 2$	<u>2</u> -2	<u>0</u> 0	<u>2</u> -2	0	0

$$0 = 2 - \textcircled{2} \quad \textcircled{2} + 2 = 4$$

$$2 = 2 + \textcircled{0} \quad \textcircled{7} - 2 = 5$$

$\begin{cases} 2 \\ -7 \end{cases}$ $\underline{2}$ es el menor elemento
 y se suma o se resta.

$D \backslash$	I	II	III	IV	V	0
0						
1	<u>10</u> 7	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>10</u>	<u>14</u>	7
2	<u>16</u> 3	<u>10</u>	<u>12</u>	<u>10</u> 5	<u>12</u>	8
3	<u>14</u>	<u>12</u>	<u>16</u>	<u>16</u>	<u>12</u> 4	4
4	<u>12</u> 3	<u>10</u>	<u>12</u>	<u>16</u>	<u>14</u>	5
5	<u>0</u> 2	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u> 1	<u>0</u> 5	8
D	12	3	2	6	9	32

9a. Iteración

$$Ct = 7(10) + 3(10) + 5(10) + 4(12) + 3(12) + 2(12) + 2(0) + 1(0) + 5(0)$$

$$Ct = 70 + 30 + 50 + 48 + 36 + 24 + 0 + 0 + 0$$

$$Ct = \underline{\$258.00.}$$

$V_j \backslash U_i$	$V_1 = 0$	$V_2 = 0$	$V_3 = 0$	$V_4 = 0$	$V_5 = 0$
$U_1 = 10$	10	10	10	10	10
1		6	7	0	4
$U_2 = 10$	10	10	10	10	10
2		6	2		2
$U_3 = 12$	12	12	12	12	12
3		2	4	4	
$U_4 = 12$	12	12	12	12	12
4		-2		4	2
$U_5 = 0$	0	0	0	0	0
5		0	0		

Nota:

En el caso de este ejemplo he desarrollado 9 iteraciones (o sea diez tablas) y aún no he llegado a la solución óptima, es posible que falten más iteraciones, pero yo quería únicamente el que se observará como ϵ se convierte en cero.

Conclusión del Ejemplo No. 16.

El fabricante de clavos se ahorrará \$74'000,000.00 ya -- que la matriz original arroja un coste total de \$322'000,000.00 y el costo total arrojado por la 9a. iteración es de \$258'000,000.00 lo cual indica que la asignación hecha en la 9a. iteración es la solución óptima a su problema.

4.7.- Control de Inventarios.

4.7.- Control de Inventarios.

El administrador en ciertas ocasiones se enfrenta a la necesidad de tener que tomar decisiones con respecto a los inventarios, es decir; debe decidir cuántos ordenar (qué cantidad de unidades) y cuándo ordenar (en qué lapso de tiempo).

Para efectos de la investigación sólo se tratarán el lote económico óptimo y el número de pedidos, ya que la temática del control de inventarios es muy amplia, y deseo explicar lo básico de control de inventarios.

Antes de seguir adelante con el tema es conveniente definir que es un inventario:

Consiste de recursos utilizables, pero - que están ociosos, es decir; que se encuentran almacenados o inactivos, estos recursos pueden ser de cualquier tipo, o sea hombres materiales o dinero. Cuando dichos recursos son materiales o artículos en cualquier etapa de su acabado, el inventario por lo general se menciona como existencia en el almacén.

El administrador puede tener inventarios en:

1. Artículos terminados.
2. Productos en proceso.
3. Materia Prima.

Las decisiones básicas que debe tomar el administrador en el control de inventarios son:

- a. Cantidad que hay que pedir cada vez y
- b. Cada cuánto debe pedirse está cantidad.

El administrador puede optar por pedir cantidades grandes, para disminuir los costos en los pedidos o pedir pequeñas cantidades para disminuir los costos cargados al inventario. La mejor solución es un compromiso entre los dos conceptos.

Los principales costos que se usan en el control de inventarios son los siguientes:

- Costos de Pedidos:

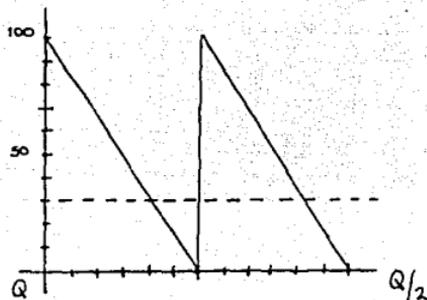
Son los costos relacionados con la adquisición de artículos comprados, se incurre en estos cada vez que se coloque un pedido. Estos costos se inician con la adquisición de la compra.

Otros costos incluyen la expedición de la orden de compra, recibo del artículo, colocación en el almacén, etc. La determinación en cada empresa de estos costos es diferente y tienen que hacerse mediante estudios especiales.

- Costos Cargados al Inventario:

Son los costos en que incurre una empresa porque ha decidido mantener inventarios, estos costos incluyen: costos de rentas, de seguros, de impuestos, de almacenamiento o de obsolescencia.

La combinación de todos los costos son aproximadamente del 20 al 25% del inventario que se tenga en promedio varía de empresa a empresa.



En el control de inventarios hay algunas suposiciones a saber:

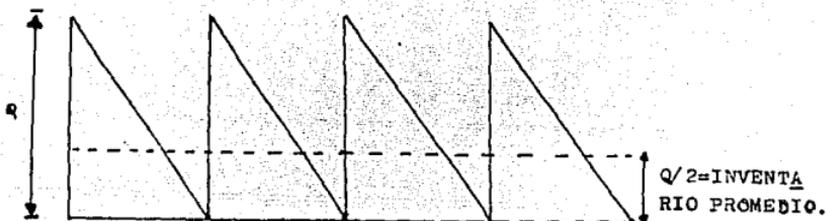
1. La demanda del artículo es de una tasa constante y quien toma las decisiones las conoce de antemano.
2. Se conoce el tiempo transcurrido entre la colocación del pedido y su recibo en el inventario o el tiempo necesario para adquirir un artículo.

Modelo del Lote Económico de Pedido (C.E.P.).

Con este tipo de modelo es necesario determinar la cantidad -- qué se debe ordenar cada vez y cada cuándo se debe hacer el pedido.

Para simplificar el análisis se establecieron dos suposiciones que mencione en el párrafo anterior, muy pocas veces estas suposiciones resultan ciertas a la larga, con frecuencia son aproximadamente razonables a corto tiempo.

El modelo de lote económico de pedido se desarrolló en especial para esta situación, es un modelo antiguo que data de tiempo atrás, fué Ford Wilson Harris quien lo describió.



TIEMPO

Variables que se van a utilizar:

.Q=C.E.P. (Cantidad económica de pedido o lote económico).

.R=Requerimientos (no anuales) expresados en cuanto al tiempo (unidades)

.A=Requerimientos expresados en cuanto al tiempo (en dinero).

.S=Costo de los pedidos por pedidos (en dinero).

.n=Número de pedidos.

.C=Costo unitario (en dinero).

.I=Costo cargado al inventario, expresado en ¢

.Q/2=Inventario promedio.

Nota:

El siguiente ejemplo de lote económico óptimo puede ser resuelto por la fórmula de lote económico o a través del método tabular de tanteos, en este caso lo resolveré por ambos casos.

Ejemplo N. 17.

Los requerimientos anuales de una empresa son de 8,000 unidades, el costo de pedido por pedido es de \$12.50, el costo cargado al inven-

tario es de 20% y el costo unitario es de \$1.00.

¿Cuál es el lote económico?

Datos:

R = 8,000 unidades

S = \$12.50

I = 20% anual 0.20

C = \$1.00

Q = ?

Fórmula Harris/Wilson:

$Q = \frac{RS}{CI}$ Lote económico óptimo

$$Q = \frac{(8,000)(12.50)}{(1)(0.20)}$$

$$Q = \frac{200,000}{0.2}$$

$$Q = 1,000,000$$

$$Q = 1,000,000$$

Q = 1,000 unidades del lote económico.

Nota: A Continuación obtendré el tamaño del lote económico óptimo por medio del Método tabular de tanteos.

Los pasos del método tabular por Tanteos:

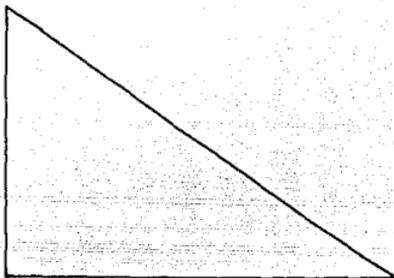
1. Inventario Promedio = tamaño del lote económico / 2.
2. Costos totales cargados al inventario = inventario promedio por costo cargado al inventario.
3. Costo totales de los pedidos = número de pedidos anuales por costo de los pedidos por pedido.
4. Costo totales anuales = costos cargados al inventario más costo de los pedidos por pedido.

n Pedidos Anuales	Ø Tamaño del lote	Ø ² Inventario Promedio	C (\$1.00) Costo Unitario
1	8,000	4,000	\$ 1.00
2	4,000	2,000	\$ 1.00
4	2,000	1,000	\$ 1.00
8	1,000	500	\$ 1.00
12	667	334	\$ 1.00
16	500	250	\$ 1.00
32	250	125	\$ 1.00

I= 0.20 Costo Cargado al Inventario	I= 12.50 Costo de los Pedidos	Costos Totales Anuales
\$ 500.00	\$ 12.50	\$ 812.50
\$ 400.00	\$ 25.00	\$ 425.00
\$ 200.00	\$ 50.00	\$ 250.00
\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 200.00
\$ 67.00	\$ 150.00	\$ 217.00
\$ 50.00	\$ 200.00	\$ 250.00
\$ 25.00	\$ 400.00	\$ 425.00

Método Tabular de Tanteos.

Q = 8,000 unidades.



n = 8 pedidos óptimos.

Solución:

Q = 1,000 unidades

n = 8 pedidos anuales

CT = \$200.00 anuales

C = \$1.00 anuales

S = \$100.00 anuales

Conclusión de 1 ejemplo N. 17

El administrador de ésta empresa debe ordenar un lote económico de 1,000 unidades de materia prima 2 veces al año, el costo unitario anual es de \$100.00, el costo cargado al inventario anual es de \$100.00, el costo anual de los pedidos es de \$100.00 y el costo anual total es de \$200.00.

Nota:

Aplicando la fórmula Harris Wilson del lote económico únicamente se obtiene el número de unidades que lo integran, mientras que aplicando el método tabular de tanteos se obtienen, el lote económico, el costo unitario anual, el número de pedidos anual, el costo cargado al inventario anual, el costo de los pedidos por pedido anual y los costos totales anuales.

Ejemplo N. 18.

La compañía X ha determinado los siguientes datos para un artículo: su costo de compra es de \$35.00 unidades por pedido y de \$2.20 por unidad. Su cargo al inventario es del 18% del inventario promedio. Actualmente, la empresa compra \$22,000. de ese artículo del año. Se pide:

- a. ¿Cuál debe ser la cantidad económica de pedido?
- b. ¿Cuál es la cantidad óptima de pedidos?
- c. ¿Cuál es el tiempo entre pedidos?

Datos:

$$S = \$35.00$$

$$C = \$2.20$$

$$I = 18\% \quad 0.18$$

$$A = \$22,000.00$$

a. Para poder obtener la cantidad económica de pedidos es necesario determinar primero los requerimientos no anuales expresados en unidades:

$$R = \frac{A}{C}$$

$$R = \frac{22,000.00}{2.20}$$

$$R = 10,000 \text{ unidades.}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(10,000)(35)}{2.20(0.18)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{700,000}{39.6}}$$

$$Q = \sqrt{17576.76}$$

$$Q = 1329.54 \text{ unidades}$$

b. Sustituyendo en la fórmula para el número de pedidos se tiene

n =

$$n = \frac{AI}{\sqrt{2S}}$$

$$n = \frac{22,000(0.18)}{2(35)}$$

$$n = \frac{3960}{70}$$

$$n = 56.57$$

$$n = 7.52 \approx 8 \text{ pedidos}$$

$$n = 8 \text{ pedidos.}$$

c. Sustituyendo en la fórmula para determinar el tiempo entre pedidos:

$$t = \frac{I}{n}$$

$$T = \frac{I}{8}$$

$$t = 1.5 \text{ meses de tiempo entre pedidos.}$$

Conclusión del ejemplo N. 18.

El administrador de esta empresa debe ordenar un lote económico o cantidad económica de 1,329,54 unidades, esta cantidad la debe ordenar 8 veces al año en un lapso de 1,5 meses de tiempo entre cada pedido.

Ejemplo N. 19

Con referencia al ejemplo N. 17.

Supóngase que el proveedor no le conviene entregar 1,000 - unidades y ofrece entregar 2,000 unidades con un descuento sobre el precio de venta 10%. ¿Conviene aceptar el ofrecimiento? Sí o no.

Datos:

R= 8,000 unidades

S= \$12.50

I= 0.20%

C=\$1.00

2,000 unidades---10% de descuento.

Ahora:	Oferta:
Q = 1000 unidades	Q = 2,000 unidades
Costo de adquisición:	Descuento:
RS	(8,000x0.10) 800
3,000 x 100 \$8,000.00	3,000-800 \$7,200.00
Costo de almacenamiento:	
$\frac{Q}{2}$ CI $\frac{1,000}{2}$ (I) (0.20)	$\frac{2,000(0.90)(0.20)}{2}$
500 (0.20) 100.00	1,000 (0.18) 180.00
Costo por pedidos:	
$\frac{R}{2}$ S	$\frac{8,000}{2}$ (12.50)
1,000	2,000
3 (12.50) 100.00	4 (12.50) 50.00
<u>\$9,200.00</u>	<u>\$7,430.00</u>

Conclusión del Ejemplo N. 19.

Al administrador de la empresa si le conviene aceptar el ofrecimiento que le hizo el proveedor, ya que el ordenar 1,000 unidades tendría que pagar \$3,200.00., mientras que si ordena las 2,000 unidades ofrecidas por el proveedor tendría que pagar \$7,430.00, esto le generaría un ahorro de \$ 770.00.

Ejemplo N. 20.

La compañía X compra actualmente \$40,000.00 al año de cierto producto. Su proveedor le ha hecho una proposición que consiste en un descuento del 1.25%. Si la compañía X ha calculado que el costo de compra es de \$22.50 por pedido, y que los costos cargados al inventario son del 22%. ¿Debe aceptar la oferta? Sí o, no.

Datos:

$$A = \$40,000.00$$

$$S = \$22.50$$

$$I = 0.22\%$$

$$n = \sqrt{\frac{AI}{2S}}$$

$$n = \sqrt{\frac{40,000 (0.22)}{2 (22.50)}}$$

$$n = \sqrt{\frac{8,800}{45}}$$

$$n = \sqrt{195.55}$$

$$n = 13.99 \approx 14$$

$$n = 14 \text{ pedidos.}$$

Descuento 1.25%

Pedidos trimestrales $n = 4$ pedidos.

Actualmente $n = 14$ pedidos.

Costo de Adquisición	<u>\$40,000.00</u>
----------------------	--------------------

Costo de Almacenamiento:

<u>AI</u>	<u>40,000(0.22)</u>
2n	2 (14)

$$\underline{8,800}$$

$$28$$

$$314.00$$

Costo por pedido:

ns

14 (22.50)

315.00
\$40,629.00

Oferta:n=4

Descuento 1.25 %

40,000 (0.0125)

40,000 - 500 \$39,500.00

Costo de almacenamiento

AI 39,500 (0.22)

2n 2 (4)

8,690 1,036.00
3

Costo por pedido

ns

4 (22.50)

90.00
\$40,676.00

Descuento 1.50%

40,000 (0.0150)

40,000 - 600 \$39,400.00

39,400 (0.22)

2 (4)

8,668 1,083.00
3

4(22.50)

90.00
\$40,573.50

Conclusión del ejemplo N. 20.

Al administrador de la empresa no le conviene aceptar la proposición que le hizo el proveedor del 1.25% de descuento con 4 pedidos trimestrales ya que tendría que pagar \$40,676.00 al año, cuando actualmente paga \$40,629.00 por 14 pedidos al año esto le generaría una pérdida de \$47.00 por año, pero si el administrador hace un a contraposición del 1.50% de descuento con 4 pedidos trimestrales mejoraría su situación económica, puesto que pagaría \$40,573.50 al año, ya que si actualmente paga por 14 pedidos \$40,529.00 al año, obtendría una utilidad de \$55.50, al año.

Ejemplo N. 21.

Una empresa compra \$400,000.00 al año de un artículo cuyo costo es de \$40.00, el costo de compra por pedido es de \$500.00 y la carga al inventario es del 20% sobre el inventario promedio, el proveedor ofrece un descuento del 7% si se hacen de 2,500 unidades. ¿Debe aceptarse la oferta? Sí o no.

Datos :

$$A = \$400,000.00$$

$$C = \$40.00$$

$$S = \$500.00$$

$$I = 0.20\%$$

$$R = \frac{A}{C}$$

$$R = \frac{400,000}{40}$$

$$R = 10,000 \text{ unidades.}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(10,000)(500)}{40(0.20)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{10,000,000}{8}}$$

$$Q = \sqrt{1,250,000}$$

$$Q = 1,118 \text{ unidades.}$$

Actual:	Oferta:
<u>Q = 1,118 unidades</u>	<u>Q = 2,500 unidades</u>
Costo de adquisición	Descuento
\$400,000.00	400,000(0.07) \$372,000.00
	400,000-29,000
Costo del almacenamiento:	
$\frac{Q}{2} CI$	
<u>1,118</u> (40) (0.20)	<u>2,500</u> (37.20)(0.20)
2	2
559 (8)	1.250(7.44)
4,472.00	9,300.00
Costo de los pedidos:	
$\frac{RS}{Q}$	
<u>10,000</u> (500)	<u>10,000</u> (500)
1,118	2,500
8,944(500)	4(500)
<u>4,472.00</u>	<u>2,000.00</u>
\$408,044.00	\$333,300.00

Conclusión del ejemplo N.21.

Al administrador de la empresa si le conviene aceptar el ofrecimiento que le hizo el proveedor, del descuento del 7% si se ordenan pedidos del 2,500 unidades, ya que obtendría un ahorro de \$24,700.00.

Ejemplo N. 22.

La compañía X tiene un consumo mensual de cierto artículo de 125 unidades. Los costos cargados al inventario son del 25% del inventario promedio y los costos de pedidos son de 1 \$15.00 por pedido. Cada pieza cuesta \$2.00. El flete de un embarque de 3,000 unidades es de \$95.00. Si se embarcan 500 unidades, el flete es de \$122.00.
¿Qué cantidad debe comprarse?

Datos:

$$R = 125 \times 12$$

$$R = 1,500 \text{ unidades anuales}$$

$$R = 125 \text{ unidades mensuales.}$$

$$I = 0.25\%$$

$$s = \$15.00$$

$$C = \$2.00$$

Flete:

$$3,000 \text{-----} \$95.00$$

$$500 \text{-----} \$122.00$$

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(1,500)(15)}{2(0.25)}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{45,000}{0.5}}$$

$$Q = \sqrt{90,000}$$

$$Q = 300 \text{ unidades.}$$

Actualmente: Q = 700 unidades	Oferta: Q = 500 unidades
Costo de almacenamiento:	
$\frac{Q}{P}$ CI	
<u>300</u> (2) (0.25)	<u>500</u> (2) (0.25)
2	2
150(0.5)	250(0.5)
\$75.00	\$125.00
Costos de los pedidos	
$\frac{R}{S}$	
<u>1500</u> (15)	<u>1500</u> (15)
300	500
5(15)	3(15)
75.00	45.00
Fletes:	
<u>1500</u> = 5 fletes	<u>1500</u> = 3 fletes
300	500
5 fletes x 95 = <u>475.00</u>	3 fletes x 122 = <u>366.00</u>
\$625.00	\$536.00

Conclusión del ejemplo N.22.

El administrador de esta empresa debe aceptar ordenar 500 unidades para embarcar ya que ~~ahacerlo~~ así pagaría \$122.00 por flete y tendría un ahorro de \$89.00, y esto lo beneficiaría enormemente, que si embarcará 300 unidades exclusivamente ya que pagaría \$625.00.

**5.-La empresa y las Bases para el Planteamiento
de la Investigación.**

5.I.-Historia de la Empresa.

5.- La Empresa y las Bases para el Planteamiento de la Investigación.

5.1.- Historia de la Empresa.

México posee empresas de prestigio y gran tradición dentro del área industrial, algunas son creadas a los inicios del presente siglo y otras en la década de los años 40's, como es el caso del Consorcio Industrial CYDSA (Celulosa y Derivados S. A. de C. V.), que fue constituida exactamente en el año de 1945 en terrenos que pertenecían a la granja denominada "Los lirios" en Monterrey, Estado de Nuevo León, siendo sus fundadores: Don Andrés G. Sada, Don Diego Sada, el Lic. Ernesto Santos Cervantes, Don Rómulo Garza, Carlos González Lafón, el Lic. Virgilio Garza Jr., el Ing. Indalecio González V. y el Ing. Miguel G. Arce, así como el Banco de Londres y México, S. A.

Para el año de 1947, CYDSA producía el rayón que es la seda artificial de origen celulósico, que se vendía a la Industria Textil para la elaboración de telas, tejidos y papel. Así mismo en el año de 1948, CYDSA elaboraba la cuerda de rayón que se vendía a la Industria Hulera para la manufactura de llantas de automóvil, autobús, trailer y avión.

En el año de 1950, CYDSA produce materias primas que se obtienen por regeneración de la celulosa contenida en las disoluciones de la viscosa (seda artificial).

Años más tarde CYDSA adquiere las plantas productoras de películas de celulosa, CELUREY que se encargaba de producir el celuloide, substancia elaborada con nitrocelulosa y alcanfor, es un cuerpo sólido y casi transparente y muy elástico que se emplea en la Industria Cinematográfica, siendo un material importante en el rodaje de películas y en la hora de tomar fotografías de las escenas, por su parte la planta RICKICELOPAN se encargaba de producir

el celofán que es un material transparente y flexible utilizado como envoltura o envase.

Para 1956 CYDSA amplía sus instalaciones en copropiedad con otras empresas, naciendo así el Consorcio Industrial CYDSA, convirtiéndose en la primer empresa de México que genera su propia planta de energía eléctrica y se constituye de igual manera en la primera planta industrial en dar tratamiento a las aguas negras, reciclando a éstas en agua potable para ser usada en la elaboración de sus productos y para el aseo de sus instalaciones.

Para 1959 CYDSA adquiere dos plantas productoras de sustancias químicas: una productora de cloro que es un metaloide gaseoso, de color amarillo verdoso, tóxico, empleado por las amas de casa para blanquear la ropa y para desinfectar pisos, y la otra productora de sosa caústica (o sea óxido de sodio de gran causticidad) que se utiliza en la fabricación de jabón y papel.

En la década de los años 60's el Consorcio Industrial CYDSA adquiere la industria Allied Chemical Alquimios Básicos Genetron, empresa encargada de producir el disulfuro de carbón.

En 1965 la empresa inaugura en Guadalajara, Estado de Jalisco una planta industrial para la elaboración de productos como: acrilolitrilo que no es otra cosa más que la fibra acrílica con la cual se fabrican hilos cien por ciento acrílicos, dicha industria se le denominó "Guadalajara Crysel".

En 1967 la industria química del Istmo productora del bifloruro de amonio que se utiliza en la elaboración del vidrio con el cual se elaboran vasos, tazas, platos y jarras, etc., y la industria de sales del Istmo, la cual extrae la sal en su estado natural para ser procesada y obtener la sal refinada que se emplea en los restaurantes y en el hogar para sazonar los alimentos, así ambas pasan a formar parte del Consorcio Industrial CYDSA.

En la década de los años 70's, el Consorcio Industrial CYDSA,

adquiere otras empresas como B. F. Goodrich, resinas de P. V. C. - que produce materias primas para la elaboración de tubos de plástico, Química Organica de México que produce sustancias químicas de varios tipos, se asocia con INTERMEX, Bayer A. G. en el Estado de Veracruz, que produce materias primas para la elaboración de esponjas.

En 1976 se adhiere al Consorcio la industria NOVAQUIN, la industria PROPIREY (que produce propileno) en Monterrey, Estado de Nuevo León, también adquiere acciones de POLICYD, planta Altamira, en el Estado de Tamaulipas, con posterioridad compra la totalidad de las acciones de POLICYD, de igual forma se adhiere a dicho consorcio DASA que elabora hilatura hidráulica.

Para la década de los años 80's, es una época de crecimiento no sólo en la producción de materias primas y sustancias químicas, sino también en el campo de la informática y en la contratación de personal.

En el año de 1981 la Fábrica de Plásticos Rex, S. A. de C. V., que se encuentra ubicada en Av. Rómulo O'farrill Sr. No. 434, Col. Olivar de los Padres, en México D. F., se integra al Consorcio Industrial CYDSA, la fábrica produce tubos de plástico de diferentes tipos, acerca de esta empresa hablaré en el punto 5.3, ya que es la empresa en donde me proporcionaron la información necesaria para formular el modelo de transporte.

En el año de 1988 el Consorcio Industrial CYDSA establece -- dos empresas básicas como son: INFOREY y GENETEC dentro del campo de la informática ya que en estas se fabrican computadoras, micropartes y todo lo necesario para la informática.

Si bien se sabe que los productos para uso industrial son esenciales para la transformación de bienes materiales, forman parte fundamental de la empresa de su división industrial, los cuales le permiten contribuir de manera directa en el desarrollo y el éxi

to de grandes y pequeñas industrias del país.

La empresa se ha consolidado a través de más de cuarenta y -- seis años, como una bien cimentada fuente de trabajo y superación -- para 8,000 personas, así como un importante engrane en el desarro-- llo económico e industrial, por lo que los objetivos económicos, so-- ciales y de servicios, adquieren cada vez más importancia para el -- país.

**5.2.-Análisis del Modelo de Administración del
Consortio Industrial CYDSA(Celulosa y Deri-
vados S. A. de C. V.).**

5.2.-Análisis del Modelo de Administración del Consorcio Industrial CYDSA (Celulosa y Derivados S. A. de C. V.).

El principal objetivo del Modelo de Administración del Consorcio Industrial CYDSA, es la competitividad, es decir; consiste en que cada uno de sus diversos productos que son elaborados en sus plantas posean la calidad requerida, para que al momento al salir al — mercado puedan competir dignamente con productos de otras empresas de prestigio dentro del ramo industrial.

Teniendo cómo política primordial el hecho que al cliente se le deben proporcionar productos de excelente calidad, elaborados con materia prima de primera calidad y mano de obra calificada y a costas acorde con los precios establecidos en el mercado.

Toda empresa tiene la obligación de contar con políticas de trabajo que permitan establecer un medio ambiente de trabajo adecuado para sus trabajadores y el Consorcio Industrial CYDSA no es la excepción, ya que para este el desarrollo humano es de vital interés, por ello — tiene como filosofía implantada, el hecho de establecer buenas relaciones con su personal.

Así también el Consorcio con respecto a sus candidatos a ocupar — puestos vacantes, formuló políticas que tienen como base, el principio de un trato digno y justo. De esta manera, no existe discriminación de sexo, raza, cedo y posición social y económica por lo cual el elemento humano es considerado el activo más importante y quién contribuye— al éxito de la empresa.

El Consorcio Industrial CYDSA otorga a sus empleados todas las prestaciones legales contenidas en la Ley Federal del Trabajo Vigente en la actualidad, algunas de estas prestaciones son:

- Formulación del contrato de trabajo por tiempo indefinido.
- Vacaciones
- Aguinaldo

-Reparto de utilidades

-Indemnización legal por liquidación del personal(en caso que la relación de trabajo concluye).

Los Trabajos del Consorcio Industrial CYDSA cuentan con otras prestaciones que éste le brinda para su superación personal e intelectual, dichas prestaciones son:

-Actividades deportivas

-Actividades culturales.

-Cursos de capacitación y desarrollo personal.

-El sistema de educación abierta(por medio del cuál los trabajadores pueden continuar con sus estudios si lo desean).

**5.3.-Planteamiento del Proble ma y Diagnóstico
General.**

5.3.- Planteamiento del Problema y Diagnóstico General.

La empresa surgió por la necesidad:

- De crear fuentes de trabajo para una población con bajo nivel social.

- De contar con materiales requeridos en la industria de la Construcción, de la Transformación y la Agricultura.

- Con el paso del tiempo y gracias al esfuerzo en conjunto de todos y cada uno de los trabajadores ha crecido y se ha transformado la empresa.

Por lo tanto, Plásticos Rex, S. A. de C. V. desde sus inicios, se caracterizó por buscar oportunidades dentro del Sector Industrial y lograr el éxito, anhelado por todas las empresas.

Plásticos Rex, al ser incorporado como ya enuncie en el primer punto del presente capítulo al Consorcio Industrial CYDSA, paso a formar parte de la División Plásticos y con otras tres divisiones constituyen el área Industrial CYDSA.

A continuación explicó brevemente cada una de estas divisiones:

División Química: En esta división se producen la sal en su estado natural que se vende a otras industrias para su procesamiento así estas sacan al mercado la sal refinada, el cloro que conocemos como blanqueador de ropa, el jabón de tocador o detergente elaborados con sosa cáustica.

El sulfito de sodio es empleado para evitar la corrosión de las calderas, es decir; su desgaste, también se usa para curtir las pieles y para la fabricación del cuero para la elaboración de chamarras.

El fluoruro de sodio es utilizado como ingrediente en las pastas dentrificas y en la potabilización del agua.

División Fibras: Está división se encarga de la producción

del rayón, que es el principal componente de la membrana celular de los vegetales, se utiliza en la industria textil para elaborar telas y tejidos.

El caucho es producido por esta división, es decir; es el caucho obtenido por polimerización del butadieno con sodio utilizado por la industria hulera.

División Empaques: Esta división se encarga de producir las materias primas para elaborar el empaque de chocolate en polvo, galletina y leche.

Así mismo produce las materias primas empleadas para elaborar los rollos de las cámaras fotográficas, también produce la película polipropileno empleada en la elaboración de la cinta adhesiva.

División Plásticos: Dentro de esta división figura Plásticos Rex, S. A. de C. V., la cual produce 1,500 productos diferentes como son: tubos P. V. C. (de policloruro de vinilo), conexiones, resinas, polietileno, polipropileno, ducto telefónico, cable telefónico, tubo P. V. C. de riego para compuerta, codo P. V. C. de riego para compuerta, regaderas, rociadores, bomba fertilizadora, inyector fertilizante, entre otros. Como ya mencione con anterioridad todos estos productos se utilizan en la industria de la construcción y en la agricultura.

Al realizar la visita a la empresa (Plásticos Rex), el jefe del departamento de Almacén y Embarques perteneciente al área de producción, manifestó que el crecimiento demográfico ha propiciado la creación de nuevos métodos de fabricación y un notable mejoramiento y avance en los sistemas de administración; que les está permitiendo a las empresas abastecer un mercado cada vez más sofisticado y lleno de necesidades y expectativas.

Que entre las empresas se ha originado una contienda abierta para incrementar la honradez industrial, el prestigio comercial, el servicio total, la calidad humana y la ética profesional.

Los productos y servicios en sí, deben contener este mensaje para el cliente, a través de su consumo, obtenga la satisfacción de sus necesidades e identifique la preocupación y cuidados que le prodigan como fabricante, haciéndole llegar todos los beneficios que obtengan al trabajar con calidad-productividad, en toda su cadena de valor.

Quien les cumpla estas sus necesidades, se constituirá en su proveedor favorito y en lo futuro le demostrarán lealtad y preferencia.

No obstante todo lo citado anteriormente el jefe del departamento de almacén y embarques, comento que aún enfrentan ciertas dificultades como es el caso de no contar con líneas de camiones o trailers para el transporte terrestre en forma definitiva, puesto que algunos dueños de las líneas tienen pocas unidades para transportar los productos, otros se exceden en el costo de transportación o se niegan a ir a sitios tan lejanos y escabrosos.

**5.4.-Selección y Proposición de la Técnica a
aplicar.**

5.4.- Selección y Proposición de la Técnica a aplicar.

El jefe del departamento de Almacén y Embarques preguntó con incertidumbre si existía alguna forma de solucionar este tipo de problemas. Le respondí que había una posibilidad de hallar una solución que si no es la correcta cuando menos la óptima, a través de la aplicación de alguna de las Técnicas Cuantitativas (Investigación de Operaciones), dado que la técnica de Modelo de Transporte plantea situaciones como son: minimizar los costos, maximizar -- las ganancias y hallar la ruta óptima para transportar materiales.

Así le exprese que mi idea era aplicar los conocimientos adquiridos para ayudar a la empresa, sin interferir con los objetivos y políticas establecidas por ésta, que los resultados obtenidos de esta investigación son una sugerencia para tratar de solucionar dicho problema en parte.

De esta manera el jefe del departamento de Almacén y embarques me proporcionó los datos e información para plantear la matriz de transporte y aplicar la técnica cuantitativa, esperando ob tener resultados concretos y precisos que sean útiles a la empresa.

A continuación planteo el problema y determino el modelo de transporte: El fabricante tiene cuatro plantas que producen el mismo producto situadas en diferentes lugares, estas a su vez mandan el producto a cuatro almacenes localizados en diferentes lugares -- también. Cada planta tiene una capacidad limitada y cada almacén -- tiene una demanda máxima. Cada planta puede mandar productos a todos los almacenes, pero el costo de transporte varía con las diferentes combinaciones.

El problema es determinar la cantidad que cada planta debe mandar a cada almacén con el fin de minimizar el costo de transporte.

El número de unidades de la capacidad disponible del producto para envío de cada una de las cuatro plantas es como sigue:

Planta	Capacidad
	Disponible:
D.F.	700
Monterrey	900
Ponciklán	800
Altamira	600

3,000 unidades

El número de unidades requeridas del producto en cada uno de los almacenes es como sigue:

Almacén	Demanda
Aguaascalientes	600
Tabasco	500
Sinaloa	900
Puebla	500

2,500 unidades

Los Costos de envío son los siguientes:

Costo de envío(\$/unidad)

	A			
De	Aguascalientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla
D.F.	18	16	12	20
Monterrey	12	14	10	8
Poncitlán	10	16	12	15
Altamira	15	12	9	10

Nota:

-La capacidad disponible y la demanda están dadas en miles de unidades, o sea que la suma de la capacidad y la demanda debe ser de - 3'000,000 de unidades.

-Los costos de envíos están dados en millones de pesos para - la presente investigación.

-Como la matriz de transporte no está balanceada es necesario agregar una columna ficticia que llevará por encabezado Morelia, cuya demanda será de 55,000 unidades y de esta manera se balancea la matriz.

-Los resultados arrojados al aplicar la técnica cuantitativa (modelo de transporte) aparece en las siguientes páginas.

MODELO DE TRANSPORTE.

P \ A	Aguas calientes	Tabasco	Singloa	Puebla	Morelia	C
D. F.	18 500	16 100	12	20	0	700
Monte rrey	12	14 400	10 500	8	0	900
Ponci tlán	10 400	16	12 400	15 400	0	800
Alta-mira	15	12	9	10 100	0 500	500
D	500	500	900	500	500	3,000

MINIMIZAR LOS COSTOS.

$m + n - 1 =$ Celdas con asignación.

$$4 + 5 - 1 = 8$$

$$9 - 1 = 8$$

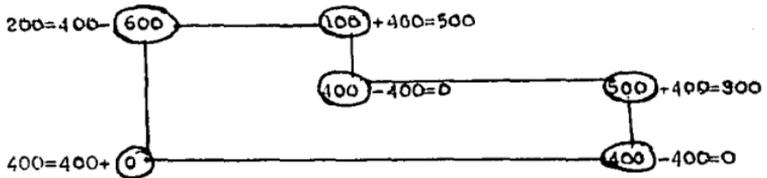
$$8 = 8$$

$$Ct = 500(18) + 100(16) + 400(14) + 500(10) + 400(12) + 400(15) + 100(10) + 500(0)$$

$$Ct = 10,800 + 1,600 + 5,600 + 5,000 + 4,800 + 6,000 + 1,000 + 0$$

$$Ct = \$34,800.00.$$

	V_j	$V_1 = 0$	$V_2 = -2$	$V_3 = -6$	$V_4 = -3$	$V_5 = -13$
U_i						
$U_1 = 18$		18	16	12	15	5
				0	5	-5
$U_2 = 16$		16	14	10	13	3
		-4			-5	-3
$U_3 = 18$		18	16	12	15	5
		-8	0			-5
$U_4 = 13$		13	11	7	10	0
		2	1	2		



$\left\{ \begin{array}{l} 600 \\ 400 \\ 400 \end{array} \right.$ 400 es el menor elemento
 y se suma o se resta

P	Aguas calientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla	Morelia	C
D. F.	18 200	16 500	12	20	0	700
Monte rrey	12	14	10 900	8	0	900
Ponca tlán	10 400	16	12	15 400	0	800
Altamira	15	12	9	10 300	0 500	600
D	600	500	900	500	500	3,000

1er. Iteración.

$m + n - 1 = \text{CELDA S CON ASIGNACION.}$

$$4 + 5 - 1 = 7$$

$$9 - 1 = 7$$

$$8 \neq 7$$

Nota:

A partir de esta iteración existe degeneración, porque el número de celdas con asignación es menor al número de filas más el número de columnas menos uno, por este motivo se debe asignar la letra griega épsilon donde sea más conveniente.

$$Ct = 200(18) + 500(16) + E(14) + 900(10) + 400(10) + 400(15) + 100(10) + 500(0)$$

$$Ct = 3,600 + 8,000 + E + 9,000 + 4,000 + 6,000 + 1,000 + 0$$

$$Ct = \$31,600.00$$

V_j	$V_1 = 0$	$V_2 = -2$	$V_3 = -6$	$V_4 = 5$	$V_5 = -5$
$U_1 = 18$	18	16	12 0	23 -3	13 -13
$U_2 = 16$	16 -4	14	10	21 -13	11 -11
$U_3 = 10$	10	8 8	4 8	15	5 -5
$U_7 = 5$	5 10	3 9	-1 8	10	0

$$G = 400 - \textcircled{400} - \textcircled{0} + 400 = 400$$

$$500 = 400 + \textcircled{100} - \textcircled{500} - 400 = 100$$

$\left\{ \begin{array}{l} 400 \\ 500 \end{array} \right.$
 400 es el menor elemento
 y se suma o se resta.

P \ A	Aguascalientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla	Herrera	c
D. F.	18	16	12	20	0	700
Monte rrey	12	14	10	8	0	900
Pencatlán	10	16	12	15	0	800
Alta-mira	15	12	9	10	0	600
D	600	500	900	500	500	3,000

2a. Iteración.

$$Ct = 200(18) + 500(16) + \epsilon(14) + 900(10) + 400(10) + 400(0) + 500(10) - 300(0)$$

$$Ct = 3,600 + 8,000 + \epsilon + 9,000 + 4,000 + 0 + 5,000 + 0$$

$$Ct = \$29,600.00$$

$U_i \backslash V_j$	$V_1 = 0$	$V_2 = -2$	$V_3 = -6$	$V_4 = 0$	$V_5 = -10$
$U_1 = 10$	18	16	12	20	8
			0	2	-8
$U_2 = 16$	16	14	10	16	6
	-4			-8	-6
$U_3 = 10$	10	8	4	10	0
		8	8	5	
$U_4 = 10$	10	8	4	10	0
	5	4	5		

$$0 = 200 - 200 + 0 + 200 = 200$$

$$600 = 200 + 400 - 200 = 200$$

- 200 200 es el menor elemento
 { 400 y se suma o se resta.

P	Aguas Calientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla	Morelia	C
D. f.	18	16	12	20	0	700
Monterrey	12	14	10	8	0	900
Panatlán	10	16	12	15	0	800
Alta-	15	12	9	10	0	600
D	600	500	900	500	500	3,000

3a. Iteración.

$$Ct = 500(16) + 200(0) + 900(14) + 900(10) + 600(10) + 200(0) + 500(10) + 100(0)$$

$$Ct = 8,000 + 0 + 9,000 + 6,000 + 0 + 5,000 + 0$$

$$Ct = \$28,000.00$$

V_j	$V_1 = -6$	$V_2 = 0$	$V_3 = -4$	$V_4 = -6$	$V_5 = -16$
$U_1 = 16$	10 8	16	12 0	10 10	0
$U_2 = 14$	8 4	14	10	10 -2	-2 2
$U_3 = 16$	10	16 0	12 0	10 5	0
$U_4 = 16$	10 5	16 -4	12 3	10	0

$$400 = 100 - \textcircled{500} + \textcircled{200} + 100 = 300$$

$$100 = 100 + \textcircled{0} + \textcircled{100} - 100 = 0$$

500 100 es el menor elemento
100 y se suma o se resta.

	A Aguas calientes	Tabasco	Singloa	Puebla	Morelia	C
D. F.	18	16	12	20	0	700
		400		300		
Monte Rey	12	14	10	8	0	900
	6		900		X	
Poncitlán	10	16	12	15	0	800
	500			200		
Altamira	15	12	9	10	0	600
	100		500			
D	600	500	900	500	500	3,000

4a. Iteración.

$$Ct = 400(16) + 300(0) + 6(14) + 900(16) + 600(10) + 200(0) + 100(12) + 500(10)$$

$$Ct = 6,400 + 0 + 0 + 9,000 + 6,000 + 0 + 1,200 + 5,000$$

$$Ct = \$21,600.00$$

V_j	$V_1 = -6$	$V_2 = 0$	$V_3 = -4$	$V_4 = -2$	$V_5 = -16$
U_i					
$U_1 = 16$	10 8	16	12 0	14 6	0
$U_2 = 14$	8 4	14	10	12 -4	-2 2
$U_3 = 16$	10	16 0	12 0	14 1	0
$U_4 = 12$	6 9	12	8 1	10	-4 4

$$0 = E - \textcircled{E} + E = E$$

$$100 = E + \textcircled{100} - \textcircled{500} - E = 500$$

$$\begin{cases} E & E \text{ es el menor elemento} \\ -100 & \text{y se suma o se resta.} \end{cases}$$

	Aguas-calientes	Tabasco	Jiménez	Puebla	Morelia	C
D. F.	18 400	16	12	20 300	0	700
Monte-rey	12	14	10 900	8 E	0	900
Poncitlán	10 600	16	12	15	0 200	800
Alamira	15 100	12	9 x	10 500	0	600
D	600	500	900	500	500	3,000

5a. Iteración.

$$C_t = 400(16) + 300(0) + 900(10) + E(8) + 600(100) + 200(0) + 100(12) + 500(10)$$

$$C_t = 6,400 + 0 + 9,000 + 8 + 6,000 + 0 + 1,200 + 5,000$$

$$C_t = \$27,600.00$$

	V_j	$V_1 = -6$	$V_2 = 0$	$V_3 = 0$	$V_4 = -2$	$V_5 = -16$
$U_1 = 16$		10 8	16	16 -4	14 6	0
$U_2 = 10$		4 8	10 4	10	8	-6 6
$U_3 = 16$		10	16 0	16 -4	14 1	0
$U_4 = 12$		6 9	12	12 -3	10	-4 4

$$400 = 500 - 800 + 500 = 500$$

$$500 = 500 + 0 - 500 = 0$$

- { 900 500 es el menor elemento
500 y se suma o se resta.

P \ A	Aguas Calientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla	Herrera	C
D. F.	18	16	12	20	0	700
Monte rrey	12	14	10	8	0	900
Poncitlán	10	16	12	15	0	800
Altamira	15	12	9	10	0	600
D	600	500	900	500	500	3,000

6a. Iteración.

$$Ct = 400(16) + 300(0) + 400(10) + 500(8) + 600(10) + 200(0) + 100(12) + 500(9)$$

$$Ct = 6,400 + 0 + 4,000 + 4,000 + 6,000 + 0 + 1,200 + 4,500$$

$$Ct = \$26,100.00$$

$U_i \backslash v_j$	$v_1 = -6$	$v_2 = 0$	$v_3 = -3$	$v_4 = -5$	$v_5 = -16$
$U_1 = 16$	10	16	13	11	0
	8		-1	9	
$U_2 = 13$	7	13	10	6	-3
	5	1			3
$U_3 = 16$	10	16	13	11	0
		0	1	4	
$U_4 = 12$	6	12	9	7	-4
	9			3	4

$$0 = 400 - 400 = 0 \quad -400 = 400$$

$$500 = 400 + 100 \quad -500 = 100$$

$\left\{ \begin{array}{l} 400 \\ 500 \end{array} \right.$ 400 es el menor elemento
 y se suma o se resta.

P	Aguas Calientes	Tabasco	Sinaloa	Puebla	Horelia	C
D. F.	18	16	12	20	0	700
			400	300		
Monte-rey	12	14	10	8	0	900
			400	500		
Ponci-tlán	10	12	12	15	0	800
	600			200		
Altami-ra	15	12	9	10	0	600
		500	100			
D	600	500	900	500	500	3,000

7a. Iteración.

$$C_t = 400(12) + 300(0) + 400(10) + 500(8) + 600(10) + 200(0) + 500(12) + 100(9)$$

$$C_t = 4,800 + 0 + 4,000 + 4,000 + 6,000 + 0 + 6,000 + 900$$

$$C_t = \$25,700.00$$

$U_i \backslash V_j$	$V_1 = -2$	$V_2 = 3$	$V_3 = 0$	$V_4 = -2$	$V_5 = -12$
$U_1 = 12$	10	15	12	10	0
	8	1		10	
$U_2 = 10$	8	13	10	8	-2
	4	1			2
$U_3 = 12$	10	15	12	10	0
		1	0	5	
$U_4 = 9$	7	12	9	7	-3
	0			3	3

Nota:

Cuando en las casillas donde no se hicieron asignaciones ya no existe un valor negativo, esto indica que se ha llegado a la solución óptima.

5.5.- Evaluación de Resultados.

5.5.- Evaluación de Resultados.

Teniendo el modelo de transporte formulado, me pregunté - cual era el objetivo a alcanzar, qué procedimiento se iba a utilizar, cuáles eran los factores a evaluar y la determinación de grados de cada factor.

Objetivos:

Aplicar una Técnica Cuantitativa en un área de la administración para ayudar al jefe de ésta a tomar mejores decisiones, y que los resultados obtenidos proporcionan mayor información para ello.

Procedimiento:

Modelo de Transporte, desarrollando el método de esquina noroeste, el método de modificación de la distribución (MODI), - teniendo que balancear primero la matriz de transporte y a partir de la primera iteración (segunda tabla) hay que asignar ϵ ya que existe degeneración, es decir; el número de celdas con asignación es menor al número de filas más el número de columnas - menos uno.

Factor a Evaluar:

Se observará que el costo total se va minimizando al realizar cada iteración de la matriz de transporte, ya que las com-

binaciones son diferentes.

Determinación de grados de cada factor:

Se observará, cuál es el plan factible de envío, o sea, la forma en que cada planta distribuyó el número de unidades de que dispone del producto hacia cada almacén para cubrir la cantidad requerida de unidades de ese producto por cada uno de ellos, sin pasar su capacidad disponible.

En los resultados obtenidos al desarrollar la matriz de transporte, observé que los costos totales de transporte varían y se reducen en cada iteración (tabla), esto se debe a que las combinaciones difieren en cuanto a la cantidad enviada por cada planta hacia cada almacén.

Otro aspecto que pude constatar, es el hecho que el jefe del departamento de almacén y embarques se sorprendió al ver como aplicando una técnica cuantitativa aplicada se cuenta con una amplia información para hallar una solución óptima a situaciones que enfrentan constantemente empresas del Sector Industrial en su área de producción.

El éxito de las técnicas cuantitativas (Investigación de Operaciones) radica en la aplicación de la técnica adecuada ante una situación real, y que quien la aplique lo haga correctamente. Así pues, la finalidad de las técnicas cuantitativas, es que la mayoría de las actividades dirigidas a estos problemas son de planeación y operación, además en estas actividades-

interviene la optimización como un medio para encontrar una solución a esos problemas, se subraya la importancia de mantenerlos conocimientos al día y se señalen los métodos de obtención, almacenamiento y difusión de información.

Para confirmar todo lo antes expuesto, presento a continuación el plan factible de envío final resultante de las siete iteraciones (o ses de las ocho tablas) aplicando el método de esquina noroeste y el método de la modificación de la distribución (MODI).

<u>Desde D.F.</u>		<u>Desde Monterrey</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>	<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 11= 0	0 x \$12	x 21=0	0 x \$12
x 12= 0	0 x 16	x 22=0	0 x 14
x 13=400	400 x 12	x 23=400	400 x 10
x 14=0	0 x 20	x 24=500	500 x 8
<u>x 15=300</u>	<u>300 x 0</u>	<u>x 25=0</u>	<u>0 x 0</u>
700	\$4,800.-	900	\$8,000.-

<u>Desde Ponceilón</u>		<u>Desde Altamira</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>	<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 31= 600	600 x \$10	x 41= 0	0 x \$15
x 32= 0	0 x 16	x 42= 500	500 x 12
x 33= 0	0 x 12	x 43= 100	100 x 9
x 34= 0	0 x 15	x 44= 0	0 x 10
<u>x 35= 200</u>	<u>200 x 0</u>	<u>x 45= 0</u>	<u>0 x 0</u>
800	\$6,000.-	600	\$6,900.-

Costo total= 4,800 + 8,000 + 6,000 + 6,900

Costo total= \$25,700.00

Ahora, elaborando el plan factible de envío inicial se puede hacer una comparación de éste, con el plan de envío final y observar en cuánto se reduce el costo total.

Plan Factible de Envío Inicial determinado por el método de esquinas noroeste se tiene que:

<u>Desde D.F.</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 11= 600	600 x \$18
x 12= 100	100 x 16
x 13= 0	0 x 12
x 14= 0	0 x 20
<u>x 15= 0</u>	<u>0 x 0</u>
700	\$12,400.-

<u>Desde Monterrey</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 21=0	0 x \$12
x 22=400	400 x 14
x 23=500	500 x 10
x 24=0	0 x 8
<u>x 25=0</u>	<u>0 x 0</u>
900	\$10,600.-

<u>Desde Poncitlán</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 31= 0	0 x \$10
x 32= 0	0 x 16
x 33= 400	400 x 12
x 34= 400	400 x 15
<u>x 35= 0</u>	<u>0 x 0</u>
300	\$10,800.-

<u>Desde Altamira</u>	
<u>Envíos</u>	<u>Costos</u>
x 41= 0	0 x \$15
x 42= 0	0 x 12
x 43= 0	0 x 9
x 44= 100	100 x 10
<u>x 45= 500</u>	<u>500 x 10</u>
600	\$ 1,000.-

Costo total= 12,400 + 10,600 + 10,800 + 1,000

Costo total=\$34,800.00

Plan Factible de Envío Inicial \$34,800.00

Plan Factible de Envío Final 25,700.00

9,100.00

El resultado de ésta operación me indica que El Plan --
Factible de Envío Final es el óptimo para éste modelo de trans-
porte.

5.6.- Aplicación de Resultados.

5.6.- Aplicación de Resultados.

Una vez desarrollada la matriz de transporte y obtenida la solución óptima, no me queda más que enlistar algunas sugerencias que puedan aprovecharse debidamente y consecuentemente para que la empresa obtenga mayores márgenes de utilidad.

- Que si el fabricante de las plantas productoras que emplea el plan factible de envío final obtendrá un ahorro de \$9'100,000.00, como se recordará los costos de envío están dados en millones de pesos.

- Mientras que si utiliza el plan factible de envío inicial le generará un gasto mayor y no le retribuiría ninguna ganancia, sino al contrario estaría perdiendo dinero.

- Establecer la aplicación de las técnicas cuantitativas en cualquier área de las empresas, no sólo del sector industrial, también se puede aplicar en cualquier otro tipo de empresa.

- Cada empresa debe contar con computadores actualmente, además de tener gente capacitada para su manejo, y si estas personas han adquirido conocimientos de las técnicas cuantitativas y saben aplicarlas benefician el desarrollo de las empresas.

Conclusions

CONCLUSIONES

Después de haber formulado, evaluado, analizado y estudiado la información que obtuve en la empresa llegué a las siguientes conclusiones:

a) Que es posible aplicar Una Técnica Cuantitativa en una empresa y que a través de ella el ejecutivo obtiene mayores beneficios, como es el contar con información oportuna y pertinente sobre el problema a que se enfrenta y que le permite llegar a una solución óptima de acuerdo con los objetivos de la organización.

b) Que la Técnica Cuantitativa aplicada en esta investigación y que se encuentra contenida en el presente documento, efectivamente ayudó a la empresa a solucionar su problema que era el determinar la cantidad de producto que cada planta debe mandar a cada almacén con el fin de minimizar el costo de transporte.

c) Que si la empresa implementa en su departamento de almacén y embarques perteneciente al área de producción, el plan factible de envío final resultante de siete iteraciones (o sea ocho tablas) aplicando el método de esquina noroeste y el método de la modificación de la distribución (MODI), gastará --- \$25'700,000.00 como costo de transporte, éste le generará un ahorro de \$9'100,000.00.

d) Si la empresa persiste en emplear el plan factible de envío inicial en su departamento de almacén y embarques perteneciente al área de producción, éste provocaría un desembolso mayor pues tendría que gastar \$34'800,000.00 por costo de transporte.

e) Es posible aplicar una Técnica Cuantitativa en cualquier área de una empresa, es lógico que se debe buscar que dicho problema se asemeje a algún problema resuelto con anterioridad por cierta técnica cuantitativa, ya que es así como los expertos de investigación de operaciones resuelven los problemas de una empresa.

f) En el momento de aplicar una técnica cuantitativa dentro de una empresa, esta constituye una herramienta valiosa para la organización y para su buen funcionamiento es necesario contar con el respaldo de los altos directivos de la organización.

Para concluir no me resta sino decir, que las técnicas cuantitativas en general, se pueden aplicar a problemas que enfrentan las empresas frecuentemente, y los resultados obtenidos sirven para apoyar al ejecutivo en el momento de tomar decisiones por muy complejas y difíciles que sean, éstas técnicas siempre le darán una solución óptima que se apegue a la situación a que se enfrenta el organismo.

Apéndice.

A P E N D I C E

Al desarrollar la presente investigación en capítulos - anteriores enuncié que las técnicas cuantitativas (Investigación de Operaciones) que integran la Programación Lineal, pueden ser calculadas por medio de una computadora, para hacer posible esto ya existen ciertos paquetes de programas de cómputo, los - cuales generan información pertinente y oportuna sobre problemas específicos que permiten al administrador tomar la decisión adecuada de acuerdo con los objetivos del organismo y aplicar ejemplos de ejercicios referentes a éstas técnicas que son útiles - para cualesquier profesional o estudiantes de carreras afines a la La Licenciatura en Administración.

Del paquete de programas de cómputo, elaborados por la - Universidad de Nebraska, de éste se toman las soluciones de unas de las técnicas cuantitativas como ejemplos para efectos de esta investigación, los pasos realizados en el primer ejemplo fueron:

1. Se enciende la computadora y se introduce el disco magnético.

2. Con el teclado se da la clave de acceso a la computadora, en este caso la clave de acceso es la palabra MANAGER, dicha clave aparece en la pantalla de la computadora.

3. Ya admitida la clave de acceso por la computadora en su pantalla aparece la pregunta de ¿qué disco de trabajo se de -

ses consultar?

1-A

2-B

para este caso se escoge el disco de trabajo 1-A.

4. Enseguida la computadora pide el menú principal, en este caso es la palabra ENTER en la pantalla de la computadora aparecen varias opciones de información desglosadas en incisos, para este caso se seleccionó el inciso b que contiene la información sobre programación lineal.

5. En la pantalla de la computadora aparece la pregunta ¿cuál menú de información de información se desea consultar?,- en este caso se escoge el menú de información número tres -- INPUT INTERATIVO de entre 4 menús de información.

6. Para que la computadora continúe procesando información, en su pantalla aparecen los siguientes comandos:

F1 LOOK F2 PRINT F3 STORE F4 RERUN F5 EXIT Command -->

para este caso se escoge el comando F1 LOOK, así en la pantalla de la computadora aparecen los siguientes datos:

$$\text{Max } Z = 1.5x_1 + 1x_2$$

Sujeto a:

$$C1 \quad 2x_1 + 1.5x_2 \leq 2400$$

$$C2 \quad 6x_1 + 9x_2 \leq 7200$$

7. En la pantalla de la computadora aparecen varias preguntas referentes al ejemplo que se está desarrollando.

- ¿Si se va a maximizar o a minimizar la función objetivo? Para éste caso la respuesta es maximizar.

- ¿Cuál es el número de las variables de decisión? Para éste caso la respuesta es dos variables de decisión

- ¿Cuál es el número de restricciones? Para este caso la respuesta es dos restricciones.

- ¿Si las desigualdades son menor igual, mayor igual? Para éste caso la respuesta es menor igual que.

Para terminar la computadora de la solución final y los valores de cada una de las variables incluidas en el ejercicio, para éste caso:

<u>VARIABLE</u>	<u>VALOR:</u>
x 1	1200.00
x 2	0

8. Para salir de este programa se teclea el comando -- P5_EXIT, el cual indica que se desea salir de dicho programa.

A continuación incluyo la información generada por la computadora:

PROGRAM: Linear Programming I "EXAMPLE"

- INPUT DATA ENTERED -

$$\text{Max } Z = 1.5 x_1 + 1 x_2$$

Subject to:

$$C1 \quad 2 x_1 + 1.5 x_2 = 2400$$

$$C2 \quad 6 x_1 + 9 x_2 = 7200$$

----- PROGRAM OUTPUT -----

Simplex tableau: Iteration)

Cj			1.50	1.00	0.00	0.00
Cb	Basis	Bi	x 1	x 2	s 1	s 2
0.00	s 1	2400.00	2.00	1.50	1.00	0.00
0.00	s 2	7200.00	6.00	9.00	0.00	1.00
Zj		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cj-Zj			1.50	1.00	0.00	0.00

En la siguiente página aparece la tabla de la cual se obtiene la solución óptima para este ejemplo de método simplex por medio de una computadora.

Simplex tableau: Iteration 1

Cj			1.50	1.00	0.00	0.00
Cb	Basis	Bi	x 1	x 2	s 1	s 2
1.50	x 1	1200.00	1.00	0.75	0.50	0.00
0.00	s 2	0.00	0.00	4.50	-3.00	1.00
Zj		1800.00	1.50	1.13	0.75	0.00
Cj-Zj			0.00	-0.13	-0.75	0.00

Degenerate final optimal solution

Variable	Value
x 1	1200.00
s 2	0.00

Sensitivity Analysis:

<u>Right-hand side Ranging</u>			
Constraint	Lower	Current	Upper
Number	Limit	Value	Limit
1	0.00	2400.00	2400.00
2	7200.00	7200.00	No limit

<u>Contribution Rate Ranging</u>			
Variable	Lower	Current	Upper
	Limit	Rate	Limit
x 1	1.33	1.50	No limit
x 2	No limit	1.00	1.13

PROGRAM: Transportation . "EXAMPLE".

- - - - - INPUT DATA ENTERED - - - - -

Minimization problem:

	1	2	3	Supply
1	8.00	5.00	6.00	120.00
2	15.00	10.00	12.00	80.00
3	3.00	9.00	10.00	80.00
Demand	150.00	70.00	60.00	280.00

Para el ejemplo No.2 en la pantalla de la computadora aparece la primer tabla de transporte que contiene la siguiente información: el número de unidades de la capacidad disponible del producto para ser enviado por cada planta, el número de unidades requeridas del producto en cada uno de los almacenes y los costos de envío de éste.

En la segunda tabla de transporte que aparece en la pantalla de la computadora se encuentra la información que optimiza el ejemplo, es decir; están dadas las asignaciones que satisfacen la demanda y la capacidad disponible, y el costo total que debe ser mínimo.

----- PROGRAM OUTPUT -----

X	1	2	3	Supply
1	70.00	0.00	50.00	120.00
2	0.00	70.00	10.00	80.00
3	80.00	0.00	0.00	80.00
Demand	150.00	70.00	60.00	280.00

Optimal solution: 1920.00

PROGRAM: Assignment "EXAMPLE"

----- INPUT DATA ENTERED -----

Minimization problem:

X	1	2	3	4
1	20.00	10.00	14.00	13.00
2	18.00	10.00	22.00	18.00
3	24.00	14.00	20.00	28.00
4	6.00	10.00	8.00	6.00

Para el ejemplo No. 3 en la pantalla de la computadora aparece la primera tabla de asignación que contiene la siguiente información: los trabajos que se ven a asignar a cada máquina y les horas que requieren los trabajos para ser realizados.

----- PROGRAM OUTPUT -----

X	1	2	3	4
1	0	0	0	1
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	1	0	0	0

Optimal solution: 49

Así la segunda tabla del programa de asignación que aparece en la pantalla de la computadora genera la siguiente información: asigne que trabajo corresponde a cada máquina y el mímo de horas que requiere cada trabajo para ser efectuado.

Bibliografia.

B I B L I O G R A F I A

- Benet Humberto J. , Principios de Investigación de Operaciones, Ed. Herrero, México, 1974, 1a. Edición, pp.236.
- Chiavenato Idelberto, Introducción a la Teoría General de la Administración, Ed. Mc Graw Hill, México, 1989, 4a. Edición, pp. 586.
- Davis K. Roscoe, Modelos Cuantitativos para la Administración, Ed. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1986, 2a. Edición, pp. 758.
- EPFEN G. D., Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1987, 1a. Edición, pp. 783.
- Espinosa Berriel Héctor M., Programación Lineal, Ed. Pax, México, 1978, 8a. Edición, pp. 263.
- Gallagher Charles A., Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones en Administración, Ed. Mc Graw Hill, México, 1985, 1a. Edición, pp. 612.
- George Jr. Claude S., Historia del Pensamiento Administrativo, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1986, 1a. Edición, pp.217.

- Koontz y O'donnell, Administración, Ed. Mc Graw Hill, México, 1986, 8a. Edición, pp.750.
- Massie Josepj L., Bases Esenciales de la Administración, Ed.- Diana, México, 1979, 1a. Edición, pp. 270.
- Mora José Luis, Investigación de Operaciones e Informática, - Ed. Trillas, México, 1980, 1a. Edición, pp. 240.
- Mos-kowitz Herbert, Investigación de Operaciones, Ed. Prentice Hall Hispanoamericana, México, 1985, 1a. Edición, pp. 790.
- Notas de Investigación de Operaciones, Ing, Luis Sánchez Urrutia, Facultad de Contaduría y Administración, U.N.A.M.
- Thiersauf Herbert J. , Toma de Decisiones por medio de Investigación de Operaciones, Ed. Limusa, México, 1986, 8a. Edición,- pp. 559.
- Zuwaylif Fadil H., Ciencia Administrativa, Ed. Limusa, México, 1a. Edición, pp. 442.